

**Cadre d'utilisation:**

Ce projet a permis de mettre en place une méthode d'analyse multi-échelles pour l'évaluation de la pression sur l'eau au XIX<sup>e</sup> s. en prenant en compte les usages industriels et agricoles. Moyennant une analyse critique de l'information disponible, elle serait transposable à d'autres bassins.

Les réanalyses de données hydrométéorologiques montrent que la situation hydrologique de la fin du XIX<sup>e</sup> s. est proche de l'actuelle, ce qui confère une validité aux simulations associant des données anciennes et le RHT. Cependant, les limites propres des modèles hydro-climatiques ne peuvent être prises en compte à ce stade : les changements d'occupation des sols (les prairies ou cultures au XIX<sup>e</sup> s. devenues des forêts ou des friches actuellement) ne sont ainsi pas considérés alors qu'ils peuvent jouer un rôle hydrologique important (interception, ETP).

Subsistent aussi des incertitudes liées à la construction du RHT : la complexité locale, notamment dans les karsts, n'est pas prise en compte (pertes, sources, émergences d'écoulements alimentés par d'autres bassins versants). Toutefois, dans les bassins étudiés, cette incertitude n'affecte pas réellement les résultats car les secteurs karstiques ne comportaient que de faibles pressions agricoles ou industrielles.

Des incertitudes demeurent aussi sur l'estimation des prélèvements : la saisonnalité de l'irrigation est importante ; le rendement des dérivations et le taux de retour des eaux à la rivière sont inconnus ; la double utilisation de l'eau, agricole et industrielle, était une pratique sur quelques canaux. D'autre part, à l'échelle très locale, il faudrait affiner en prenant en compte les règles de gestion ou le jeu des négociations propre à chaque bassin et en connaissant mieux la concomitance des prélèvements agricoles et/ou industriels dans les bassins.

**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, Université de Paris IV-Sorbonne*, 583
- Jacob-Rousseau N. (2005). *Aspects de la pénurie hydrique et de sa gestion dans la Cévenne vivaraise au XIX<sup>e</sup> siècle*. *Géocarrefour*, 80(4), 297-308.
- Jacob-Rousseau N. (2015). *Water diversions, environmental impacts and social conflicts: the contribution of quantitative archives to the history of hydraulics. French cases (19<sup>th</sup> century)*. *Water History*, 7(1), 101-129.
- Lespez L., Viel V., Cador J.-M., Germaine M.-A., Germain-Vallée C., Rollet A.-J., Delahaye D. (2013). *Environmental dynamics of small rivers in Normandy (western France) since the Neolithic era. What lessons for today in the context of the European Water Framework Directive ?* In Arnaud-Fassetta G., Masson E., Reynard E. (dir.), *European Continental Hydrosystems under Changing Water Policy*, Friedrich Pfeil Verlag, München, 71-90.
- Pella H., Lejot J., Lamouroux N. et Snelder T. (2012). *Le réseau hydrographique théorique (RHT) français et ses attributs environnementaux*. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 3/2012, 317-336.
- Walter R.C., Merritts D.J. (2008). *Natural streams and the legacy of water-powered mills*. *Science*, 319, 299-304.

**ArchPress - 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> siècle****Résumé :**

Ce projet cherche à analyser l'évolution des pressions engendrées par les prélèvements agricoles et les dérivations industrielles sur les écoulements naturels dans les trois bassins du site atelier depuis le XIX<sup>e</sup> siècle (Ardèche, Cèze, Gardons). Il s'est appuyé sur des documents statistiques produits à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle (1862-1899). Le traitement de ces informations dans un SIG a permis une comparaison de la pression sur les eaux de surface à la fin du XIX<sup>e</sup> avec la situation actuelle à l'échelle du sous-bassin et du tronçon ainsi qu'une simulation des effets de ces dérivations sur des débits caractéristiques (valeurs disponibles dans le RHT). L'information historique a permis également d'orienter le diagnostic écologique basé sur les stratégies biologiques (trait) adoptées par les différentes espèces composant les communautés de macroinvertébrés benthiques de façon à déterminer si les pressions hydrauliques jouent un rôle sur ces communautés et, indirectement, sur les écosystèmes aquatiques.

**Contexte :**

Si de nombreuses études ont été menées sur les effets environnementaux des grands ouvrages, la connaissance du rôle joué par la « petite hydraulique » sur les écoulements et les milieux est encore assez lacunaire. Jusqu'à présent 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 Merritts, 2008 ; Lespez *et al.*, 2013). Les aspects quantitatifs ont été plus rarement étudiés dans une perspective temporelle longue (Berger, 1998 ; Jacob, 2005, 2015 ; Jacob-Rousseau *et al.*, 2016), alors qu'un des enjeux actuels est de cerner 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.

