

Cadre et perspectives d'utilisation :

La méthode mise au point sur les sites de Brégnier-Cordon et de Péage-de-Roussillon a pu désormais être testée et utilisée sur plusieurs aménagements CNR. Il est désormais nécessaire de réaliser des bilans et de vérifier la cohérence des résultats sur des tronçons plus étendus le long du Rhône associant plusieurs de ces aménagements. L'étude des échanges sera effectuée selon 2 niveaux :

1) **une analyse corrélative inter-sites** qui cherchera le lien statistique entre les différentes métriques (hydraulique, biologique, géochimique) ;

2) **une recherche de la cohérence entre les typologies de secteurs fonctionnels** mises en place dans les différentes métriques.

Cette démarche constituera la première étape de la validation de l'outil. Une seconde étape consistera à vérifier l'effet des variations saisonnières sur les échanges.

L'utilisation des résultats de cette recherche nécessite de structurer l'ensemble des données de telle manière que l'on puisse aisément y accéder, en gérer les principales caractéristiques (notamment la qualité des données) et en assurer l'évolution au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles données. Pour des données géographiquement distribuées, le système de gestion de base de données le mieux adapté est un SIG. Un tel système doit permettre également d'effectuer des calculs à partir des données de base, calculs pouvant être mis à jour en cas de modification ou d'ajout de données.

L'outil, ainsi constitué, aura vocation à être utilisé sur d'autres rivières du bassin du Rhône ou appliqué aux cours d'eau d'autres grands bassins versants (ex : Loire, Seine), par les gestionnaires impliqués. La transférabilité sera facilitée par les liens existants ou potentiels avec d'autres projets de recherche : thématiques analogues de la ZAL et du PLGN 3 (Bassin de la Loire), projet national sur la gestion quantitative de la ressource en eau souterraine de l'ONEMA (lien avec le PIREN Seine), thème ZABR « Flux polluant » (Bassin du Rhône), ANR Wetchange (rivière Ain / Rhône), Sites du P10.

Références :

Baillet H., Bornette G., Déchomets R., Ferreira D., Germain A., Gibert J., Graillot D., Jezequel C., Lafont M., Marmonier P., Paran F., Piscart C., Puijalon S., Rodriguez C., Simon L., Travi Y. (2007, 2008 et 2010) - *Evaluation des échanges nappes/rivière et de la part des apports souterrains dans l'alimentation des eaux de surface (cours d'eau, plans d'eau, zones humides). Application au fleuve Rhône et à ses aquifères superficiels. Rapports finaux phases 1,2 et 3 Action recherche valorisation ZABR, Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse. École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne (ENSM-SE). Université Claude Bernard Lyon 1 (UCBL), CEMAGREF Lyon.*

Graillot D., Paran F., Mimoun D., Bornette G., Gibert J. & Cadilhac L. (2008) *Coupling groundwater modeling with biology to identify strategic water resources. In. Proceedings of the conference "ModFlow and More: Ground Water and Public Policy", organisée par Colorado School of Mines, Golden, USA, May 2008, pp209-213.*

Évaluation des échanges nappes/rivière et de la part des apports souterrains dans l'alimentation des eaux de surface : Application au fleuve Rhône et aux aquifères associés
Influence des variations saisonnières sur les échanges
Phase 3 : 2008-2010**Résumé :**

Cette action de recherche vise à l'élaboration d'une méthode de caractérisation des échanges nappes/rivière, tenant compte des influences anthropiques et s'appuyant sur la complémentarité de méthodes hydrophysiques, hydrobiologiques et hydrochimiques. Elle doit aboutir à la mise en œuvre d'un outil pour la protection de la ressource en eau et de la biodiversité du fleuve Rhône.

Contexte :

Ce projet de recherche est en lien avec l'axe thématique «risques environnementaux et vulnérabilité des milieux» de l'accord cadre Agence de l'eau/ZABR. Ce thème souligne les besoins en connaissance au niveau des zones d'interface (échanges eaux souterraines/eaux superficielles) en résonance avec l'orientation fondamentale du SDAGE «équilibre quantitatif : évolution quantitative des ressources superficielles et souterraines». Ces besoins sont aussi affirmés dans le Plan Rhône sous le volet «qualité des eaux, ressources et biodiversité : compréhension des échanges entre fleuve et aquifères». La compréhension des échanges nappes/Rhône répond bien à ce besoin de connaissance des interfaces qui a été souligné au cours de la réunion Agence de l'Eau/ZABR dédiée au développement du Plan Rhône le 19 mai 2009.

Etant donné le caractère fortement anthropisé du Rhône, la préservation du patrimoine lié à ses aquifères représente un enjeu important. Il va s'agir de caractériser les échanges entre : 1) le Rhône, ses annexes fluviales, les contre-canaux et 2) les nappes alluviales et autres aquifères en connexion avec le corridor alluvial. Il convient dès lors de développer des méthodes, voire un outil, permettant de caractériser ces échanges.

