

# Thème changements climatiques et ressources

## Bilan 2006-2009

### Perspectives 2010-2013

(Coordination : D. Graillot, EMSE – C. Piscart, Université Claude Bernard Lyon 1)

---

#### 1. Les résultats marquants du projet :

Le thème « Flux hydriques, contraintes climatiques, ressources » est abordé de façon interdisciplinaire avec l'étude des relations entre hydrologie, hydrogéologie, géomorphologie, biologie (communautés aquatiques superficielles et invertébrés souterrains), usages anthropiques et perception des milieux. Les principaux résultats acquis se regroupent en trois ensembles :

##### - **Réponses hydrologiques aux changements climatiques**

L'évaluation de l'impact du changement climatique sur l'hydrologie du Rhône et de ses principaux affluents a fait l'objet d'une reconstitution de l'historique du fonctionnement hydrologique naturel du bassin. Des prédictions de séries temporelles futures ont ensuite été élaborées sur la base de plusieurs scénarii prenant en compte la pluviométrie en fonction de l'altitude, les stocks de neige et les périodes de fonte. Ces modèles prévoient une réduction des débits aux étiages estivaux (programme GICC Rhône ; Engeland & al., 2006 ; Bravard, 2008).

Au sein d'un travail de thèse, une modélisation a permis de combiner les effets du changement climatique sur la ressource en eau du bassin de la Saône et d'incorporer le comportement des usagers dans cette perspective selon divers scénarios d'ajustement ou non-ajustement de la demande à une ressource décroissante. Ce travail a permis à partir de scénarios climatiques fins à l'échelle du bassin, d'évaluer les modifications hydrologiques qui en découlent et les impacts sur les usages. (thèse Jan KAVAN 2006-2010)

##### - **Flux hydriques et ressources en eau**

Les deux premières phases du programme de recherche sur l'évaluation des échanges hydrauliques existant entre le Rhône et ses nappes d'accompagnement sont achevées et une 3<sup>ème</sup> phase du programme est en cours de réalisation (programme Agence de l'Eau - Plan Rhône). Les 2 premières phases (mars 2006-mars 2008) ont permis d'aboutir :

- à une synthèse bibliographique interdisciplinaire en matière d'échanges nappes/rivière et un recensement des données existantes,
- à plusieurs sectorisations du fleuve Rhône en fonction des données existantes et à des hypothèses concernant l'identification des échanges nappes/Rhône,
- à la schématisation des configurations hydrogéologiques dans lesquelles se déroulent ces échanges sur le Haut-Rhône, le Rhône-Moyen et le Bas-Rhône,
- à l'estimation des apports de nappe par l'utilisation combinée de métriques hydrogéologiques et biologiques (communautés végétales et invertébrées souterrains) sur plusieurs secteurs du fleuve.

Du point de vue hydrogéologique, sur le secteur de Brégnier-Cordon (Haut Rhône), les sites étudiés montrent des apports souterrains relativement limités vers le Rhône et les contre-canaux (canaux de drainage situés au pied de la retenue hydroélectrique). Ces apports représentent un total d'environ 340 l/s pour 7,5 km. En terme d'usage, ceci signifie que les aquifères étudiés ne représentent pas une réserve suffisante en eau souterraine et ne devraient donc pas faire l'objet de captages supplémentaires. Le travail portant sur les métriques biologiques a abouti à une sectorisation de la plaine en terme d'influence phréatique, qui est mis en correspondance avec les résultats fournis par l'étude hydrogéologique, et qui démontre la grande sensibilité de la combinaison de métriques biologiques et hydrologique pour l'estimation des apports phréatiques. (Dauvergne, 2006 - Graillot & al., 2008 – Paran & al., soumis ). Ce type de synthèse est cependant à pondérer en fonction de la densité des données disponibles dans chacun des domaines.

- **Flux hydriques et ressources biologiques (zones humides)**

Le site Zones humides est celui pour lequel les interactions avec le thème « flux hydriques, contraintes climatiques et ressources » sont les plus importantes. Dans le cadre des recherches conduites sur le fonctionnement des zones humides fluviales, il s'agit de déterminer l'importance, la nature et la capacité de contrôle des apports phréatiques sur zones humides et leur fonctionnement. Ce travail s'intègre complètement dans l'évaluation des échanges hydrauliques existant entre le Rhône et ses nappes d'accompagnement puisqu'il s'agit de confronter les métriques biologiques et les modèles hydrogéologiques sur plusieurs sites tests, pour les appliquer ensuite à l'échelle de l'ensemble du fleuve. Une cartographie du type de relation des zones humides avec les nappes et leur vulnérabilité à l'échelle de l'ensemble du fleuve Rhône pourra à terme être établie (partenariat ENMSE, UMR 5023). (programme cluster environnement, Life Ain, Plan Rhône) (Bornette & al., 2007 – Bornette & al., 2009).

