CR des sorties préparatoires au traçage au sein du réseau du Neuvon

Commission scientifique du CDS 21

Sortie du 6 avril 2019

Objectifs :

- Repérage des points de suivis du traçage (7 points au total)
- Réalisation d'un jaugeage au sel (mesure du débit) si possible au point d'injection (cascade)
- Pose de sondes de températures (en surface et dans le réseau) et d'un pluviomètre pour le suivi des conditions météorologiques.

Participants :

Nous étions 4 lors de cette sortie : deux cafistes (S. Zito et E. Brulebois), un ASCO (C. Torre) et un Rhinolophe. La sortie nous a permis de reconnaître la plupart des endroits que nous voulons suivre lors du traçage.

De plus, une autre équipe (5 autres membres) menée par P. Sologny (CAF) nous a aidés en équipant l'accès à l'un des points de suivi (siphon aval de la Porcelaine, barré d'un P12).

TPST : 9 heures

Résultats :

Repérage des points de suivis

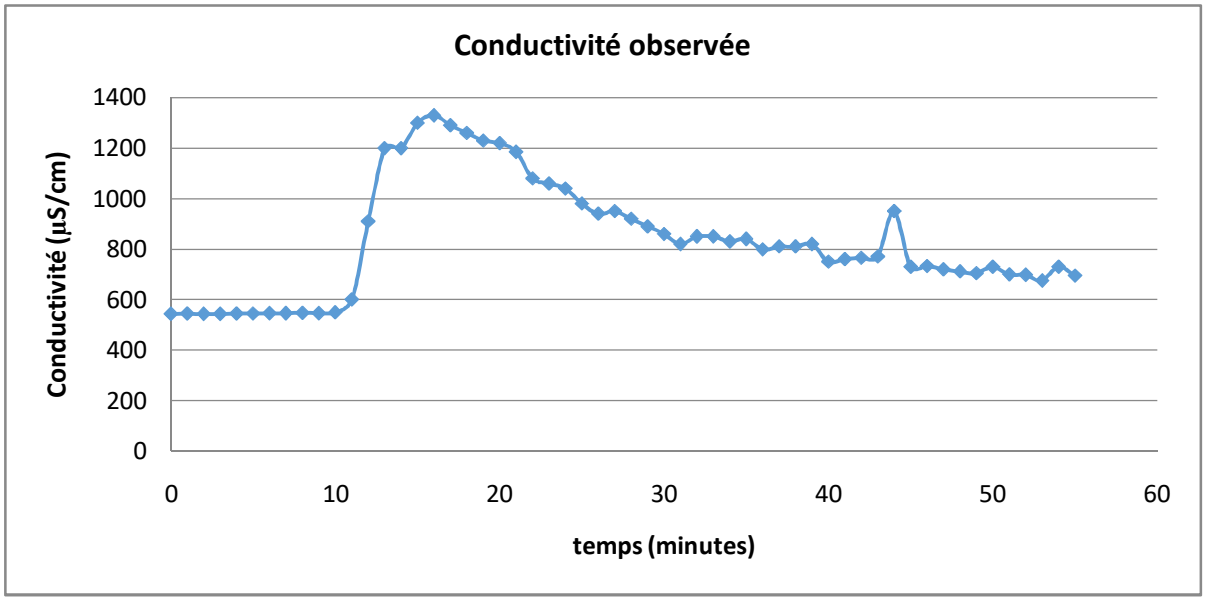
L'accès aux rivières a été repéré et balisé pour 5 des 7 points de suivi. Un de ces points a été déplacé. Les deux derniers points (Oasis aval et Siphon bleu) n'ont pas pu être repérés en raison de leur éloignement par rapport à notre cheminement principal.

Réalisation d'un jaugeage au sel

Nous tentons de réaliser un jaugeage au sel sur la rivière Bajocienne (manque de temps pour aller jusqu'à la cascade).

