

Accord Cadre ZABR- Agence de l'Eau

Titre du projet : Caractérisation des échanges entre Karst et Rivière. **Dernière phase (2017-2018).**

Personnes responsables : Didier Graillot, Frédéric Paran, Bernard Guy (UMR 5600 EVS – EMSE GSE) ; Philippe Martin (UMR 7300 ESPACE Université d'Avignon) ; Pierre Marmonier (UMR 5023 LEHNA, Université de Lyon) ; Hervé Piégay (UMR 5600 EVS – ENS Biogéophile) ; Anne Johannet (EMA, LGEI) ; Véronique Lavastre (UJM UMR 6524) ; Adriano Mayer (Département Hydrogéologie Université d'Avignon) ; Olivier Radakovitch (CEREGE)

Equipes de recherche « ZABR » concernées :

- UMR 5600 EVS – EMSE GSE et ENS Biogéophile ;
- Université d'Avignon – UMR 7300 ESPACE et Département Hydrogéologie ;
- Université Lyon I – UMR 5023 LENA ;
- EMA LGEI ;
- Université Jean-Monnet – UMR 6524 ;
- Université Aix-Marseille – CEREGE

Autres partenaires potentiels : à définir (comité de co-construction et de relecture d'un nouveau guide pédagogique sur les échanges karst/rivière)

Thème de rattachement ZABR : Ressources et eau et changements climatiques

Thème de rattachement Agence de l'Eau et numéro de question:

Q35 Quels échanges aux interfaces eaux souterraines / Eaux superficielles ?

Binôme : L. Cadilhac

Site ou Observatoire de rattachement ZABR:

OHM Vallée du Rhône (axe Rhône)

Site atelier Rivières Cévenoles

Finalités et attendus opérationnels :

La caractérisation des échanges nappes/rivières est indispensable pour la gestion durable des cours d'eau et des aquifères associés. Pour répondre à ces besoins, plusieurs outils et méthodes de caractérisation des échanges entre eaux superficielles et eaux souterraines ont déjà été développés en milieu alluvial dans le cadre d'actions ZABR précédentes (Projet Eau Sout' 2006-2014). En milieu karstique, ces outils et méthodes nécessitent d'être adaptés afin de se conformer aux spécificités des aquifères carbonatés.

Pour ces aquifères karstiques, des études montrent que la ressource en eau est souvent sous exploitée du fait notamment de la difficulté à en évaluer la quantité stockée et la transmissivité des aquifères. Dans les vastes zones karstiques sous climat méditerranéen, par exemple dans le Sud-Est de la France, une telle ressource souterraine mérite d'être mieux connue et protégée du fait de son intérêt en particulier pour l'eau potable.

Ce projet constitue la dernière phase du projet Echange nappe – rivière sur la Cèze. Suite au dernier comité de pilotage qui s'est tenu le 18 février dernier à l'Ecole des mines d'Alès, il est apparu nécessaire à l'ensemble des membres du comité de valoriser les travaux effectués et les données acquises dans le bassin versant karstique de la Cèze lors des 3 derniers cycles hydrologiques. Une telle valorisation passe par la

généralisation des travaux pour rendre la méthode générique dans la perspective de l'appliquer à d'autres karsts de plateau traversés en gorges par des rivières allogènes. Elle comporte également un approfondissement sur le plan de l'hydrogéomorphologie karstique non abordé jusqu'à présent et non traité en détail dans la thèse d'H. Chapuis associé au projet et qui permettrait d'améliorer encore davantage les connaissances sur le fonctionnement de l'hydrosystème karstique.

Objectifs et méthodologie :

Cette dernière phase vise trois objectifs présentés en trois étapes :

1- Optimisation de l'instrumentation pour un suivi hydrologique en continu

Il s'agit de définir les paramètres à suivre dans le cadre d'une pérennisation du système de mesures hydrologiques (conductivités, températures, niveaux, qualité physico-chimique et biologique). Compte-tenu du volume de données acquises lors des phases précédentes du projet, il est important de sélectionner les stations pertinentes et nécessaires à un suivi en continu du bassin karstique de la Cèze. La méthode utilisée sera fondée sur l'analyse comparée de plusieurs scénarios de mesures fonctionnant en mode dégradé avec un nombre décroissant de stations de mesures par rapport au système actuel sans altérer l'information sur les relations karst/rivière (recherche de paramètres pertinents pour caractériser la perte d'information sur le fonctionnement de l'hydrosystème karstique en fonction de la résolution spatiale et temporelle des relevés).

La Cèze karstique peut être un bassin de référence pour les processus hydro rivière/karst ce qui justifie la pérennisation du dispositif. La transposition à d'autres cours d'eau karstiques non encore équipés peut s'avérer très utile à condition d'identifier les configurations dans lesquelles il est important d'installer ou de conserver des moyens de mesure (géomorphologie de la rivière, ruptures de pentes, zones de pertes, temps de réponse des sources, surface du bassin d'alimentation des sources).

Les problèmes de gestion de la ressource en eau nécessitent désormais des données à moyen et à long terme, en particulier sur des secteurs en contexte méditerranéen où la criticité des basses-eaux entraîne souvent des conflits d'usage. Il apparaît donc important de continuer l'acquisition de données de suivi hydrologique (déjà 3 cycles hydrologiques enregistrés – 2014 à 2016) fondée sur un dispositif pérenne. Une réflexion sera donc engagée sur la mise en place d'un dispositif de collecte allégé et/ou complété sur plusieurs années. Ce dispositif ainsi optimisé permettra le suivi et la compréhension du système en s'appuyant sur un nombre de sondes enregistratrices et de campagnes de terrains réduites voire minimales.

