

## **De l'éco-hydrologie aux interactions nappe-rivière : quantifier pour mieux gérer**

### **Résumé HDR Thibault Datry, IRSTEA**

#### **Contexte**

Les interactions nappe-rivière se déroulant au sein de la *zone hyporhéique* sont aujourd'hui reconnues comme essentielles au fonctionnement écologique des cours d'eau, et à l'organisation et au maintien de leur biodiversité. Toutefois, les programmes de gestion, conservation et restauration des cours d'eau ont pour l'instant du mal à les prendre en compte. Si cette *dimension verticale* des cours d'eau est encore très souvent oubliée, c'est en partie lié au manque d'outils tangibles, quantitatifs, valides sur plusieurs sites, et de recommandations claires produites pour les gestionnaires.

Mes travaux de recherche ont consisté à développer deux axes principaux de recherche autour de l'*écohydrologie* des interactions nappe-rivière, en adoptant une approche quantitative et multi-sites. Ces recherches ont pour but d'améliorer les connaissances de *l'habitat templet* des communautés fluviales, c'est à dire de comprendre et de quantifier les liens entre les communautés et leur environnement physique. Les relations ainsi produites pourront être utilisées comme aide à la décision par les gestionnaires des cours d'eau.

#### **Axes de recherche**

Le premier axe de recherche porte sur les relations entre le sédiment (texture, granulométrie, quantité), les processus biogéochimiques et les communautés biologiques (micro-organismes, invertébrés) de la zone hyporhéique. Il s'agit notamment de pouvoir appréhender le colmatage du lit des cours d'eau, aujourd'hui problème environnemental majeur, à travers la mise en place d'un protocole de mesure sur les réseaux nationaux français, en quantifiant les relations entre colmatage, processus de l'écosystème et les communautés biologiques, ou en étudiant des modes de restauration.

Le second axe s'attache à étudier les relations entre les assèchements (fréquence, durée, étendue), les processus de l'écosystème, et les communautés biologiques dans les cours d'eau intermittents (CEIs). Ces cours d'eau qui s'assèchent une partie de l'année en réponse à de fortes interactions nappe-rivière sont en effet peu considérés tant par les scientifiques que les gestionnaires; pourtant ils représentent une proportion substantielle des cours d'eau, et leur nombre s'accroît en réponse au changement climatique et à l'augmentation des besoins en eaux.

#### **Résultats principaux**

Mes travaux sur le colmatage du lit des cours d'eau ont tout d'abord permis de mettre au point un protocole de mesure robuste, simple, peu coûteux, et donc applicable à large échelle et sur du long terme. Actuellement testé sur plus de 150 rivières en France dans le cadre des suivis hydro-morphologiques DCE, ce protocole est basé sur des mesures aléatoires de la conductivité hydraulique, qui s'avère un bon proxy du % de sédiments fins stockés dans les sédiments hyporhéiques. En parallèle, les effets du colmatage hyporhéique sur les communautés de micro-organismes (et leurs fonctions) et sur les communautés d'invertébrés ont été étudiés sur plusieurs sites contrastés dans trois rivières. Ces recherches ont été menées au travers d'un post-doctorat (G. Nogaró) et d'une thèse (S. Descloux) que j'ai co-encadré. Elles ont montré qu'il était difficile de prédire les effets du colmatage à l'échelle du micro-habitat sur la composition, la structure et les fonctions des communautés de micro-organismes, et que les modèles théoriques actuels étaient trop simplistes. Concernant les invertébrés, les effets du colmatage ont été pour la première fois considérés simultanément dans les habitats benthiques et hyporhéiques. De manière comparable sur les trois rivières étudiées, plus les % de sédiments fins sont élevés, plus les communautés sont pauvres et cela d'autant plus dans la zone hyporhéique. Si la composition générale des communautés change faiblement avec le colmatage, les communautés benthiques et hyporhéiques deviennent de plus en plus dissimilaires, indiquant une réduction des échanges entre les deux habitats. De plus, les traits biologiques liés à la réduction d'espace (e.g., formes vermiformes) sont graduellement sélectionnés avec le colmatage. Enfin, j'ai participé aux côtés de collègues internationaux aux réflexions pour améliorer la prise en compte de la zone hyporhéique dans les programmes de restauration, en particulier dans le cas de cours d'eau colmatés.

