

## Cadre d'utilisation :

En termes de transférabilité à l'échelle du fleuve, cette méthodologie sera mobilisée sur d'autres aménagements CNR. A terme, il conviendra de réaliser des bilans et de vérifier la cohérence des résultats sur des tronçons plus longs associant plusieurs de ces aménagements. L'étude des échanges se fera 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 constitue la première étape de la construction de l'outil.

Les phases suivantes (2008-2012) conduiront à l'élaboration d'une méthodologie d'analyse, voire d'un outil, à son test et son ajustement, pour au final étendre son exploitation pour caractériser les échanges nappes/Rhône. Un travail de modélisation à échelle locale et globale pourra être envisagé si nécessaire.

L'utilisation des résultats de cette recherche passe par la structuration des données (hydrophysiques, hydrobiologiques, hydrochimiques) de telle manière que l'on puisse aisément y accéder et en gérer les principales caractéristiques, en particulier la qualité en fonction de leur origine et de la faire évoluer au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles données. S'agissant de données géographiquement distribuées, le système de gestion de base de données le mieux adapté pour le faire est un SIG. Le système doit permettre également d'effectuer des calculs à partir des données de base, calculs pouvant être mis à jour en cas de modification des données et permettre d'éventuelles modifications et ajouts importants sans avoir à remettre en cause toute la structure et les requêtes préprogrammées des utilisateurs.

## Référence :

Bornette G., Déchomets R., Ferreira D., Germain A., Gibert J., Graillot D., Lafont M., Paran F. & Puijalon S. (2007) - Évaluation 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. Rapport final phase 1 (année 1), Action recherche valorisation ZABR n°A11, Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse, École Nationale Supérieure des Mines de Saint-Étienne (ENSM-SE), Université Claude Bernard Lyon 1 (UCBL), CEMAGREF Lyon, 176p. + Annexes (133p.), mai 2007.

## Évaluation des échanges nappes/rivière et de la part des apports souterrains dans l'alimentation des eaux de surface : Application au fleuve Rhône et à ses aquifères superficiels

*Phase 1 : 2006/2007*

### Résumé:

Cette action de recherche vise à l'élaboration d'une méthodologie d'évaluation 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 :

Cette recherche est en lien avec le Plan Rhône, volet « ressource et biodiversité », pour la caractérisation des milieux aquatiques. La question de la qualité l'eau y est centrale, d'autant que la nouvelle Loi sur l'eau prévoit l'identification des ressources stratégiques AEP assortie d'une priorisation de cet usage. La question de la vulnérabilité des ressources est aussi prépondérante. A l'échelle du Rhône, il va s'agir de déterminer quels secteurs dépendent de la nappe et/ou du fleuve, et de considérer le devenir de la ressource sur le long terme aussi bien sur le plan qualitatif que quantitatif.

Étant donné le caractère fortement anthropisé du Rhône, la préservation du patrimoine lié à ses aquifères représente un enjeu important. Cette action de recherche est conçue de manière à répondre aux attentes l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse dont il ressort un besoin évident en termes de connaissance et de caractérisation des 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 une méthodologie, 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 des végétaux aquatiques, biodiversité taxonomique et fonctionnelle des communautés d'invertébrés souterrains, 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 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



Compagnie Nationale du Rhône  
L'ÉNERGIE À L'ÉTAT PUR



Fiche ZABR N°1

## Objectifs (phase 1) :

Il s'agit donc de proposer une méthodologie interdisciplinaire, puis un outil, pour la caractérisation et l'évaluation, tant qualitative que quantitative, des échanges nappes/Rhône. La mise en œuvre est déclinée en différents objectifs :

- inventaire des documents et données existantes pour rédiger une synthèse interdisciplinaire intégrant les aspects quantitatifs et qualitatifs le long du Rhône, et constituer une base de données ;
- diagnostic qualitatif des échanges avec visualisation sur support cartographique SIG des premiers résultats afin d'élaborer des critères de sectorisation amont-aval et de définir les zones prioritaires à étudier ;
- intégration des informations identifiées au géorépertoire ZABR ;
- sélection d'un secteur d'étude suffisamment documenté comme premier pas dans la construction de l'outil.

