

## 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 (Donzère-Mondragon et Beauchastel). 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 est effectuée selon 2 niveaux :

1) **une analyse corrélative inter-sites** qui cherchera le lien statistique (corrélations) entre les différentes métriques

2) **une recherche de la cohérence entre les typologies de secteurs fonctionnels** multi-métriques.

Cette démarche constitue la première étape de la validation de la méthode. La seconde étape consiste 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 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 (Géodatabase). 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. Ces données seront mises à profit dans l'élaboration d'un guide méthodologique.

Cet outil 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, Rhin), 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 (BV Loire), projet national NAPROM sur la gestion quantitative de la ressource en eau souterraine de l'ONEMA (PIREN Seine), thèmes et actions ZABR (Bassin du Rhône), ANR Wetchange (rivière Ain/Rhône), Sites du P10.

## Références :

Paran F., Graillot D., G. Bornette, Marmonier P., Arthaud F., Piscart C., Cadilhac L. (2012) *Development of practical guidebook for water managers: a tree structured approach to characterize exchanges between alluvial aquifers and the Rhône River*. IS RIVER, Conférence internationale, Lyon, France, Juin 2012.

Arthaud F., Baillet H., Bornette G., Déchomets R., Ferreira D., Germain A., Gibert J., Graillot D., Jezequel C., Lafont M., Lalot E., Marmonier P., Novel M., Paran F., Piscart C., Puijalon S., Rodriguez C., Simon L., Travi Y. (2007, 2008, 2010 et 2012) - *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, 3 et 4 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 (<http://www.graie.org/zabr/projetstrans/index.htm>).*

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/rivières et de la part des apports souterrains dans l'alimentation des eaux de surface**

### **Préfiguration du guide méthodologique de caractérisation des échanges nappes/rivières Phase 4 : 2010-2012**

#### **Résumé :**

Cette action de recherche vise à l'élaboration d'une méthode de caractérisation des échanges nappes/rivières, 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 guide méthodologique pour la protection et la bonne gestion 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 la DCE et 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 par l'Agence de l'Eau/ZABR en lien avec le développement du Plan Rhône.

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, les autres cours d'eau et 2) les nappes alluviales et autres aquifères en connexion avec le corridor alluvial. Il convient dès lors de développer des méthodes et un outil (guide méthodologique) 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 milieux (qualité et origine des aquifères, capacités d'échanges...).

#### **Contacts :**

Didier GRAILLOT et Frédéric PARAN  
École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne (ENSM-SE)  
Centre SPIN – GéoSciences et Environnement (GSE)  
158, cours Fauriel 42 023 Saint-Étienne Cedex 2  
E-mail : [graillot@emse.fr](mailto:graillot@emse.fr) ; Tél : 04 77 42 01 30 ; Fax : 04 77 42 66 33





## Objectifs (phase 4) :

La phase 1 a consisté à dresser un inventaire des connaissances tout au long du fleuve Rhône. Elle a conduit à mettre en œuvre 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 :

- réaliser un complément bibliographique international concernant les méthodes hydrophysiques appliquées sur des cours d'eau à l'étranger ;
- mettre au point la méthode de caractérisation des échanges nappes/rivières à partir de différentes métriques sur le secteur test sélectionné (Brégnier-Cordon)
- superposer et croiser, à l'aide du SIG.

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/rivières.

Dans la continuité de la phase 3, **les objectifs de la phase 4 sont les suivants :**

- Complément au diagnostic des échanges nappes/rivières sur le secteur de Donzère-Mondragon confluence Rhône/Ardèche
- Diagnostic complet et synthétique des échanges sur le secteur de Beauchastel confluence Rhône/Eyrieux incluant les variations saisonnières
- Développement d'une méthode de comparaison des métriques et typologie des échanges nappes/rivières
- Avancement des travaux de modélisation des échanges nappes/rivières sur le secteur de Péage-de-Roussillon (thèse Eric Lalot)
- Préfiguration du guide méthodologique

## 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/rivière en milieu alluvial (guide méthodologique), assorti de préconisations pour la gestion de la ressource en eau et de la biodiversité. Ce programme est labellisé Plan Rhône et il a bénéficié à ce titre d'un soutien financier complémentaire de la Région PACA en phase 3.

## Principaux résultats (Phase 4) :

- 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.
- Détermination d'une typologie des échanges nappes/rivières** [7 situations inventoriées : 1) nappe vers rivière, 2) rivière vers nappe, 3) pas d'échange, 4) colmatage, 5) sous-écoulement, 6) recyclage, 7) mélange]
- Comparaison des métriques fondée sur un tableau de croisement incluant un système de pénalité pour élaborer un diagnostic synthétique**
- Diagnostic synthétique multi-métriques des échanges avec visualisation sur support cartographique SIG des premiers résultats.** La carte présentée ci-après synthétise le diagnostic fonctionnel spatialisé des échanges nappes/rivières réalisé à l'aide des différentes métriques impliquées.
- Préfiguration du guide méthodologique** [5 chapitres : 1) Les échanges nappes/rivières (enjeux, fonctionnement), 2) Principe de la démarche (outils, métriques), 3) Avancer dans l'évaluation, 4) Mise en œuvre des méthodes, 5) Conclure sur les échanges (cartes de synthèse)]