Mes travaux sur les CEIs ont tout d'abord consisté à quantifier l'occurrence des assèchements dans les réseaux hydrographiques français. Un travail de régionalisation, effectué en collaboration avec plusieurs collègues français et néozélandais, a permis de montrer que les CEIs pouvaient représenter jusqu'à 35% du linéaire français et que ceux-ci n'étaient pas cantonnés aux seules régions méditerranéennes. J'ai ensuite identifié les métriques de l'intermittence (durée, fréquence des assèchements) contrôlant la structure et la composition des communautés d'invertébrés benthiques et hyporhéiques et généré des relations quantitatives intermittence-communautés en France, comme en Nouvelle Zélande. J'ai aussi quantifié l'importance de certains des mécanismes utilisés par les organismes pour persister dans les CEIs de ces deux pays, telle que l'estivation. D'un point de vue plus fonctionnel, j'ai montré en quoi la dynamique de la décomposition de la matière organique différait dans les CEIs de celle observée et théorisée dans les cours d'eau pérennes. Notamment, les zones et périodes de stockage sont découplées, dans le temps et l'espace, des zones et périodes de décomposition. Les transitions terrestre-aquatique sont marquées par un transport important de la matière organique des zones de stockage à celles de décomposition. Enfin, à travers un travail de thèse en cours (R. Corti), ces recherches portent également sur les habitats terrestres des CEIs et les successions écologiques s'y déroulant.

### **Perspectives**

Les perspectives de ces recherches, auxquelles s'associeront les travaux de doctorants et post-doctorants, incluent l'étude du rôle des interactions nappe-rivière dans le recyclage des nutriments. A l'échelle du tronçon, le colmatage des sédiments réduit les échanges nappe-rivière, ce qui peut modifier la transformation des nutriments. Des travaux incluant des co-injections de traceurs conservatifs et de nutriments sur des sites présentant des niveaux de colmatage contrastés seront prochainement réalisés afin de mieux comprendre les effets du colmatage à l'échelle du tronçon, tout en développant des indicateurs fonctionnels hyporhéiques novateurs.

Avec l'arrivée récente d'un Ingénieur d'Etude «restauration» dans notre laboratoire, je compte développer des recherches permettant d'inclure ces interactions nappe-rivière dans la conception, le suivi et l'évaluation des projets de restauration. Cela pourra prendre plusieurs formes, comme concevoir des projets visant spécifiquement à rétablir ou améliorer les interactions nappe-rivière avec l'ajout de structures, de bois morts, ou de sédiments dans le lit de petits cours d'eau, ou tester de nouveaux indicateurs (e.g., conductivité hydraulique, transient storage) pour suivre et évaluer le succès des projets de restauration, incluant l'effacement de seuils et de barrages et le rehaussement de débits à l'aval d'ouvrages.

L'identification de relations générales et transférables est un objectif majeur en écologie. Aussi, la généralité des réponses des communautés d'invertébrés à l'assèchement sera testée en comparant ces réponses sur plusieurs continents. Ceci permettra notamment d'identifier quels sont les mécanismes impliqués et de tester si des convergences existent à l'échelle des communautés.

Plusieurs modèles théoriques ont été proposés pour expliquer les interactions entre les communautés au sein de paysages plus ou moins fragmentés, mais aucun n'a été testé dans les CEIs. Notamment, la position des assèchements au sein des réseaux hydrographiques et les fragmentations du paysage aquatique en résultant pourraient avoir un rôle important dans le contrôle des communautés fluviales via les mécanismes de dispersion. Ces aspects seront considérés dans plusieurs travaux de thèse dans les années à venir, aussi bien sur les communautés d'invertébrés que de poissons.

Enfin, les interactions biotiques ont largement été ignorées dans les CEIs, puisque l'assèchement est considéré comme le facteur abiotique principal contrôlant les communautés. Toutefois, les transitions entre les habitats terrestres et aquatiques sont le siège d'intenses interactions entre organismes aquatiques, semi-aquatiques et terrestres. En couplant des approches expérimentales *in situ*, l'utilisation de mésocosmes de laboratoire et le développement et l'utilisation d'outils isotopiques novateurs (e.g., H, S), certaines de ces interactions (prédation, compétition) seront étudiées, de manière à comprendre leur rôle dans la structuration et l'organisation des communautés.