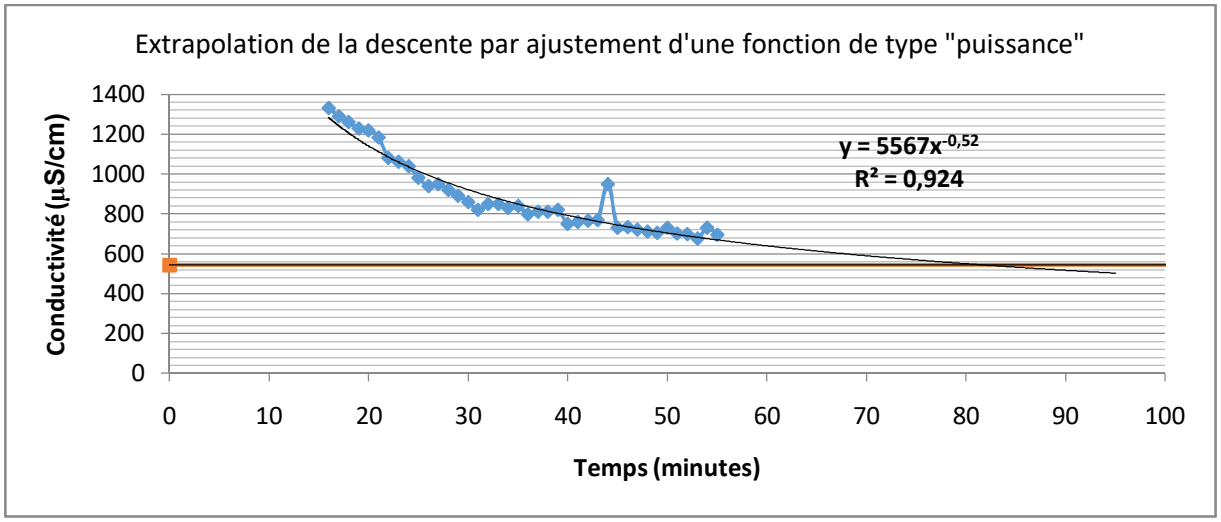
L'expérience a été la suivante :

- Une masse de 1 kg de sel a été dissoute dans un seau d'eau et injectée en une fois dans le cours d'eau
- Une sonde conductimétrique de terrain (empruntée au laboratoire BIOGEOSCIENCES, à Dijon) a été placée à une vingtaine de mètres du point d'injection pour mesurer le passage du nuage salin.
- La conductivité du cours d'eau est directement reliée à la concentration en sel. L'analyse du passage du nuage (temps et valeur de concentration) permet de déterminer le débit (voir méthodologie complète en annexe).



Malheureusement, la présence de vasques à intervalles réguliers sur le cours d'eau limite le brassage du nuage salin et provoque une restitution très lente. Le niveau de conductivité a augmenté très rapidement mais n'est pas redescendu à son niveau naturel (ici, 545 µS/cm).

Une extrapolation de la diminution de la conductivité par ajustement d'une fonction type « puissance » est envisageable (voir figure ci-dessous). Le coefficient de détermination de cet ajustement est satisfaisant (0.92). D'après cette extrapolation, la conductivité aurait retrouvé sa valeur « avant injection » environ 80 minutes après l'injection du traceur.



Le passage du nuage salin aurait duré environ 72 minutes (entre le début du pic et le retour à la valeur de bruit de fond). La concentration moyenne (reliée à la conductivité) durant ce passage est de 0.164 g/l (après soustraction du bruit de fond naturel) et la somme des concentrations mesurées est de 12.84 mg/l. Compte-tenu d'une masse de sel injectée d'environ 1000 g, le débit moyen durant cette période serait d'environ 1.3 l/s. Ce débit est cohérent avec les observations in-situ.

Pose des sondes de températures et d'un pluviomètre

Du matériel mis à disposition par le Centre de Recherche de Climatologie (CRC) du laboratoire BIOGEOSCIENCES (UMR n°6282 UBFC/CNRS) a été installé à proximité de l'entrée et dans la cavité. Un pluviomètre à auget basculant et un capteur thermique ont ainsi été implantés au droit de la clôture séparant le champ du pré des chevaux. Le pluviomètre permettra d'obtenir une idée assez précise de la lame d'eau précipitée qui s'infiltre au droit de l'impluvium du bassin d'alimentation du réseau. Malheureusement, l'absence de connaissance précise sur l'étendue de ce bassin d'alimentation nous empêchera de traduire cette lame d'eau (mm/m²) en volume. Des traçages entre la surface et le réseau seraient nécessaires pour déterminer avec plus de précision cette aire d'alimentation.