## 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.

## Principaux résultats (phase 1) :

### 1. État actuel des méthodes et connaissances pour l'évaluation des relations d'échange entre le fleuve Rhône et ses nappes d'accompagnement

L'approche bibliographique montre tout l'intérêt d'une évaluation multidimensionnelle des échanges nappes/rivière. En effet, les méthodes quantitatives physiques d'évaluation des échanges produisent des résultats dont il est difficile de contrôler l'incertitude. Le croisement avec les dimensions hydrobiologiques et hydrochimiques devient très intéressant pour valider ou infirmer les relations d'échange.

Les sources de données et références répertoriées ont été intégrées dans une base de données, disponible sur CD-ROM, contenant environ 500 entrées en phase de saisie dans le géorépertoire ZABR.

### 2. Sectorisation du cours du Rhône du lac Léman au delta de Camargue

Cette sectorisation a été établie tout au long du Rhône français en combinant des critères géographiques, anthropiques, climatique, hydrogéologique... Ce travail a permis d'aboutir à :

- une schématisation des différentes configurations hydrogéologiques sur le Haut-Rhône pour faciliter l'analyse des échanges ;
- des hypothèses d'échange nappes/Rhône par secteur qu'il conviendra de valider.

### 3. Sélection d'un secteur test : l'aménagement CNR (Compagnie Nationale du Rhône) de Brégnier-Cordon (Ain, France)

Ce secteur a été sélectionné à partir de 3 critères de choix principaux :

- il est relativement peu anthropisé même si les ouvrages CNR y sont présents ;
- il existe des données sur les plans hydrauliques (données fournies par la CNR dans le cadre d'une convention CNR/ENSM-SE signée en janvier 2007) et biologiques (invertébrés souterrains et végétation aquatique) ;
- il s'agit d'un secteur ou des hypothèses sur les échanges nappe/Rhône ont été pré-identifiées à grande échelle.

L'ensemble des informations hydrauliques (gradients hydrauliques de nappe, débits des contre-canaux, débits du Rhône et des affluents, débits de fuite des digues...), physico-chimiques (conductivité) et biologiques (données d'invertébrés souterrains et de macrophytes) acquises entre les pK 106 et 98,5 (soit 7,5 km) à partir des différentes sources (données bibliographiques, calculs, mesures, prélèvements) propose en première approche des résultats cohérents concernant l'identification des échanges. Les données hydrauliques permettent de calculer des apports souterrains, relativement limités, compris entre 11 et 116 l/s par km de berge, vers le Rhône et les contre-canaux, là où ils existent. Ces apports représentent un total d'environ 340 l/s pour 7,5 km. Ils ne représentent pas une réserve stratégique en eau souterraine pouvant faire l'objet de captages supplémentaires. Il est cependant nécessaire de la protéger des pollutions de versant ayant été mises en évidence par les indicateurs végétaux et les mesures de conductivité.

### 4. Vers la phase 2...

Ce premier travail, réalisé sur un secteur de taille réduite comme celui de Brégnier-Cordon est donc encourageant. Il a permis d'initier l'étude des mécanismes d'échanges de façon interdisciplinaire en se confrontant au terrain. Le diagnostic de Brégnier-Cordon sera complété lors de la phase 2, pendant laquelle un nouveau secteur sera sélectionné sur le Bas-Rhône.

Par la suite, pour chaque secteur étudié, si les différents points de vue (hydraulique et biologique) sont cohérents, il sera possible d'évaluer le sens de l'échange entre la nappe et le fleuve et son intensité. Par la même occasion, s'il s'agit de zones plus anthropisées, des paramètres de qualité (pollution de la nappe vers la rivière ou inversement) seront déduits. Si les différents points de vue ne convergent pas vers une même évaluation des échanges, un ré-examen des données sera nécessaire (évaluation des erreurs de mesure de débit, condition d'échantillonnage des données biologiques...). Des données complémentaires devront alors être acquises (ex : hydrochimie isotopique). Sur le plan hydraulique, un modèle physique pourra être mobilisé, s'il existe, pour obtenir une autre source d'information.

Dans la prochaine phase de travail, il est également important de tester l'apport de la géochimie qui permettra de connaître l'origine des eaux souterraines et leur temps de séjour dans les nappes. Ce sont des paramètres qui doivent être cohérents avec les interactions identifiées à l'aide des méthodes physiques et biologiques.



Le Rhône et un contre-canal sur la Chute CNR de Brégnier-Cordon  
(Source : R. Déchomets, ENSM-SE)