

Thème Flux - Formes - Habitats - Biocénoses

Bilan 2010-2013 Perspectives 2014-2017

(Coordination Thibault Datry, Irstea, MALY – Oldrich Navratil, UMR 5600, Université Lyon 2)

1. Les résultats marquants du projet :

Les **résultats marquants du thème pour la période 2010 – 2013** portent sur trois thématiques : (1) la modification d'écosystèmes liés à la restauration hydraulique et écologique du Rhône et de ses annexes dans le cadre du projet RhônEco (intégré à l'OHM-VR), (2) la dynamique des rivières en tresses, associant l'étude des flux d'eau et de sédiments, la morphodynamique, la thermie et la réponse des biocénoses, dans le cadre d'un projet Agence de l'Eau-ZABR et du programme ANR Gestrans, et (3) l'impact des ouvrages sur la morphodynamique des cours d'eau alpins sur le site Arc-Isère.

Le programme « RhônEco » a permis de tester des hypothèses et des prédictions sur les effets de manipulations d'écosystèmes, en comparant des sites restaurés et des sites témoins, avant et après manipulation de ces écosystèmes. Ce suivi a porté sur les caractéristiques hydrosédimentaires du chenal et des zones humides (lônes) et sur les réponses des communautés de poissons, de macroinvertébrés et de macrophytes. L'augmentation des débits réservés dans les vieux Rhône (secteurs fluviaux court-circuités par les aménagements hydroélectriques) a montré des modifications très significatives de la proportion relative des espèces (Lamouroux & Olivier, en révision; Mérigoux et al, en révision). Sur certains sites, cette restauration a parfois infléchi les tendances de long terme mises en évidence et associées soit à la construction des barrages, soit au réchauffement climatique. La restauration des lônes a recréé une mosaïque d'annexes fluviales intégrant des bras secondaires courants et des milieux présentant des modalités variées de connexion avec le chenal principal et les eaux souterraines. La restauration a favorisé à la fois des communautés d'eaux plus "courantes", mais surtout une plus grande diversité des communautés à l'échelle de la plaine alluviale (Paillex et al, 2013; Castella et al, soumis).

Les travaux engagés sur **les programmes dédiés aux « rivières en tresses »** ont permis d'établir les trajectoires morphologiques de ces rivières à l'échelle du siècle, et de montrer que de nombreuses tresses bénéficient encore aujourd'hui de sources sédimentaires actives qui permettent d'assurer leur durabilité dans le temps (Liébault et al, 2010). Les apports en provenance des torrents actifs et de la plaine alluviale jouent un rôle majeur sur ces trajectoires, ce qui permet de renforcer l'importance de la préservation de la continuité du transport solide dans la gestion durable de ces rivières (Recking et al., 2012a, Fig. 5). Ces observations sur le terrain ont fait l'objet de tests en laboratoire sur un modèle physique (Recking et al., 2012b). Un développement méthodologique important a été mené sur l'utilisation des données Lidar pour l'analyse de l'évolution des formes et des habitats en lien avec les flux sédimentaires (ANR Gestrans). Le projet a aussi permis une caractérisation de la mosaïque des habitats terrestres et de leur diversité de peuplements, en lien avec le caractère actif ou déliquescents du tressage (Belletti et al. 2013). Ces travaux ont permis d'établir que la diversité des habitats terrestres augmente avec l'activité géomorphologique du tressage. L'analyse de la dynamique des mosaïques à différentes échelles de temps (pluri décennale et interannuelle) a permis de mieux comprendre l'effet des crues sur la recombinaison des habitats et sur la colonisation végétale des bancs (crues de période de retour > 10ans) (Belletti et al. 2012). Enfin, les structures thermiques spatio-temporelles de neuf tronçons ont été décrites à très haute résolution spatiale pour déterminer si le type de rivière en tresses a une influence sur ces structures thermiques et comment les apports d'eau souterraine influencent ces structures en fonction du type de chenal (Wawrzyński et al., 2013).

