

Cadre d'utilisation :

En termes de transférabilité à l'échelle du fleuve, cette méthodologie commence à être utilisée sur d'autres aménagements CNR. A terme, il est prévu de réaliser des bilans et de vérifier la cohérence des résultats sur des tronçons plus longs 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 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 validation de l'outil.

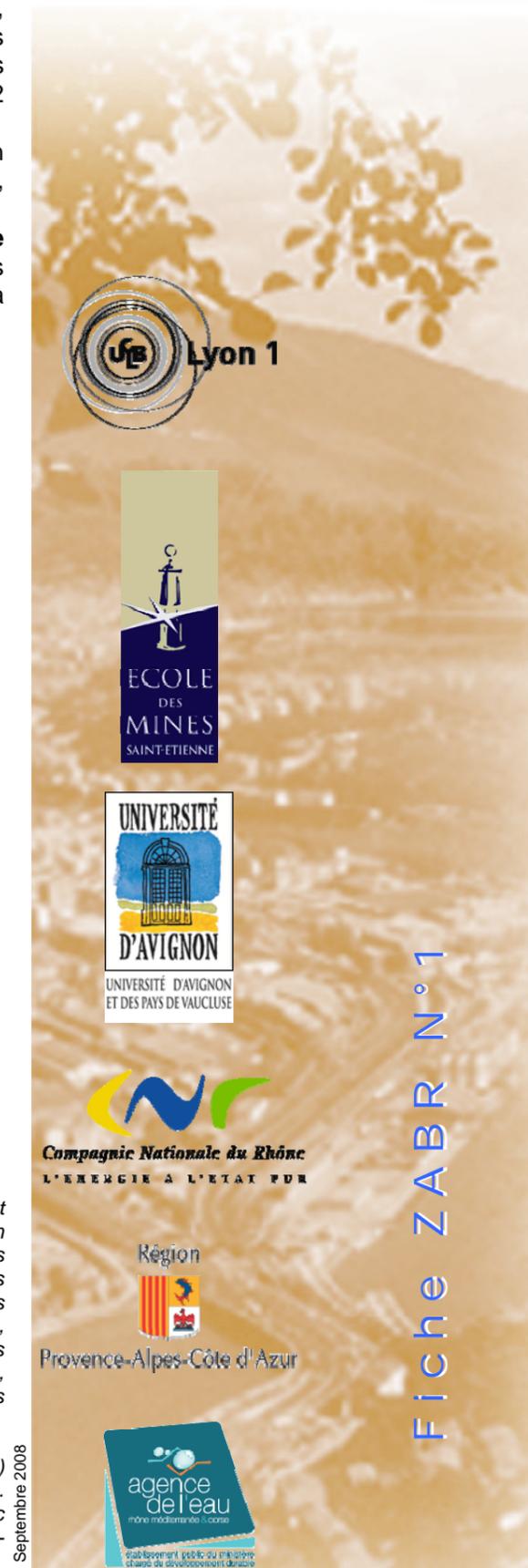
L'utilisation des résultats de cette recherche passe par la structuration des données (hydrophysiques, hydrobiologiques, hydrochimiques) de telle manière que l'on puisse aisément y accéder et en gérer les principales caractéristiques, en particulier la qualité en fonction de leur origine et de la faire 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.

L'outil, ainsi constitué, pourrait être utilisé sur les rivières du bassin du Rhône ou appliqué aux cours d'eau d'autres grands bassins versants (ex : Loire), par les gestionnaires impliqués. La transférabilité sera facilitée par les liens existants ou potentiels avec d'autres projets de recherche : Projet Européen (Allemagne/Roumanie), thématiques analogues de la Zone Atelier Loire et du Plan Loire Grandeur nature (Bassin de la Loire), thème ZABR « Flux polluant » (Bassin du Rhône), ANR Wetchange (rivière Ain / Rhône), Sites du P10 (ex : secteur de Donzère-Mondragon / Rhône) autres actions de recherche ZABR (ex : secteur de Jons / Rhône).

Références :

Bornette G., Déchomets R., Ferreira D., Germain A., Gibert J., Graillot D., Jezequel C., Lafont M., Marmonier P., Paran F., Piscart C., Puijalon S., Simon L. (2007 et 2008) - 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 et 2, 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. 167p. + Annexes (rapport phase 1 : 2007) ; 129p + Annexes (rapport phase 2 : 2008).