Les connaissances scientifiques à mobiliser sont nombreuses, mais éparpillées, parfois anciennes et relèvent de disciplines séparées. Pour mieux comprendre les mécanismes d'échange, il devient indispensable d'associer les méthodes qui peuvent être mobilisées dans ce domaine (écologie, biodiversité taxonomique et fonctionnelle, modèles hydrodynamiques, hydrogéochimie...) en relation avec les conditions de milieu (qualité et origine des aquifères, capacités d'échanges...).

Cette troisième phase de travail est de plus cofinancée par la région PACA.

Contacts :

Didier GRAILLOT et Frédéric PARAN
École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne (ENSM-SE)
Centre SITE
158, cours Fauriel 42 023 Saint-Étienne Cedex 2
E-Mail : graillot@emse.fr ; Tél : 04 77 42 01 30 ; Fax : 04 77 42 66 33

Objectifs (phase 3) :

La phase 1 a consisté au préalable à dresser un inventaire (bibliographie, données...) des connaissances tout au long du fleuve Rhône. Elle a conduit à initier une méthode interdisciplinaire pour la caractérisation des échanges nappes/Rhône et à sélectionner un secteur test : la chute CNR de Brégnier-Cordon (Rhône amont).

La phase 2 a permis de :

- 1) Réaliser un complément bibliographique international concernant les méthodes hydrophysiques appliquées sur des cours d'eau à l'étranger ;
- 2) Mettre au point la méthode de caractérisation des échanges nappes/rivières à partir de différentes métriques sur le secteur test sélectionné (Brégnier-Cordon) :
 - métrique hydrophysique : caractérisation de échanges fondé sur une méthode d'analyse SIG ;
 - métrique hydrobiologique : évaluation des échanges à partir des végétaux aquatiques, ou macrophytes, et des invertébrés souterrains ;
 - métrique géochimique à partir des traceurs physico-chimiques classiques et isotopiques ;
- 3) Superposer et croiser, à l'aide du SIG, les différentes métriques sur le secteur de Brégnier-Cordon pour une caractérisation plus robuste des échanges mis en évidence en phase 1 en expliquant les convergences et/ou les divergences.

Pour la phase 3 le choix a été fait de travailler sur un nouveau secteur différent dans ses caractéristiques des deux secteurs étudiés précédemment et représentatif du fleuve pour la partie aval : la chute CNR de Donzère-Mondragon. La méthode mise en œuvre en phase 2 a été à nouveau utilisée. De plus, l'étude s'est aussi intéressée à évaluer l'impact des variations saisonnières sur les échanges nappes/rivière.

Intérêt opérationnel :

Ce travail de mise en œuvre méthodologique contribuera à la préservation de la ressource en eau et de la biodiversité sur le bassin du Rhône et pourra être mobilisé par exemple dans des contextes de gestion équilibrée et de résolution de conflits d'usage sur la ressource. La finalité de ce travail est tant scientifique qu'opérationnelle, et vise à produire un outil d'interprétation des échanges nappes/Rhône, assorti de préconisations pour la gestion de la ressource en eau et de la biodiversité. Ce programme est labellisé Plan Rhône et il bénéficie à ce titre d'un soutien financier complémentaire de la Région PACA.

Principaux résultats (Phase 3) :

1) Poursuite de l'inventaire et de l'acquisition de données et connaissances

Une partie des données hydraulique est obtenue dans le cadre d'une convention avec la CNR.

2) Diagnostic qualitatif et quantitatif des échanges avec visualisation sur support cartographique SIG des premiers résultats

La carte présentée ci-après synthétise le diagnostic fonctionnel spatialisé des échanges nappes/Rhône réalisé à l'aide des différentes métriques impliquées aussi bien en rive gauche qu'en rive droite sur le Vieux-Rhône et le canal de dérivation de la chute de Donzère-Mondragon. Les schémas accompagnant cette carte décrivent plus précisément les différentes situations observées.

3) Etude des variations saisonnières

Les variations saisonnières des échanges ont été appréhendées, notamment, à partir de 4 cartes piézométriques rendant compte d'états (saisons) hydrologiques de l'hydrosystème nappe/Rhône différents. Du point de vue hydraulique, on observe que les échanges sont plus intenses en moyennes-eaux et plus faibles en hautes-eaux. De plus, le sens de l'échange peut s'inverser d'une saison à l'autre sur certains secteurs.