Pose du pluviomètre et de la sonde de température en surface

En plus de ces deux capteurs, 4 sondes de températures ont été installées dans la cavité : dans les puits d'entrée, dans la salle de la cathédrale, au milieu du réseau fossile (enclume), et au début du réseau de la Porcelaine. Elles permettront de comparer les variations de température en surface et sous terre ainsi que l'influence de l'ouverture de la trappe. Les cycles saisonniers pourront être mis en évidence, impliquant probablement des variations dans les circulations d'air au sein du réseau.

Sonde de température à demeure dans le réseau de Neuvon

Sortie du 14 avril 2019

Objectifs :

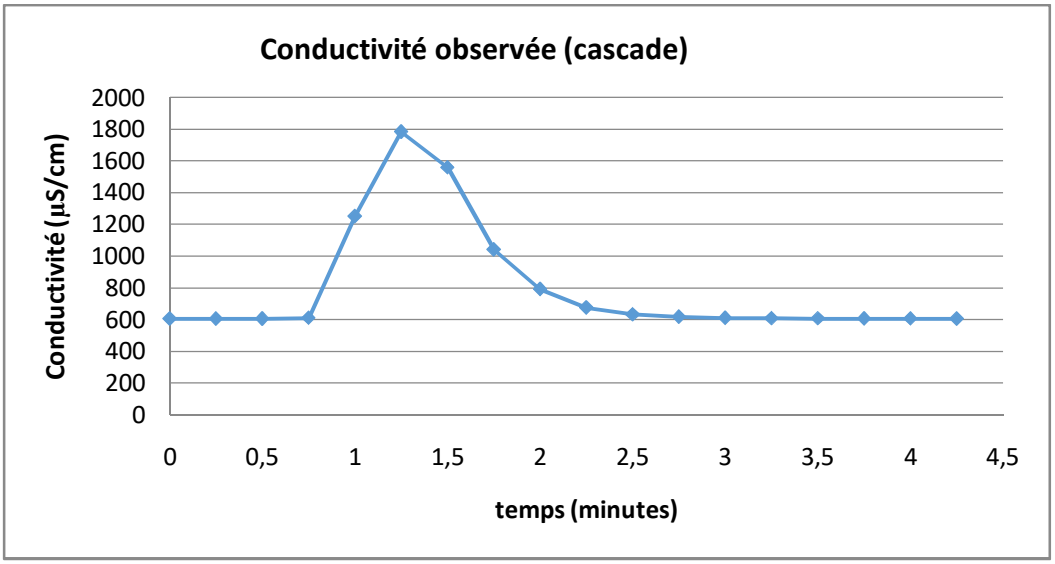
- Réalisation d'un jaugeage au sel (mesure du débit) au point d'injection (cascade)

Participants :

Nous étions 3 lors de cette sortie : P. Clément (Rhinolophe), S. Clément et E. Brulebois (CAF).

TPST : 7 heures

Résultats :



Un kg de sel a été dissous dans un seau et injecté en une fois à l'amont de la cascade. La sonde conductimétrique à été placée à une vingtaine de mètre (soit quelques mètres avant la cascade). La valeur de conductivité naturelle de l'eau a été mesurée à 606 µS/cm, pour une température de 10.9°C. Cette fois-ci, le passage du nuage salin a été très rapide et a permis de retrouver la valeur de bruit de fond naturelle rapidement (environ 195 secondes entre le début du pic et le retour à la valeur de bruit de fond). La concentration moyenne (reliée à la conductivité) durant ce passage est de 0.181 g/l et la somme des concentrations atteint environ 2.5 g/l. Compte-tenu d'une masse de sel injectée d'environ 1000 g et d'un pas de temps de mesure de 15s, le débit moyen durant cette période est estimé à 26 l/s.