Une réflexion sur la recherche d'un partenaire gestionnaire pour la reprise du dispositif allégé et optimisé pour un suivi en continu sera engagée (maintenance des capteurs, collecte des mesures). Elle sera suivie de recommandations pour l'analyse et l'interprétation des mesures.

2- Analyse de données d'un point de vue hydrogéomorphologique

Ce travail est en lien avec la tâche précédente. En effet, l'analyse plus poussée des données orientera le choix des modalités de la continuité de la mesure.

Il s'agit d'un apport nouveau, les premiers travaux d'analyse (stage de master de J. Faroux en 2015) des données de suivi hydrologique ont déjà dévoilé une grande diversité de fonctionnement hydrodynamique des émergences et de la rivière qu'il est nécessaire d'analyser plus précisément. On procédera en 2 étapes :

i) approfondir l'analyse des chroniques de données pour affiner le fonctionnement de l'hydrosystème
Il s'agira de poursuivre une analyse « fonctionnelle » en se basant sur des techniques de traitement du signal. La structure du signal précipitation/débit se manifeste notamment par une inertie, une amplitude, une pente de tarissement et de mise en charge et d'éventuels effets de seuils à différentes échelles temporelles (météorologique et saisonnière) [Ré-Bahaud, 2012]. La méthode consistera à étudier les

relations entre la structure des signaux de sorties (débit, conductivité, température à l'exutoire) et les propriétés hydrodynamiques de l'aquifère par ACP spatialisée par exemple pour déterminer d'éventuelles entités spatio-temporelles de fonctionnement de l'hydrosystème karstique différentes ou identiques selon différents scénarios de pluies, de remplissage du karst ou de conditions de débits à l'amont des gorges karstiques.

ii) adopter un angle d'analyse hydrogéomorphologique pour améliorer la compréhension de l'hydrosystème karstique

Il s'agit de replacer les fonctionnements caractérisés dans une description géomorphologique et celle de son évolution incluant les niveaux de base. Celle-ci est déployée à partir des morphologies superficielles et endokarstiques [Martin, 1991]. Ceci suppose d'analyser les données spéléologiques collectées sur et dans les deux parties (nord et sud) du plateau karstique. Globalement, il s'agira d'envisager les conséquences morphologiques de la régression messinienne, de prendre en compte les évolutions morphologiques (glyptogénèse) liées aux oscillations climatiques quaternaires afin d'analyser la relation entre les morphologies karstiques et les modalités de fonctionnement pour au final essayer de mieux comprendre les échanges entre la masse carbonatée et la Cèze lors des phases de crue.

D'un point de vue méthodologique, l'analyse hydrogéomorphologique comportera 3 aspects :

- une recherche bibliographique sur la phase messinienne et sur les conséquences des oscillations climatiques quaternaires (glyptogénèse...).
- une description plus ou moins quantifiée des formes endo et exo karstiques à partir des données acquises au cours des explorations spéléo en plongée et terrestre
- une comparaison entre les observations morphologiques et hydrologiques afin de progresser dans une caractérisation hydrogéomorphologique du karst de la Cèze.

A l'issue de ces 2 étapes et à partir des différents travaux menés à l'échelle sur les aquifères karstiques profonds (réinterprétation des profils sismiques et de la connaissance régionale de l'évolution tectonique et eustatique), une analyse complémentaire des paléosurfaces, ainsi que de la fracturation, devraient fournir des éléments qui pourront être utilisés dans cette phase du projet.

L'objectif est d'établir un modèle conceptuel de mise en place de la karstification du système karstique, non traité pour l'instant dans la thèse d'H. Chapuis. Ce type de modèle conceptuel devrait permettre de caractériser l'importance de la karstification en profondeur et visera à reconstituer les paléo directions d'écoulement et de localiser les secteurs où se trouvaient le(s) principaux paléo-exutoire(s). La cartographie des éléments endo et exo-karstiques, avec leur position altitudinale, l'identification des conduits drainants par analyse des forages existants et des topographies des plongées spéléologiques apporteront également des éléments pour la construction de ce modèle conceptuel et permettront d'identifier les secteurs éventuels à privilégier pour la reconnaissance des ressources karstiques profondes par forage.

3- Valorisation opérationnelle et scientifique

Cette dernière phase du projet prévoit deux types de valorisation :

i) Opérationnelle (à la suite des guides Nappes/Rhône et NAPROM) : Il s'agira de construire un nouveau guide technique ou méthodologique adapté au domaine karstique et intégrant les outils dédiés à l'interprétation des échanges karst/rivière (description, potentiels, limites, coûts des outils de caractérisation des échanges). Ce guide sera destiné (comme les précédents) à l'usage des gestionnaires, acteurs dans le domaine de l'eau et techniciens en environnement.

Pour ce faire, il conviendra de constituer un groupe travail réunissant experts scientifiques, gestionnaires voire acteurs locaux. Un tel groupe aura la charge de co-construction le nouveau guide.

ii) Scientifique : 1 publication dans un numéro spécial de *Karstologia* prévue. S. Jaillet qui est le Président de l'AFK est le copropriétaire de la revue avec la FFS ; il est demandeur pour intégrer les résultats du projet après avoir mieux compris et décrit le fonctionnement spécifique du karst de la Cèze en rive droite et rive gauche de la Cèze ainsi que le karst de Méjannes le Clap dans la partie sud du plateau. La partie nord du plateau est moins connue. Elle est en outre un lieu « charnière » entre le bassin versant de l'Ardèche et celui de la Cèze.