Apports de nappe

Apports d'eau de nappe au fleuve Rhône

Cette configuration est détectable par les métriques hydrauliques, isotopes, invertébrés, macrophytes et physico-chimie

Apports du Rhône

Apports d'eau du fleuve Rhône à la nappe

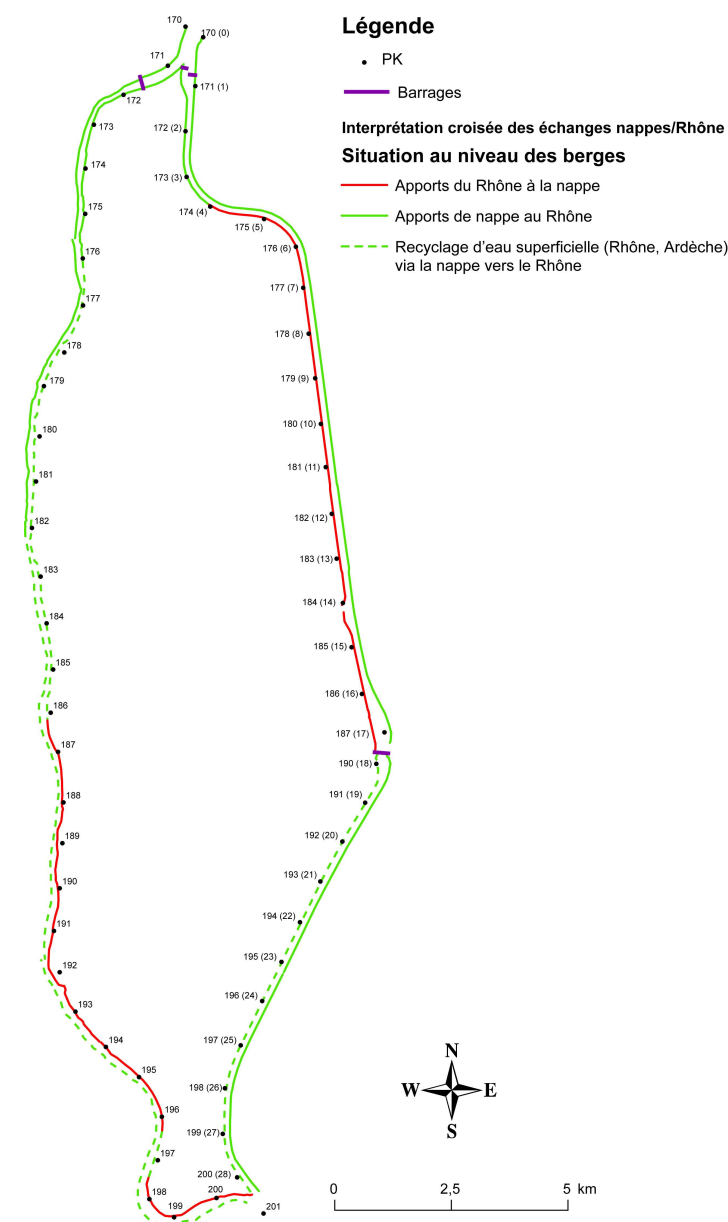
Cette configuration est détectable par les métriques hydrauliques, isotopes et invertébrés. Elle n'est pas détectable par la métrique végétation

Recyclage

Recyclage d'eau superficielle via la nappe vers le fleuve Rhône

L'eau superficielle recyclée peut provenir du Rhône lui-même ou d'affluents (ex : Ardèche). Cette eau recyclée peut par endroit être mélangée à de l'eau de nappe (non-indiqué sur la carte ci-contre).

Cette configuration est détectable par les métriques invertébrés, macrophytes et physico-chimie.



Cartographie de synthèse des échanges nappes/Rhône établie à partir des résultats des métriques hydrophysiques, biologiques, physico-chimiques et isotopiques sur le secteur test de Donzère-Mondragon (moyennes-eaux)

Vers la phase 4 (2010-2012)

Cette nouvelle phase de travail comportera les tâches suivantes :

- Etude synchrone multi-échelle et multi-métrique des échanges nappes/Rhône et entre masses d'eau souterraines différentes (confluence Rhône/Ardèche et Rhône/Aygues)
- Etude des échanges nappe/rivière en régime transitoire
- Mise en place d'une Database commune cohérente avec la nomenclature de Database existantes (ex : code BSS)
- Valorisation résultats (protocole méthodologique d'évaluation des échanges, premiers pas vers un outil opérationnel)
- Démarrage d'un travail de thèse sur des questions de modélisation à échelle locale et globale et prise en compte du régime transitoire.

La phase 5 (2012-2014) conduira à l'élaboration d'un outil dont l'exploitation permettra de caractériser les échanges nappes/Rhône sur l'ensemble du fleuve. En complément du travail précédemment réalisé, un volet concernant la caractérisation du rôle des berges dans le transport des solutés (aspects qualitatifs) pourrait être envisagé.