**Contacts :**

- Oldrich Navratil : CNRS-UMR5600 Oldrich.Navratil@univ-lyon2.fr  
Nicolas Jacob-Rousseau : CNRS-UMR 5133 Nicolas.Jacob@univ-lyon2.fr  
Jean-Philippe Vidal : INRAe jean-philippe.vidal@irstea.fr  
Eric Sauquet : INRAe eric.sauquet@inrae.fr  
Sylvain Doledec : UMR5033 sylvain.doledec@univ-lyon1.fr

## Objectifs:

L'objectif de ce projet est d'évaluer quel pouvait être l'apport d'une démarche rétrospective, dans les bassins du site atelier des « rivières cévenoles » de la Zone Atelier Bassin du Rhône. Ce terrain est apparu pertinent pour mener cette approche compte tenu de leur localisation méridionale et de l'existence de tensions récurrentes sur la ressource hydrique. Le travail a été mené selon deux objectifs. **Le premier objectif** était de tenter une restitution des pressions qui s'exerçaient sur les écoulements à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et de mesurer leurs évolutions depuis cette époque. Il s'agit donc d'une approche de quantification rétrospective qui vise à caractériser i) les prélèvements destinés à l'agriculture irriguée (prairies) à l'échelle de bassins versants élémentaires ; ii) les dérivations industrielles (moulins, moulinages, fabriques) et leurs effets à l'échelle du tronçon ; iii) les effets cumulés de ces deux types de pression puisqu'il y a coexistence spatiale entre l'agriculture irriguée et l'industrie alimentée par la force hydraulique. Ces objectifs supposaient ainsi d'acquérir des informations quantitatives sur l'utilisation de la ressource en eau et sur les écoulements naturels. Il s'agissait aussi d'en faire l'analyse critique avant de mener des traitements quantitatifs et géographique de l'information obtenue ou produite. Afin de mener cette analyse des pressions et leurs évolutions, nous avons créé et exploité 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). Une confrontation aux reconstructions et réanalyses hydrométéorologiques existantes a permis de valider la démarche de simulation des pressions anciennes sur des valeurs actuelles de débit données dans le RHT.

**Le second objectif** était une première approche des potentiels impacts écologiques engendrés par les dérivations d'eau dans le passé. Une fois identifiés des tronçons marqués par différentes situations de pressions actuelles, il s'agissait d'y étudier les indicateurs biologiques que représentent les macroinvertébrés benthiques. L'hypothèse était qu'il pouvait exister une variabilité biologique en fonction des conditions de pression qui s'exercent dans les chenaux, et que ces différences pourraient refléter des situations ayant eu cours dans le passé. Les deux approches sont présentées successivement dans le rapport.

## Intérêt opérationnel:

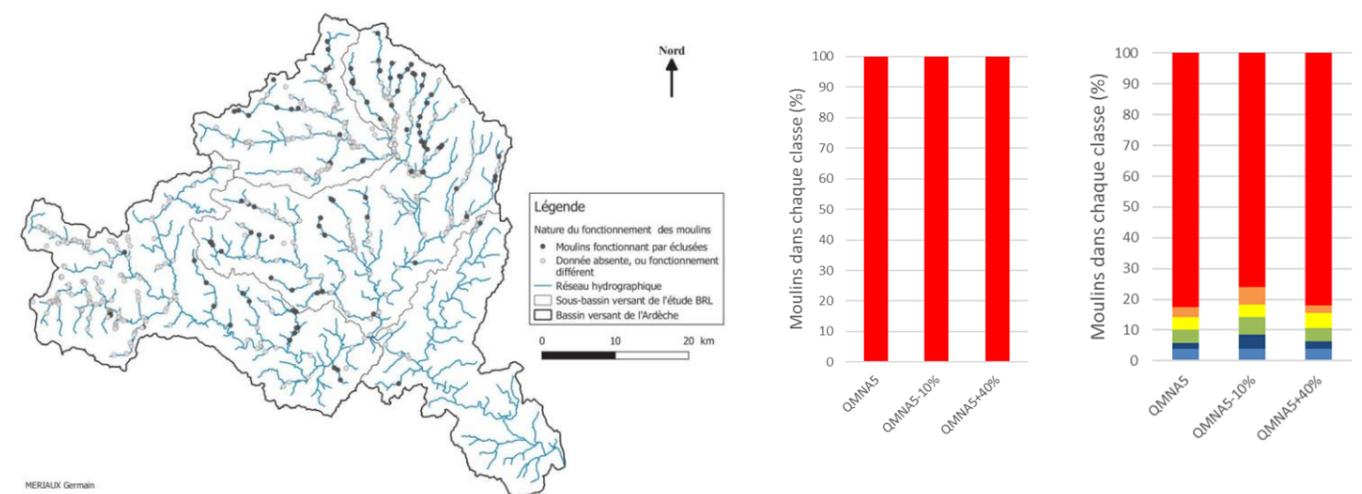
L'analyse rétrospective permet de mettre en évidence l'amplitude des pressions qui ont pu s'exercer au cours du temps sur les écoulements naturels, de mesurer l'évolution positive ou négative des différents types de pression au cours du temps et de les confronter à l'évolution de la ressource existante, 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. 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).