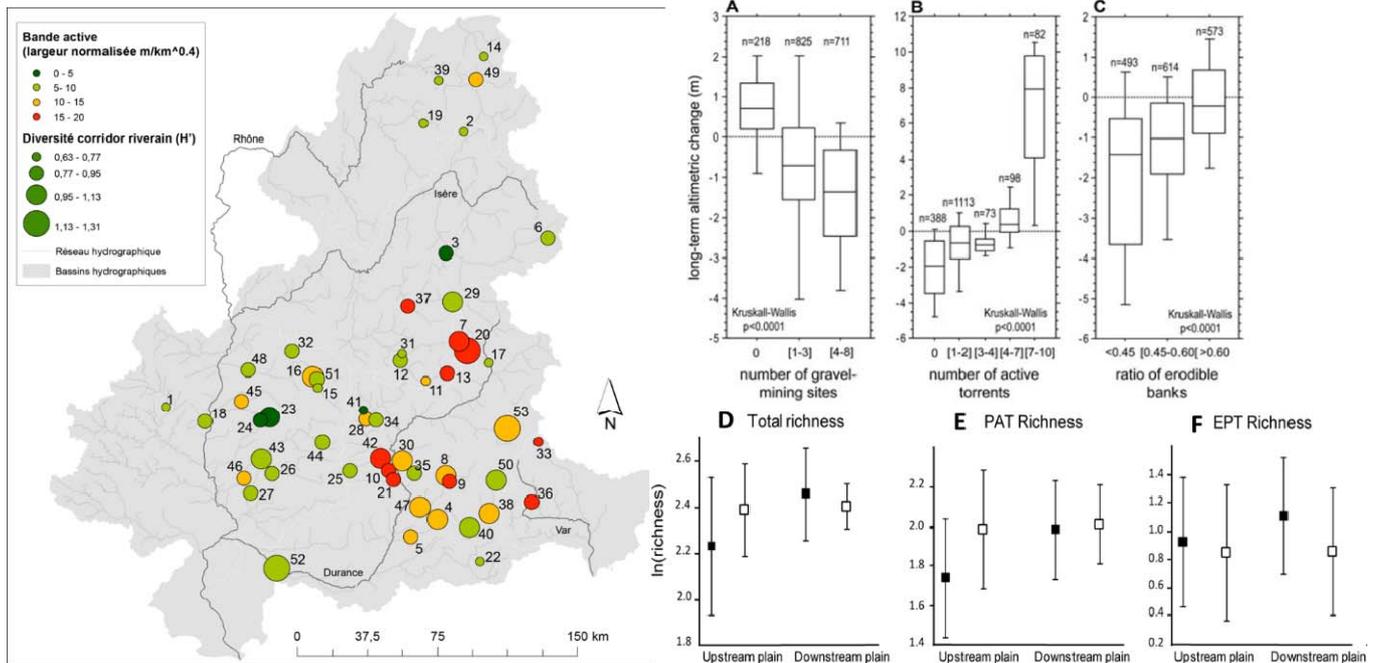


Figure 5 : Il existe une très grande diversité d'état des rivières en tresse (représentées par leur largeur de bande active, à gauche de la figure, Belletti et al.). Les changements géomorphologiques à long terme (ici exprimés en variations d'altitudes, à droite de la figure) dans les rivières en tresse alpines sont contrôlés principalement par les activités d'extraction de sédiments du lit des cours d'eau (A), la présence de torrents actifs (B) et la possibilité d'érosion des berges (Liébault et al., 2012). La biodiversité des communautés vivant dans les interstices des sédiments est elle aussi sensible aux caractéristiques géomorphologiques de la rivière, la richesse taxonomique (D) et la richesse en espèces strictement aquatiques (E) augmentent dans les zones alimentées par des remontées souterraines, alors que Ephémères-Plécoptères-Trichoptères (F) préfèrent les zones d'apport d'eau de surface (Capederrey et al., 2013a). Ces résultats soulignent la nécessité d'une gestion intégrée de ces cours d'eau pour assurer leur pérennité.

Ces travaux ont permis de démontrer que les structures morphologiques imbriquées des lits en tresses exercent un contrôle majeur sur les échanges hyporhéiques (infiltration d'eau de surface, exfiltration d'eau souterraine), qui se répercutent sur la densité et la diversité des peuplements de macroinvertébrés (Capderrey et al. 2013a, Fig. 5) et sur la structuration des populations d'une espèce souterraine. En effet, les structures géomorphologiques des tresses (succession de plaines et de défilés) influencent la diversité génétique des populations d'un organisme souterrain interstitiel (un Crustacé Isopode du Genre *Proasellus*, Capderrey et al. 2013b). Ce travail a permis d'identifier au sein du corridor les barrières naturelles ou humaines de dispersion biologique. Enfin, l'étude des facteurs structurant la biodiversité des habitats terrestres a permis de montrer l'importance de l'âge de ces habitats et de la distance à la source des colonisateurs (Datry et al. 2013).