### Apports de nappe

*Apports d'eau de nappe à la rivière*

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

### Apports de la rivière

*Apports d'eau de la rivière à la nappe*

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

### Sous-écoulement

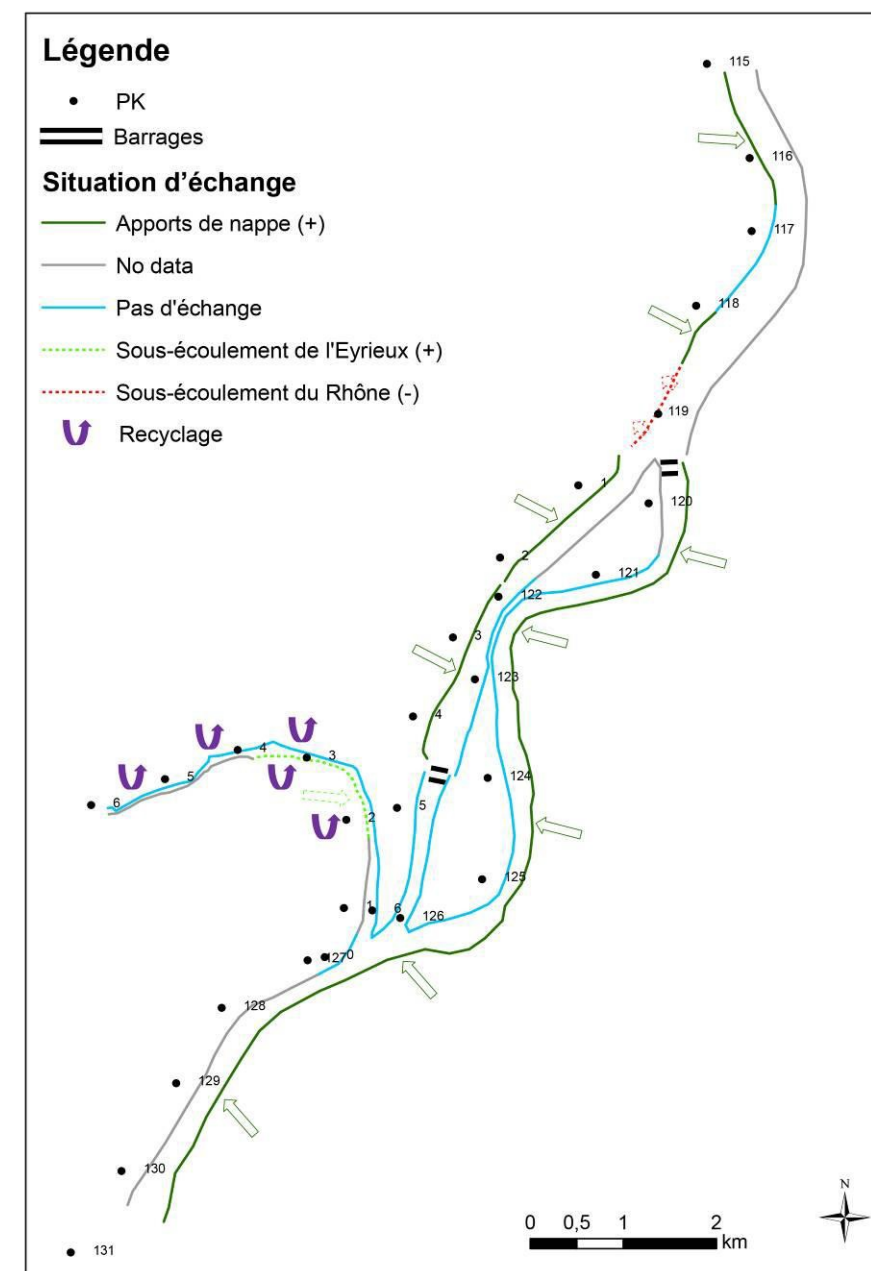
*Reprise du sous-écoulement de la rivière*

Cette configuration est détectable par les métriques invertébrés et macrophytes

### Recyclage

*Boucle de reprise d'infiltration et d'exfiltration d'eau de rivière sur de courtes distances*

Cette configuration est uniquement détectable par la métrique invertébrés



Cartographie de synthèse des échanges nappes/rivières établie à partir des métriques hydrophysiques, biologiques, physico-chimiques sur le secteur test de Beauchastel confluence Rhône/Eyrieux (moyennes-eaux)

## Vers la phase 5 (2012-2014)

Cette nouvelle phase de travail comportera les tâches suivantes :

- 1. Approfondissement méthodologique :**
  - transposabilité de la méthodologie hors alluvions du Rhône
  - prospection pour choix du site (ex : confluence Doubs/Loue - BV de la Saône)
- 2. Instrumentation et mesures complémentaires :**
  - sondes de pression enregistrées (thèse E. Lalot)
  - imagerie IRT (Péage-de-Roussillon, Donzère-Mondragon, Cèze)
- 3. Finalisation du guide méthodologique pour le bassin RMC**
  - rédaction du prototype du guide (fin 2013)
  - test du guide (début 2014) et modifications (courant 2014)
  - édition du guide (fin 2014)
- 4. Soutenance de thèse (Eric Lalot)**