

Le Riverlab: Un dispositif innovateur pour mesure et comprendre la chimie d'une rivière à haute fréquence

Nicolai BREKENFELD

Résumé : Dans le cadre d'un programme de recherche, un laboratoire de terrain a été développé et installé 2017 au site de Kervidy-Naizin de l'observatoire AgrHyS. Ce laboratoire de terrain, situé sur les berges d'un cours d'eau, est complètement autonome et prélève, filtre et analyse automatiquement et en continu la chimie du cours d'eau (1 à 30 min). Grâce à la richesse de données, collectées par ce laboratoire de terrain pendant plusieurs années, nous comprenons beaucoup mieux les sources de l'eau du cours d'eau et les processus hydrologiques et biogéochimiques principaux qui ont lieu dans le bassin versant.

Qu'est-ce que c'est un Riverlab ?

Le Riverlab est un laboratoire de terrain original, qui a été développé par les entreprises Endress+Hauser (Huningue) et Extralab (Paris) dans le cadre d'un programme de recherche (CRITEX) financé par l'agence nationale de la recherche. On peut imaginer le Riverlab comme un laboratoire d'analyse chimique de l'eau en petit format condensé et (presque) autonome. Il est installé à côté d'un cours d'eau (rivière, lac, source etc.) et analyse automatiquement, à haute fréquence (c'est-à-dire toutes les 30 minutes max) la chimie du cours d'eau (Figure 1).

Le Riverlab, installé au site de Kervidy-Naizin, fait partie d'un réseau de trois Riverlab français. Les deux autres ont été installés sur les observatoires d'[ORACLE](#) (Seine-et-Marne) et d'[OHGE](#) (Vosges).



Figure 1 : A gauche : Vue de l'extérieur du Riverlab (la cabane verte) avec le cours d'eau juste derrière lui (presque pas visible). A droite : Vue de l'intérieur du Riverlab avec la chromato ionique en premier plan et la pompe avec les systèmes de filtration en arrière-plan.

Fonctionnement technique du Riverlab

Le Riverlab est constitué d'une cabane climatisée, qui accueille 1) une pompe, qui alimente en continu le Riverlab avec l'eau du cours d'eau, 2) deux systèmes de filtration pour filtrer cette eau (avec et sans nettoyage automatique) également en continu et 3) plusieurs capteurs et analyseurs classiques qui analysent l'eau filtrée et non-filtrée au moins une fois toutes les 30 minutes (Figure 1). L'eau filtrée est analysée pour la concentration en carbone organique et pour les cations et anions majeurs (chlorure, nitrate, sulfate, sodium, magnésium, potassium, calcium) par une chromatographie ionique. En plus,

l'eau non-filtrée est analysée pour les paramètres physico-chimiques classiques (oxygène dissous, conductivité électrique, pH, température).

Le flux et la pression de l'eau dans le circuit du Riverlab sont contrôlés et ajustés automatiquement pour permettre une production des données fiable. Par contre, le nettoyage, l'entretien et la calibration de l'ensemble des instruments et équipements sont effectués manuellement chaque semaine.

Objective et contexte scientifique

Il est connu depuis plusieurs décennies, que la chimie d'un cours d'eau (nitrates, phosphates, conductivité électrique, oxygène dissous, carbone dissout etc.) peut varier très fortement pendant des crues. Comment et dans quelle mesure est très variable et complexe. Cela dépend des solutés en questions, de la saison, de l'état hydrologique précédant la crue, des caractéristiques de la crue, de la géologie et de l'utilisation du sol du bassin versants pour n'en citer que quelques facteurs. Certains solutés peuvent augmenter en concentration, d'autres sont dilués et d'autres encore restent stables pendant des crues (Figure 2). De plus, pour un soluté donné, l'évolution de la concentration peut être très variable d'une crue à une autre.

Le premier objective du projet Riverlab était de développer un laboratoire de terrain, qui est capable de mesurer les variations chimiques dans le cours d'eau à haute fréquence (le Riverlab, comme décrit ci-dessus). Le deuxième objective était d'utiliser ces variations chimiques, notamment pendant des crues mais aussi pendant des cycles jour-nuit, pour étudier les sources et les chemins de l'eau ainsi que les processus biogéochimiques qui influencent la chimie de l'eau du cours d'eau.

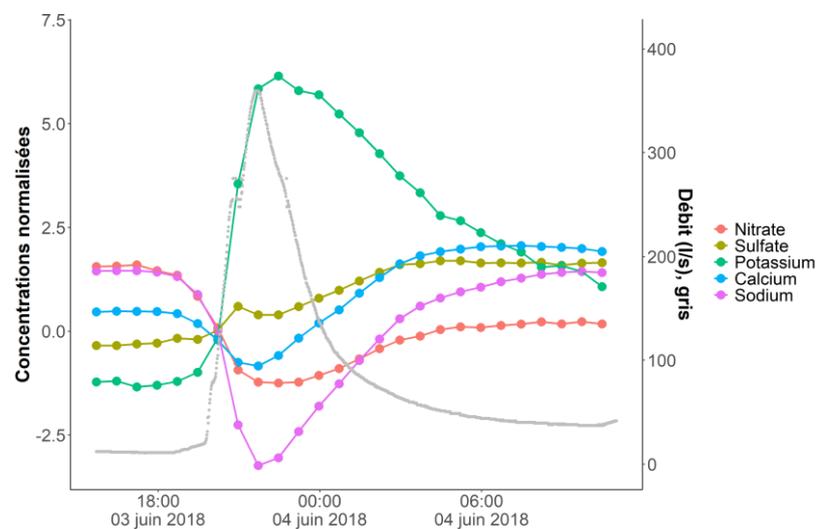


Figure 2 : Un exemple d'une crue avec des variations chimiques du cours d'eau, mesuré avec le Riverlab à Kervidy-Naizin. En couleurs et sur l'axe à gauche sont visualisés les concentrations de quelques cations et anions majeures. Les concentrations ont été normalisées et centrées à partir de la chronique complète de plusieurs années. En gris et sur l'axe à droite est visualisé le débit du cours d'eau.

Quelques résultats

La première analyse de 39 crues diverses pendant quatre ans (été 2018 à printemps 2022) a permis de grouper les solutés selon leurs variations typiques pendant des crues. Quatre solutés ont très majoritairement leur concentration qui baisse pendant des crues (nitrate, chlorure, sodium,

magnésium). A l'inverse, la concentration du potassium augmente typiquement et celle des sulfates et du calcium montre des variations différentes d'une crue à une autre (Figure 2).

Des évaluations supplémentaires, en analysant la synchronie entre des paires des solutés, ont permis de quantifier le nombre de masses ou réservoirs d'eau du bassin versant, qui contribuent aux crues. Pour la majorité des crues, les solutés dont la concentration baisse typiquement pendant des crues (chlorure, nitrate, sodium, magnésium) semblent mettre en jeu seulement deux masses d'eau, chacune des deux constituant un pôle géochimique. Ces dynamiques simples ne nécessitent donc pas de contribution significative de plusieurs « hot spots » à la crue pour être expliquées.

Conclusion

En développant et utilisant ce laboratoire de terrain innovateur (i.e. le Riverlab), nous avons pu améliorer nos connaissances sur l'écoulement de l'eau dans un bassin versant amont, notamment pendant des crues. Le Riverlab nous a permis d'identifier et de classer par l'ordre d'importance les processus hydrologiques et biogéochimiques, qui influencent la chimie de l'eau du cours d'eau. Probablement, la richesse des données collectées par le Riverlab nous permettra de faire encore d'autres découvertes dans les projets à venir.