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 à ses aquifères superficiels

Phase 2 : 2007-2008

Résumé :

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

Cette recherche s'inscrit dans volet « ressource et biodiversité » du Plan Rhône 2, qui vise à une caractérisation des milieux aquatiques. La question de la qualité de 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 donc essentielle. A l'échelle du Rhône, il va s'agir de déterminer sur quels secteurs les apports de la nappe et/ou infiltrations venant du fleuve sont prépondérants, et de considérer le devenir de la ressource sur le long terme aussi bien sur le plan qualitatif que quantitatif.

Etant 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 de l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse qui révèlent 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

Objectifs (phase 2) :

Lors de la phase 1 du projet une méthodologie interdisciplinaire pour l'identification et l'évaluation des échanges nappes/Rhône a été développée. La mise en œuvre de l'outil d'analyse hydrobiogéonumérique qui en est issu a permis de traiter un secteur test sur le Rhône à l'amont de Lyon (Brégnier-Cordon). La méthodologie interdisciplinaire de caractérisation des échanges repose sur :

- une approche spécifique fondée sur 3 métriques principales : hydrophysique (hydrogéologie quantitative), hydrobiologique (indicateurs biologiques) et géochimique (traceurs chimiques) ;
- une interprétation croisée des résultats obtenus pour chaque métrique.

La phase 2 est déclinée en 3 principaux objectifs :

1) Réaliser un complément bibliographique international concernant les méthodes hydrophysiques appliquées sur des cours d'eau à l'étranger (ex : USA, Australie, Angleterre, Pays-Bas, Israël...), notamment les bilans de masse, les méthodes de télédétection et la modélisation numérique ;

2) Mettre au point la méthodologie de caractérisation des échanges à partir des métriques hydrophysiques et biologiques :

- métrique hydrophysique à partir des configurations hydrogéologiques dans lesquelles se déroulent les échanges et de l'hydrogéologie quantitative, notamment la Loi de Darcy, et les techniques d'analyse spatiale sous SIG ;

- métrique hydrobiologique à partir de deux types d'indicateurs : d'une part les végétaux aquatiques, ou macrophytes, sensibles aux variations thermiques dues aux apports d'eaux souterraines, à la trophie du milieu aquatique et aux perturbations ayant pour origine la dynamique fluviale ; d'autre part, les invertébrés souterrains marqueurs des arrivées d'eaux de la nappe ;

- initiation sur le secteur de Brégnier-Cordon d'un premier essai fondé sur la métrique géochimique à partir des traceurs physico-chimiques classiques (ex : conductivité de l'eau, teneurs en nitrates et sulfates) et isotopiques (ex : deutérium et oxygène 18) ;

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 en expliquant les convergences et/ou les divergences.

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 s'inscrit dans le Plan Rhône et bénéficie à ce titre d'un soutien de la Région PACA.

Principaux résultats (Phase 2) :

