

## Accord Cadre ZABR- Agence de l'Eau

### Titre du projet :

Évaluation de l'apport des données d'archives hydrologiques pour l'étude des pressions sur la ressource en eau et les milieux aquatiques dans les rivières cévenoles depuis la fin du XIX<sup>e</sup> s.

### Personnes responsables :

**Oldrich NAVRATIL**

+ Nicolas JACOB-ROUSSEAU (associé, sous-traitant, CNRS-UMR5133)

### Équipes de recherche « ZABR » concernées :

(équipe membre ou associée de la ZABR)

UMR 5600 EVS : O. NAVRATIL

IRSTEA Lyon : J.P. VIDAL, E. SAUQUET

UMR 5023 LEHNA: S. DOLEDEC

### Thème de rattachement ZABR :

"Flux, formes, habitats, biocénoses" et secondairement "changements climatiques et ressources".

### Thème de rattachement Agence de l'Eau et numéro de question:

Q 1 et Q 15

### Site ou Observatoire de rattachement ZABR:

Rivières cévenoles

### **Finalités et attendus opérationnels (1/2p):**

Le projet vise à analyser l'évolution des pressions engendrées par les prélèvements agricoles et les dérivations industrielles sur les écoulements naturels dans des bassins de moyenne montagne depuis le XIX<sup>e</sup> siècle (bassins cévenols). Les pressions sont envisagées sous plusieurs aspects : (1) physiques ou structurels car elles sont produites par des aménagements hydrauliques (prises d'eau, canaux ou biefs) ; (2) quantitatifs car elles représentent des prélèvements ou des dérivations d'une partie de l'écoulement des chenaux naturels et de possibles perturbations des biocénoses ; (3) temporels car elles ont une durée et une fréquence (saisonnaire ou annuelle ; disparition ou permanence dans le temps « long »).

Si de nombreuses études ont été menées sur les effets environnementaux des grands ouvrages, notre connaissance du rôle de ces dérivations et ou de ces prélèvements d'eau sur les écoulements et les milieux est encore assez lacunaire dans le contexte de bassins aménagés par la petite hydraulique, dont la structure spatiale est assez dispersée et les modes de fonctionnement encore incomplètement décrits (Jacob, 2015). Par ailleurs, dans l'analyse des perturbations engendrées par la petite hydraulique, l'accent a surtout été mis sur les obstacles physiques opposés au transit sédimentaire et aux flux biologiques : chaussées, barrages, prises d'eau (Walter et Merrits, 2008). Les aspects quantitatifs, moins étudiés, l'ont rarement été dans une perspective temporelle longue (Berger, 1998), alors que les enjeux actuels sont de préciser des niveaux de pression acceptables dans des bassins où la ressource est fortement sollicitée ou risque d'être sujette à une raréfaction consécutive aux changements climatiques. À ce titre, les bassins cévenols sont un terrain qui nous paraît pertinent pour mener cette approche.

L'intérêt d'une analyse rétrospective est de permettre de mesurer l'évolution positive ou négative des différents types de pressions au cours du temps et de les confronter à l'évolution de la ressource existante, en particulier dans le cas de l'agriculture. La connaissance des tendances pourrait être une information utile dans la définition de *scenarii* de gestion de la ressource. Le croisement entre les données de pressions actuelles et les indicateurs biologiques pourrait aider à mieux expliquer l'éventuelle variabilité biologique des tronçons à travers une analyse synchronique entre des biefs à trajectoires historiques distinctes. Ces approches peuvent contribuer à la définition d'états de référence en matière de gestion quantitative ou qualitative des eaux, soit pour les débits nécessaires aux communautés aquatiques, soit pour les débits prélevables. La prospection sur archives délivre également une information assez exhaustive sur les pressions représentées par les aménagements ou les obstacles ; sa structuration en une base de données peut aussi être un outil utile pour le suivi réalisé par les gestionnaires à l'avenir (suivi des ouvrages, mais aussi des prélèvements).

### **Objectifs et méthodologie (1p) :**

Les cours d'eau sont depuis longtemps aménagés par des ouvrages de dérivation de l'eau qui permettaient d'utiliser cette ressource pour des consommations (essentiellement agricoles) ou des usages énergétiques en entraînant des mécanismes (moulins, fabriques, usines). Il convient de souligner que, en dehors des grands centres industriels, cette petite hydraulique a représenté jusqu'à une époque récente la seule énergie disponible pour les besoins quotidiens. Elle était ainsi omniprésente dans tous les bassins hydrographiques, quelles que furent les densités d'implantation et les types d'aménagements. L'irrigation gravitaire, pratiquée elle aussi dans toute l'Europe – et pas seulement sur le pourtour méditerranéen – a été un élément important de la spécialisation et de l'intensification agricoles dans de nombreuses régions (Cabouret, 2003). Il en résulte que les écoulements naturels ont subi des perturbations quantitatives nettes (dans le cas de l'agriculture puisqu'une partie de l'eau est évapotranspirée par les végétaux et ne retourne pas alimenter le cours d'eau) ou seulement localisées (dans le cas des dérivations industrielles qui, entre leurs prises d'eau et leurs restitutions, génèrent des tronçons court-circuités plus ou moins longs). Ces perturbations ont par ailleurs eu une intensité variable selon la densité des aménagements et les modes de prélèvement ou de dérivation.