Sonde conductimétrique lors du jaugeage au sel du 06/04/19

Discussion

Faisabilité des jaugeages

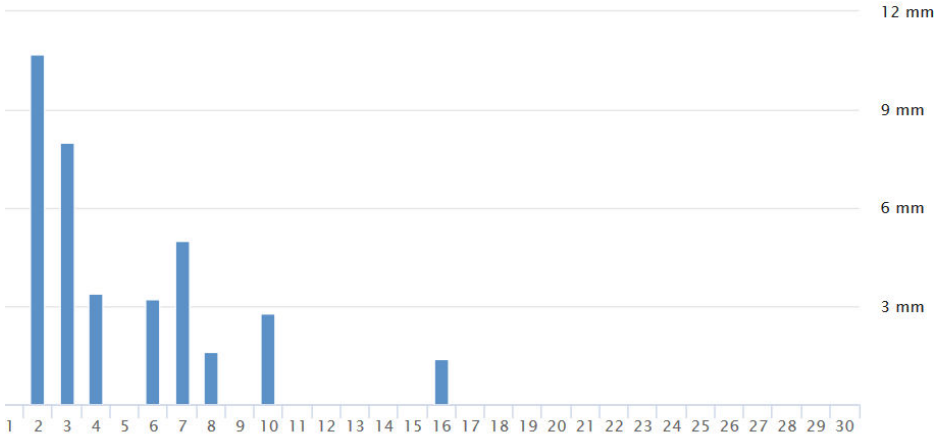
La localisation en amont proche de la cascade est idéale pour un jaugeage au sel : sur 20 à 30m, le cours d'eau est rectiligne, bien brassé, et ne présente pas de bassins importants. Le seul inconvénient (qui n'est pas des moindres) est son éloignement de l'entrée de la cavité. Ainsi, il faut prévoir une sortie de 6h au minimum pour effectuer un seul jaugeage. La rivière Bajocienne n'offre que peu d'endroits propices à cet exercice. Elle est régulièrement entrecoupée de bassins ou de petits barrages naturels qui empêchent un mélange et une restitution efficaces du nuage salin.

Valeurs de débits estimées

Les débits mis en évidence sur ces deux sorties sont cohérent avec l'importance des écoulements constatés visuellement. On constate donc une forte diminution du débit entre la rivière Bajocienne et celle des Prédateurs (à peu près d'un facteur 20). Où trouve-t-on le reste du débit s'écoulant à la cascade ? Vraisemblablement pour partie dans les écoulements situés sous l'Avalanche. Il serait intéressant de réaliser des jaugeages dans d'autres parties de la cavité et notamment à l'aval de la rivière des Chailles pour vérifier si l'on retrouve le débit manquant. Les connexions entre la rivière des Prédateurs et les écoulements sous l'Avalanche et la rivière Bajocienne pourront être confirmées lors du traçage prévu.

Conditions hydroclimatiques lors de ces deux jaugeages

Si l'on regarde la pluviométrie à la station MétéoFrance de Dijon-Longvic durant la période à laquelle les jaugeages ont été réalisés, on observe qu'une lame d'eau totale d'environ 12.5 mm est tombée entre les deux sorties (6 et 14 avril), et aucun évènement pluvieux n'est intervenu après le 10 avril. Compte-tenu de la réactivité attendue du réseau, on peut donc estimer que les conditions hydroclimatiques étaient relativement proches pour ces deux jaugeages. Le débit moyen journalier enregistré à la station hydrométrique de l'Ouche à Plombières varie entre 2.77 m3/s le 6 avril et 3.29 m3/s le 14 avril, confirmant la similarité des conditions hydrologiques. A titre de comparaison, le module interannuel (débit moyen sur l'ensemble de la chronique d'observations de la station) est de 6.16 m3/s.