1) Poursuite de l'inventaire des données et connaissances

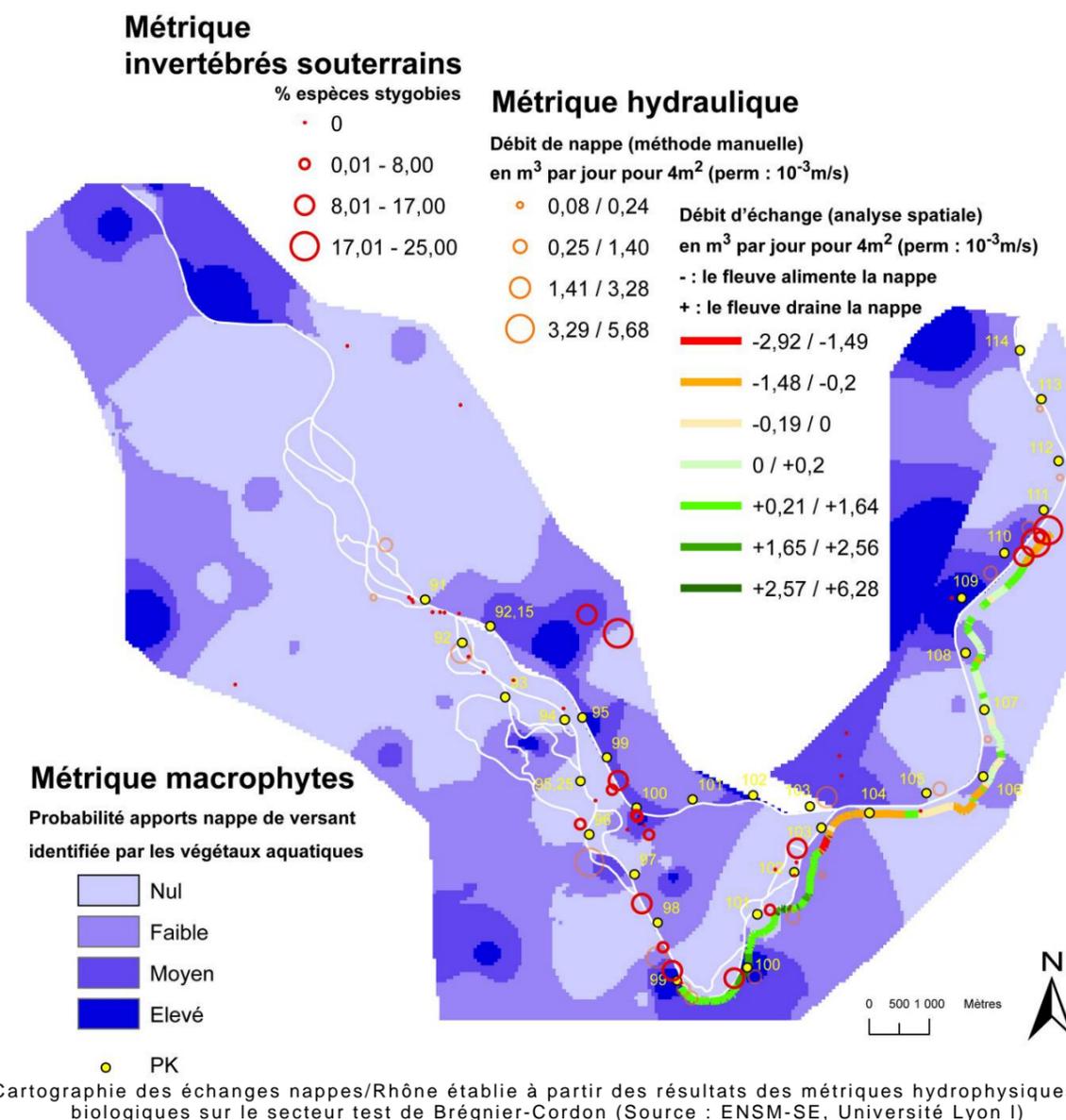
Une synthèse interdisciplinaire intégrant les aspects quantitatifs et qualitatifs le long du Rhône a été rédigée, permettant de constituer ainsi une base de données. Cette synthèse a été complétée au niveau international pour l'étude des échanges nappes/rivière sur d'autres grands cours d'eau.

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

- sur 2 secteurs, celui de Brégnier-Cordon (Haut-Rhône) (voire figure) et celui de Péage-de-Roussillon (Rhône-Moyen), à partir de données fournies par la CNR entre autres, des apports de nappes évalués respectivement à $0,55\text{m}^3/\text{s}$ et $0,95\text{m}^3/\text{s}$;
- intégration des informations identifiées au géorépertoire ZABR ;

- sélection d'un second secteur d'étude suffisamment documenté comme test de l'outil dans un contexte méridional (Donzère-Mondragon) en vue d'une application générique à l'ensemble du fleuve.

De ces résultats découlent des préconisations en matière de gestion de l'eau et de la biodiversité concernant par exemple la régulation de la thermie de l'eau et le maintien de l'inondation des zones humides en période estivale conditionnant la biodiversité, la protection et l'intensité de prélèvement dans les captages, les potentialités de réalimentation des nappes...



Vers la phase 3...

Les actions futures à conduire dans le cadre de la phase 3 (2008-2009) seront essentiellement consacrées à l'application de l'outil de caractérisation des échanges nappes/Rhône sur de nouvelles chutes CNR. La question essentielle du régime transitoire sera traitée pour tenir compte des variations hydrologiques saisonnières et intégrer de ce fait cet outil dans les réflexions portant sur la gestion des ressources en eau dans le contexte du changement global. Une autre réflexion portera sur la question de l'apport de métriques complémentaires comme des indicateurs géomorphologiques et paysagers.

Les phases suivantes (2010-2012) conduiront à l'élaboration d'un outil dont l'exploitation permettra de caractériser les échanges nappes/Rhône sur l'ensemble du fleuve. Un travail de modélisation à échelle locale et globale pourra être envisagé si nécessaire.