- **Résultats complémentaires**

Plusieurs collaborations sur différents sites ateliers ont permis d'intégrer les mesures de flux hydriques dans un contexte pluridisciplinaire : hydrogéomorphologie sur le site Drôme (Life Eaux et Forêt) (Liebault & al., 2006) ; l'influence des variables de forçage climatique sur le rôle morphodynamique des crues (propagation des MES, charriage des sédiments, flux de carbone – programme Cemagref) et la gestion des barrages EDF (site Arc Isère - programme Cemagref) (Camenen & al., 2008 - Mano & al., 2009) ; l'impact des rejets urbains sur les eaux de nappe et les rivières (ANR Precod : Ecopluie - site OTHU) (Foulquier & al., 2009). On citera notamment l'approche géohistorique et systémique du risque de crue en milieu urbain (Combe 2007). Une analyse du système hydrologique actuel et la reconstitution des différentes grandes crues connues (historiques et de référence), a montré qu'il y a une contraction du champ d'inondation, sauf en rive droite du fleuve en amont de Lyon où l'aléa a plus que doublé. La modification de cet aléa est la conséquence de l'impact direct des endiguements réalisés au XIX<sup>ème</sup> siècle pour la navigation et la lutte contre les crues. L'approche géohistorique, fondée sur un système d'information ad hoc, a démontré son intérêt pour une analyse globale des phénomènes. Cette approche peut aussi contribuer à la gestion du risque d'inondation en tant qu'outil d'explicitation et de sensibilisation de la population urbaine et aider à promouvoir une nouvelle culture du risque en milieu fluvial urbain.

## 2. Les perspectives de recherche action :

Le projet scientifique pour la période 2010-2013 s'articule autour de 3 volets :

### 2.1 **Flux hydriques souterrains, ressources en eau et réaction des écosystèmes superficiels**

Cette étude pluridisciplinaire comportera une approche multiéchelle, une prise en compte des échanges en régime transitoire et une modélisation multimétrique.

L'étude synchrone multi-échelle et multi-métrique des échanges nappes/Rhône sera ciblée sur la confluence Ardèche/Rhône et des Terrasses d'Orange/Avignon, avec une caractérisation des échanges et traitement par analyse spatiale géométrique. Afin de vérifier ces échanges, la métrique biologique sera établie à partir de prélèvements d'invertébrés et de macrophytes en fonction des stations échantillonnables.

Les échanges en régime transitoire seront pris en compte après avoir identifié un site d'étude pertinent où l'alternance temporelle du sens et de l'intensité des échanges nappes/fleuve sera avérée (Jons, Plaine de Perrault, Brégnier-Cordon...).

Ces travaux conduiront :

- à la mise en place d'une base de données commune cohérente avec la nomenclature de Database existantes (ex : code BSS)

- à la modélisation multi métrique et emboîtée des échanges nappe /rivières avec application sur le Rhône. Deux possibilités existent pour mettre en place cette modélisation :
  - soit à utiliser une fonction SIG d'analyse spatiale à grande échelle permettant de calculer automatiquement les gradients hydrauliques de nappes correspondant aux différentes configurations d'échange
  - soit à faire appel à une technique de modélisation à grande échelle fondée sur une méthode par éléments analytiques permettant de définir les conditions limites géométriques et hydrauliques sans discrétiser en mailles fines l'ensemble de la zone.
 Les métriques biologiques (basées sur les invertébrés souterrains et les macrophytes) seront croisées aux métriques hydrogéologiques afin d'obtenir une vision globale et dynamique des ces échanges..

Ce programme qui doit se poursuivre jusqu'en 2014 vise également une issue opérationnelle en matière d'aide à la décision pour la gestion des ressources en eau.

## **2.2 Indicateurs de réponse hydrologique des bassins versants du Rhône aux scénarios de changement climatique**

En matière de prise en compte des contraintes climatiques, il est prévu de recourir aux scénarios climatiques qui proviennent de 15 modèles utilisés pour le 4<sup>ème</sup> rapport du GIEC (forcé par le même scénario d'évolution des gaz à effet de serre (GES), le scénario médian A1B) et du modèle ARPEGE de Météo-France. Il est possible d'utiliser pour le bassin versant du Rhône un ensemble de scénarios ou projections climatiques désagrégés à une résolution de 8 km (zones climatiques cohérentes) sur une région couvrant la France et une partie de la Suisse. La méthodologie de descente d'échelle utilisée est celle développée par le CERFACS (Boé et al. 2006 ; Boé, 2007). Les propriétés climatiques régionales sont utilisées afin d'établir des types de temps discriminants pour une variable locale donnée (les précipitations pour les scénarios SCRATCH 08).

L'analyse météorologique à méso-échelle SAFRAN développée à Météo-France AN couvre la France sur une période allant de 1970 à 2005 à une résolution spatiale de 8 km sur une grille régulière en projection Lambert-II étendue. Elle comporte plusieurs paramètres (précipitations, température, vent, radiation infra-rouge, Etr et humidité) qui permettront de faire des projections sur les flux hydriques pour les horizons 2030 – 2050, ces projections dépendant bien sûr de nombreuses sources d'incertitude.

## **2.3 Effets des changements climatiques sur la « biodiversité » dans les zones humides**

Un des prochains axes de recherche du site « zones humides » sera consacré aux modifications des dynamiques hydrologiques sur la biodiversité. Dans le cadre de l'ANR CEP, le programme WETCHANGE (2010-2013) a été accepté sur le thème de la biodiversité et des fonctions des systèmes alluviaux soumis à des assècs induits par le changement climatique. L'objectif de ce programme, appliqué sur la basse vallée de l'Ain, est de construire des scénarios de la réponse écologique des zones humides de différents types aux modifications hydrologiques (débit du fleuve, niveau d'eau dans les nappes, maintien des plans d'eau, changements d'habitat) induites par le changement global (partenariat ENMSE, Cemagref, UMR 5023). Les méthodes développées font intervenir, entre autres, des travaux de modélisation hydrogéologique à différentes échelles.