Les recherches menées sur le site Arc-Isère a permis de mieux comprendre les **interactions entre la gestion des ouvrages et les processus morphodynamiques**. Un premier travail (thèse G. Antoine, 2013) a porté sur la dynamique des matériaux en suspension (MES) dans des rivières aménagées de montagne, l'Arc en Maurienne et l'Isère, au cours des chasses de barrage annuelles. Une étude fine de la dynamique des MES a été proposée à partir de mesures *in situ* et d'une modélisation hydro-sédimentaire 1D pour comprendre les interactions entre flux et formes des rivières alpines fortement anthropisées. Un second travail de recherche (thèse M. Jaballah, 2013) a porté sur la morphodynamique des bancs de galets alternés dans une rivière de montagne aménagée (site expérimental de 8 km sur la rivière Arc). Une analyse des cartes historiques, des photos aériennes et des relevés topographiques ainsi qu'une modélisation 1D a permis de caractériser le système de banc observé et sa dynamique. Des travaux ont été menés pour la mesure du seuil de transport solide par charriage à l'aide d'hydrophone (thèse Thomas Geay, 2013). Il s'agit d'un capteur de pression acoustique utilisé pour mesurer le bruit généré par le transport par charriage au fond du lit de la rivière. Des expériences dans l'Arc au cours des opérations de chasse confirmeront la validité de la méthode et ouvre la voie aux premières applications opérationnelles de surveillance du flux par charriage. Enfin dans le cadre du projet UE SHARE (thèse Hernan Alcayacan, 2013), un travail s'est

intéressé aux altérations des systèmes fluviaux et à leur modélisation à une échelle de temps intermédiaire (quelques décennies, échelle spatiale de bassins versants étendus et complexes). Un modèle conceptuel testé sur le bassin de l'Isère, est proposé pour déterminer des trajectoires d'évolution de variables représentatives de la morphologie de la rivière qui les font évoluer d'un état d'équilibre dynamique à un autre.

Enfin, l'émergence de la thématique « **assèchement** » se confirme au travers de plusieurs projets liés à différents thèmes (FFHB, CCR, FPÉE) sur des cours d'eau, les zones humides et les systèmes anthropisés. Dans les trois cas, les effets des assèchements sont adossés à des modèles hydrauliques et prennent en compte un grand nombre de compartiments biologiques (microbien, invertébrés, processus écologiques globaux ; Foulquier et al., 2013, in press ; Datry et al. 2011, 2012, 2013). Il existe aussi un développement important des recherches autour des interactions entre contraintes physiques, fonctionnements écologiques et réponses sociétales que ce soit dans le cadre du projet RhônEco ou dans les travaux sur les rivières en tresses.

En termes d'animation scientifique de l'axe FFHB, un séminaire doctorants ZABR s'est tenu début décembre 2011 à IRSTEA. Il a regroupé une dizaine de doctorants dont les travaux s'inscrivent dans le thème et a permis un échange scientifique très stimulant. Enfin un séminaire d'échange de la ZABR « Regard croisés sur les rivières en tresse » s'est tenu à Die en novembre 2013 et a permis aux scientifiques et aux gestionnaires d'échanger sur ces cours d'eau à forte mobilité sédimentaire.

2. Les perspectives de recherche action :

Les perspectives de recherche pour la période 2014 – 2017 portent essentiellement sur quatre volets complémentaires déjà abordés au précédent contrat. Ces actions trouveront un renfort et de nouvelles perspectives avec l'arrivée de nouvelles équipes au sein de la ZABR : le CEREGE, IMBE, le LTHE, l'Université de Genève et l'IRSN.

Tester des hypothèses géomorphologiques et écologiques en manipulant des écosystèmes.