Chronique pluviométrique de la station MétéoFrance de Dijon-Longvic du mois d'avril 2019

Suite envisagée des travaux

- Récupération du matériel nécessaire (colorants auprès de la DREAL, fluocapteurs auprès du GIPEK) : printemps 2019.
- Programmation des sorties pour le traçage (deux week-ends successifs à prévoir) : 3 équipes de 2 personnes minimum seront nécessaires pour l'injection du colorant, la pose et la relève des fluocapteurs. Avis aux intéressés ! (juin 2019 si possible)
- Analyse des fluocapteurs en laboratoire (été 2019)
- Interprétation, compte-rendu de l'opération et synthèse des résultats (automne 2019)

ANNEXE

4. DÉTAILS DE LA MÉTHODE DE TRAÇAGE PAR DILUTION AVEC INJECTION INSTANTANÉE : vérification du débit et des vitesses avec le calcul des incertitudes

4.1 Principe

La méthode de dilution avec injection instantanée est la plus simple à mettre en oeuvre, avec les hypothèses suivantes:

- le débit Q est supposé constant dans le tronçon de mesure pendant toute la durée du traçage (bien choisir le lieu et la plage horaire en temps sec);
- la masse M de traceur est conservée, ce qui permet d'écrire :

$$M = C_0 V_0 = Q \int_{t_{AR}}^{t_{AR}+T_p} C(t)dt$$

Avec :
- M masse de traceur introduite dans l'écoulement (kg ou g)
- C_0 concentration initiale en traceur (kg/m^3 ou g/L)
- V_0 volume injecté (m^3 ou L)
- Q débit à mesurer (m^3/s ou L/s)
- $C(t)$ concentration dans la section de mesure (kg/m^3 ou g/L)
- t_{AR} instant de l'arrivée du traceur dans la section de mesure (s)
- T_p durée de passage du traceur dans la section de mesure (s).

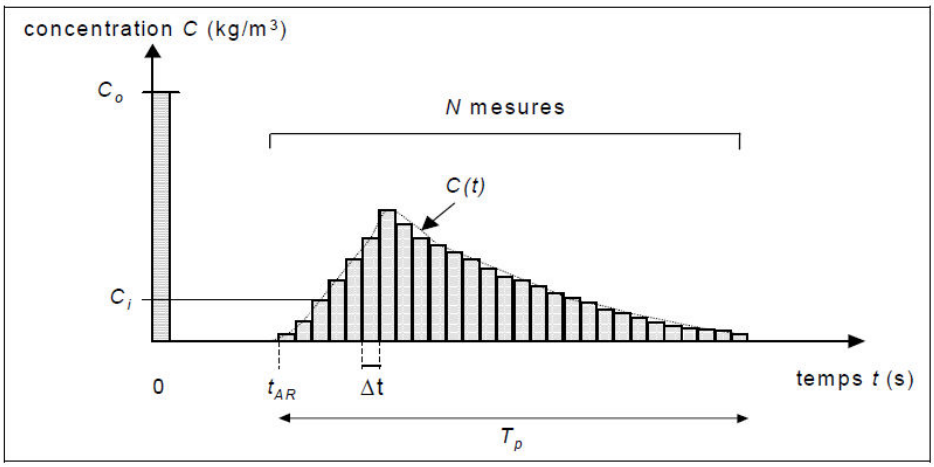


Figure 1 : traçage par injection instantanée (source Bertrand-Krajewski et al., 2000)

On applique la version discrétisée de l'équation précédente :

$$Q = \frac{M}{\Delta t \sum_i C_i} \quad \text{ou} \quad Q = \frac{M}{\Delta t \sum_i (C_i - C_n)} \quad \text{avec un bruit de fond}$$

Avec :
- Q débit à mesurer (m^3/s ou L/s)
- M masse de traceur introduite dans l'écoulement (kg ou g)
- Δt pas de temps du système d'acquisition de la concentration (s)
- C_i concentrations à chaque pas de temps i lors du passage du traceur (mg/L)
- C_n concentration avant et après le passage du traceur = bruit de fond (mg/L).

Synthèse de la méthode de jaugeage par injection instantanée d'un traceur (Groupe de Recherches Rhône-Alpes sur les Infrastructures et l'Eau, 2011).