## Principaux résultats:

Le travail effectué dans le cadre de cette action de recherche montre que les informations issues d'archives sont utilisables pour caractériser les pressions anciennes sur la ressource en eau. Elles montrent que les pressions étaient très fortes dans la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, qui correspond à un maximum démographique et économique dans les régions rurales françaises. Malgré des incertitudes, il est possible de comparer avec les situations actuelles.

La situation la plus répandue (dans les trois bassins étudiés) est l'effondrement des pressions industrielles qui ne subsistent actuellement que dans quelques secteurs (essentiellement le bassin de l'Ardèche supérieure et de ses affluents : Volane, Bésorgues, Fontolière, Bourges). En revanche, sur ces sites, la pression de dérivation semble avoir sensiblement augmenté si on compare les dérivations des microcentrales actuelles à celles des moulinages des mêmes sites à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Les pressions agricoles semblent avoir beaucoup diminué aussi, mais l'incertitude résiduelle est plus importante. D'une part le mode d'évaluation à partir des archives était moins précis que pour les dérivations industrielles car il était indirect et dépendait d'une information statistique agricole et non d'une mesure hydrologique ancienne. D'autre part, la situation actuelle est également moins certaine du point de vue statistique car on observe de nombreux prélèvements qui ne semblent pas déclarés et qui échappent donc aux quantifications récentes. Une tendance semble en revanche très claire : l'essentiel de la pression agricole se concentrait jadis dans la partie cévenole du bassin de l'Ardèche, où elle a beaucoup diminué, alors que les prélèvements ont connu une augmentation dans les basses vallées.

Les cours d'eau de l'Ardèche présentent actuellement, comme au XIX<sup>e</sup> s., une forte densité de seuils constituant des entraves ponctuelles à la libre circulation de la faune aquatique. Cette discontinuité physique est liée pour l'essentiel aux prises d'eau des moulins, sachant toutefois que cette situation est contrastée d'un bassin à l'autre car 1) certaines prises d'eau ont entièrement disparu alors que 2) d'autres se maintiennent et que 3) certaines discontinuités sont dues à des chutes naturelles dans le lit rocheux (vallée de la Bourges, notamment). À cette discontinuité spatiale, s'ajoutait au XIX<sup>e</sup> s. une très forte discontinuité temporelle des écoulements, liée aux prélèvements agricoles. Ainsi, pendant environ 4 mois chaque année, ces prélèvements pouvaient entraîner un net affaiblissement voire un assèchement partiel des cours d'eau et donc un régime d'intermittence très marquée sur la plupart des biefs (à quoi s'ajoutaient les tronçons court-circuités par les moulins, entre la prise d'eau et le canal de fuite). L'approche des différents niveaux de pression sur les macroinvertébrés benthiques ne permet pas en revanche de déceler d'effet pour la situation actuelle. Les trois situations de pression caractérisées dans trois rivières différentes ne font apparaître aucune tendance significative ; les tronçons concernés semblent de très bonne qualité biologique.



**Figure 1 (de gauche à droite) :** nature du fonctionnement des 550 moulins de l'Ardèche à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle ; répartition des moulins (en % de l'effectif total, n = 550) en fonction de la pression qu'ils exercent sur le débit de leur tronçon en situation de QMNA5 ; répartition des moulins (en % de l'effectif total, n = 550) en fonction de la pression qu'ils exercent, avec les prélèvements agricoles, sur le débit de leur tronçon en situation de module. Une incertitude de [Q-10% ; Q+40%] est prise en compte afin de considérer la variabilité des résultats de la reconstruction SCOPE-Hydro.