Elles ont donc correspondu à une pression sur la ressource et sur les milieux qui reste encore mal évaluée, la plupart des auteurs l'ayant approchée par le biais de descripteurs structurels : densité des sites ou des ouvrages, répartition spatiale dans le réseau hydrographique (Lespez, 2012). Or la présence d'un ouvrage ne suffit pas à caractériser la pression sur l'écoulement dans la mesure où les débits dérivés ou consommés peuvent être extrêmement variables d'un site à l'autre et, dans un même site, variables au cours du temps. Il est donc aussi nécessaire de caractériser la pression par l'intensité, la fréquence, la durée de l'altération des écoulements naturels. En dernière analyse, comme l'agriculture et le secteur industriel ont connu des évolutions économiques, les pressions sur la ressource hydrique ont pu connaître des changements sensibles au cours du XX<sup>e</sup> siècle, ce qui peut fournir, par comparaison, une grille d'analyse des usages contemporains de cette ressource.

Dans le cadre de ce projet, nous proposons donc de chercher à caractériser ces pressions et d'en analyser l'évolution depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et de tester une première approche de leurs conséquences quantitatives et écologiques sur les milieux aquatiques.

Ce travail sera donc mené selon deux axes :

A – pour l'analyse des pressions, il consistera à créer une base de données sur (1) la répartition spatiale des prélèvements, des aménagements, des pratiques (techniques de prélèvement) et (2) sur

la quantification des volumes mis en jeu, la caractérisation des pressions au moyen d'indices et leur évolution diachronique (fin XIX<sup>e</sup> s. – actuel).

B – pour les conséquences quantitatives et écologiques, nous évaluerons alors l'intérêt de cette base de données historiques pour (3) les analyses hydrologiques des séquences d'étiages sur le long terme (en intensité et en durée) au regard des pressions humaines et des forçages climatiques et (4) pour l'étude de la structuration des biocénoses aquatiques (la question étant de savoir si on peut identifier un lien entre des types de pressions et des biocénoses).

Le travail à mener pour le premier axe repose essentiellement sur la collecte, l'analyse critique et le traitement d'informations hydrologiques produites à partir de la fin du XIX<sup>e</sup> s. par les services des Ponts et Chaussées et le ministère de l'agriculture et constituant actuellement des archives peu exploitées : débits de dérivation, débits des canaux d'irrigation, surfaces irriguées, mesures de débits étiages et des moyennes eaux, chroniques limnimétriques depuis 1892... Elles peuvent être complétées pour les périodes plus récentes par des recensements industriels (droits d'eau) ou des statistiques agricoles. Ces informations de nature différente et de précision hétérogène feront l'objet d'une critique avant d'être traitées et d'être intégrées à une base de données.

La base de données sera structurée de façon à recenser les sites de prélèvement, le mode de prélèvement associé et les surfaces irriguées dans les bassins versants. Dans la mesure où l'analyse historique fournit en général une information plus exhaustive que la prospection de terrain, cette première étape produira un premier outil de suivi des sites de prélèvements, qui pourra être actualisé à l'avenir.

L'information quantitative relative aux débits prélevés ou dérivés sera également intégrée à cette base, de façon à faire apparaître la structure spatiale de la pression sur l'eau dans les réseaux hydrographiques. À partir de là, on pourra exprimer la pression au moyen d'indices qui seront construits à partir des valeurs quantitatives de prélèvements, des valeurs de débits caractéristiques (QMNA du RHT), et d'une prise en considération de la géométrie des tronçons concernés, selon une première approche qui a été proposée par Tscheiller (2014) et qui demandera à être affinée. Ces indices visent à s'affranchir des données brutes de prélèvements, peu comparables entre elles, puisque relatives à l'écoulement du tronçon. Ces étapes permettront de suivre l'évolution diachronique de la pression (exprimée en données brutes ou en indices).

Dans un deuxième temps, nous chercherons à tester l'intérêt que pourrait avoir cette base de données historiques pour mieux estimer le rôle joué par les prélèvements sur les écoulements faibles (étiages) et sur les biocénoses.

Du point de vue hydrologique, certains documents d'archives déjà consultés laissent en effet soupçonner que les prélèvements exagèrent l'intensité des situations critiques (aussi bien d'un point de vue quantitatif que temporel). L'objectif sera donc de chercher à modéliser les écoulements en tenant compte des pressions quantitatives et de leur évolution dans le temps. Cette approche requérant la prise en compte de nombreux facteurs qui influencent l'écoulement dans les bassins, on cherchera à mener l'analyse sur de petits bassins pour lesquels on dispose déjà de données hydrologiques précises (bassins instrumentés). Si le protocole se révélait fiable, il permettrait d'envisager une rétrolecture des étiages et une meilleure connaissance des pressions quantitatives sur les ressources. Celle-ci pourrait être alors intégrée à une modélisation de l'évolution future des écoulements dans les bassins.