Ces tests d'hypothèses scientifiques bénéficieront du programme de restauration hydraulique et écologique du chenal et des annexes du Rhône actuellement en cours (suivi au sein du Programme RhônEco, travaux de l'OSR et synthèse au sein de l'OHM-VR). Il est tout d'abord proposé d'évaluer la pérennité des habitats par la poursuite de l'étude du fonctionnement hydro-sédimentaire des îlots, pour guider la gestion quantitative des milieux, fournir des critères de choix des sites à restaurer en maximisant la diversité des types fonctionnels possibles, évaluer la durée de vie de ces milieux. Il est ensuite proposé d'améliorer nos prévisions des réponses écologiques des futurs sites à restaurer (sur le Rhône moyen et le bas Rhône) à partir des expériences passées. Les sites ayant permis de mettre en évidence des effets significatifs de la restauration sont essentiellement ceux où les débits réservés ont été fortement augmentés, et ceux contenant une forte diversité de îlots. Enfin, nous ouvrirons un chantier sur les casiers Girardons, annexes fluviales du bas Rhône d'origine anthropique (projet proposé dans le cadre de l'accord Agence de l'Eau RM&C-ZABR). Ces espaces sont particuliers tant en termes de perceptions, d'usages, de pratiques (notamment piscicoles et récréatives), de connexions avec le chenal, de stockage de polluants, de géohistoire et abritent de communautés vivantes originales. La compréhension des paléodynamiques et l'étude des pollutions passées permettront d'apporter des éléments de connaissances relatives aux états de référence et au bon potentiel écologique du fleuve, et d'explorer la notion d'anthropo-construction.

Interactions géomorphologie et biocénoses.

Concernant la thématique « **Rivières en Tresses** », il est proposé de poursuivre les travaux permettant de relier les structures géomorphologiques et les biocénoses, avec notamment un focus sur la génétique des populations. Par ailleurs, le lien entre structures morphologiques, échanges hyporhéiques (infiltration, exfiltration) et la biodiversité des sédiments des rivières en tresses devraient inciter à engager des recherches sur les conséquences des évolutions géomorphologiques observées et prédites sur la capacité d'auto-épuration de ces rivières. La dynamique sédimentaire des tresses est un moteur essentiel de la diversité des conditions d'habitat et des peuplements benthiques

de ces rivières. L'étude morphodynamique des rivières en tresses nécessitera le développement de techniques originales basées sur le couplage de l'utilisation des drones et des antennes RFID pour optimiser la prospection des nuages de dispersion des traceurs de type PIT tags insérés dans les sédiments ainsi que sur la généralisation des analyses LiDAR diachroniques.

Une nouvelle problématique émerge actuellement et devrait se développer au cours des 4 prochaines années : **l'invasibilité des berges de cours d'eau par les espèces invasives** (ici la renouée asiatique) varie en fonction des caractéristiques géomorphologiques des berges. Cette étude sera menée aux deux échelles sur le bassin Saône-Doubs: régionale à partir de données d'enquête, de données SIG et d'images aériennes et celle du tronçon pour des caractéristiques plus fines (collaboration entre les UMR EVS et LEHNA). Le site Arc-Isère, propose aussi de continuer un travail en lien avec ce thème sur le couplage du **transport sédimentaire et de la dynamique de végétation**. Ce travail vise à comprendre les interactions entre végétation et transport sédimentaire au cours des crues pour pouvoir prédire l'évolution morphologique d'un lit de rivière et sa capacité d'auto-entretien pour un régime hydrologique donné. Dans un domaine proche, le projet européen SedAlp (Interreg) s'intéressera à la gestion du transit sédimentaire dans les bassins Alpains et à la réduction des risques associés (Irstea, UMR EVS).

Des recherches visant à localiser, quantifier et mieux comprendre les **hétérogénéités thermiques** de sections fluviales permettront de faire le lien avec les apports phréatiques (plus chauds en hiver et plus froids en été) sont en cours de développement sur plusieurs cours d'eau Ain, Cèze, Drôme, Rhône lui-même). La télédétection infrarouge thermique et les connaissances acquises en hydrogéologie dans le projet « Echanges nappe-rivière » seront mobilisées dans ces projets qui devraient permettre de mieux comprendre la réaction des biocénoses à ces hétérogénéités locales (sélections d'espèces psychrophiles, recherche des zones refuges dans les remontées d'eau froide lors de canicules).

Enfin, des projets se développent autour des **rivières intermittentes** avec une cartographie nationale, une modélisation des assecs et l'étude des effets de ces assecs sur les communautés biologiques dans le bassin du Rhône (programme IrsteaOnema).