L'autre volet consistera à savoir si ces informations historiques sont révélées dans le diagnostic écologique basé sur les stratégies biologiques (trait) adoptées par les différentes espèces composant les communautés de macroinvertébrés benthiques. Dans l'idée de ce diagnostic écologique, on fait l'hypothèse que les trajectoires historiques d'utilisation et d'assèchement des biefs ont induit la sélection d'espèces aux caractéristiques écologiques différentes et donc des types de communauté différents. On sait par exemple que l'assèchement des cours d'eau induit de la part des organismes une grande diversité de stratégies pour se maintenir dans un environnement changeant. On s'attend notamment à observer des formes de résistance et/ou des formes de résilience comme un temps de génération court associé à une petite taille. À l'inverse, les biefs régulièrement en eau devraient induire une certaine convergence des formes biologiques des espèces susceptibles de s'adapter aux contraintes hydrauliques de ceux-ci (forme longiligne ou aplatie, respiration branchiale et tégumentaire, pontes aquatiques cimentées...). Au stade exploratoire que nous proposons, le protocole envisagé sera de réaliser des prélèvements biologiques de macroinvertébrés benthiques suivant le protocole standard en s'appuyant sur la caractérisation des tronçons issue de l'analyse

spatiale. Trois situations types de pression actuelle (forte, moyenne, faible) orienteront le choix des sites de prélèvements ce diagnostic écologique. À partir des résultats obtenus, il sera possible de déterminer si les biocénoses aquatiques peuvent servir d'indicateur des pressions hydrauliques passées. Si les hypothèses sont avérées, cette analyse pourrait aider (1) à dessiner les trajectoires écologiques des biefs choisis, (2) à mesurer la réaction des biocénoses à l'évolution temporelle des pressions et *in fine*, (3) à mieux orienter les choix de restauration à travers une mesure de l'écart entre stratégies biologiques attendues et observées.

## **Références**

Berger L., 1998 — *Développement et ressources en eau dans trois vallées de la bordure orientale du Massif central (XIX<sup>e</sup>-XX<sup>e</sup> siècle), la Turdine, le Gier et la Cance*. Thèse de géographie et aménagement, Université de Paris IV — Sorbonne, 583 p.

Cabouret M., 2003 — L'irrigation des prés de fauche en Europe occidentale, centrale et septentrionale. Essai de géographie historique. *Revue géographique de l'Est*, volume 43/3.

Jacob N., 2005 — Prélèvements hydriques de l'agriculture et de l'industrie en Cévenne vivaraise depuis le XIX<sup>e</sup> siècle : l'apport des archives à la gestion contemporaine. *La Houille Blanche Revue Internationale de l'Eau*, 3, p. 97-102.

Jacob Rousseau N., 2015 — Water diversions, environmental impacts and social conflicts: the contribution of quantitative archives to the history of hydraulics. French cases (nineteenth century). *Water History*, 7, p. 101-129.

Lespez L. (éd.), 2012 — *Paysages et gestion de l'eau. Sept millénaires d'histoire de vallées et de plaines littorales en Basse-Normandie*. Bibliothèque du pôle rural n° 3, Presses Universitaires de Caen – MRSH, Caen, 336 p.

Tscheiller C., 2014 — *L'estimation des prélèvements en eau et de leurs impacts sur les écoulements dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle dans les bassins versants de la Grosne et de la Petite Grosne. L'intérêt des données historiques pour les études hydrologiques*. Master de Géographie (dir. N. Jacob Rousseau), Université de Lyon 2, 78 p. + annexes.

Walter R.C., Merritts D.J., 2008 — Natural streams and the legacy of water-powered Mills. *Science*, 319, p.299-304.

### **Rappels**

**Tout projet ZABR doit répondre à 5 critères** : être pluridisciplinaire, entrer dans les problématiques scientifiques de la ZABR, impliquer au moins 2 équipes du GIS ZABR, s'appliquer sur un site ou un observatoire de la ZABR, provenir d'équipes ayant une production scientifique internationale garantissant la valorisation future du travail de recherche. Tous les renseignements sont disponibles sur le site internet de la ZABR. <http://www.zabr.org>

Remarque : le critère de site ou d'observatoire peut être levé s'il est démontré : soit que l'action est en lien avec des travaux en cours sur un site ou un observatoire de la ZABR (ex : test d'un outil sur un autre secteur), soit si l'action permet une analyse comparative avec les travaux réalisés sur les sites et observatoires et nécessite de passer à l'échelle du bassin versant du Rhône.

### **Modalités d'intervention de l'Agence de l'Eau :**

Règle générale : une subvention de 50% d'un budget prévisionnel HT

**Montant global alloué par l'Agence de l'Eau sur l'accord cadre AE ZABR : 250 k€ à 300 k€/an**