

Fiche résumé chantier « Ain »

Titre du projet : Dynamique, fonctionnement et biodiversité des communautés aquatiques face aux pressions anthropiques sur la vallée de l'Ain.

Personnes responsables :

Pr Sylvain Dolédec
UMR 5023 LEHNA
Université Claude Bernard-Lyon 1
Bt Forel RdC
43 Bd du 11 novembre 1918
Tél : +33 (0)4 72431363
Fax : +33 (0)4 72432892

Mél : sylvain.doledec@univ-lyon1.fr
site web: <http://umr5023.univ-lyon1.fr/index.php?pid=48&lang=fr>

Equipes de recherche « ZABR » concernées :

LEHNA UMR CNRS 5023, UCB Lyon 1
ISARA, Lyon

Autres partenaires :

- Institutionnel : Syndicat mixte du Bassin Versant de la basse vallée de l'Ain, Fédérations de pêche de l'Ain et du Jura

Thème de rattachement ZABR : Flux, formes, habitats, biocénoses

Site de rattachement ZABR : Bassin du Rhône

Finalités et attendus opérationnels :

La phase 1 du chantier "hydrobiologie de l'Ain" a montré la complexité du bassin en termes de types de pressions, souvent conjointes, qui rendent complexe ou économiquement difficile la mise en place d'un plan d'expérience rigoureux. Le présent projet est centré sur les effets des pressions anthropiques liées à trois types d'altérations majeures (thermiques, hydrologiques, trophiques) sur la biodiversité des communautés aquatiques. L'objectif est de proposer des éléments pertinents permettant de mesurer la qualité écologique des communautés aquatiques (biodiversité) et des processus associés (échanges de nutriments, réseau trophique) face à des pressions anthropiques identifiées à même de fournir des éléments de gestion. La rivière d'Ain est fortement connectée à de puissants aquifères, que ce soit en aval dans sa plaine alluviale ou plus en amont dans son secteur karstique. De ce fait, l'accent sera mis (1) sur certains processus écologiques liés aux échanges hydrologiques comme les modifications du réseau trophique et la capacité de refuge des zones d'émergences d'eau souterraine pour les invertébrés aquatiques et (2) sur la réponse d'une espèce-cible (ombre commun) aux variations de température dans un contexte de débit plus ou moins influencé.

Le projet se compose de deux parties en lien avec les deux autres programmes du "chantier Ain". La première partie est centrée sur l'impact des pressions anthropiques sur les communautés aquatiques (algues, invertébrés, poissons) et doit faire le lien avec le projet "Habiter la rivière d'Ain (XIXe-XXIe siècles)" porté par Y.-F. Le Lay afin de mettre en relation les éléments objectifs de qualité environnementale et les représentations que s'en font les habitants. Dans ce contexte, les attendus opérationnels de la partie 1 concerne la mise à disposition d'indicateurs biologiques plus ciblés mais complémentaires de la caractérisation DCE permettant d'orienter les actions de gestion, notamment de cibler les réductions de pressions, et d'évaluer leur efficacité. Ces indicateurs doivent alimenter les actions de sensibilisation et de communication vers les habitants du bassin versant pour mieux rendre compte de la "qualité environnementale" de la rivière sur le plan de sa biologie.

La seconde partie s'adresse plus particulièrement à la basse-vallée de l'Ain et porte sur la localisation des échanges entre le cours d'eau et sa nappe, sur leur valeur en terme de refuge pour les invertébrés benthiques et leur identification en terme de *hotspots* de biodiversité hyporhéique. Cette localisation représente un enjeu de gestion important car elle contribue à l'appréciation de l'hétérogénéité de l'habitat, en particulier du point de vue de leur fonctionnement (refuge en période de crise thermique et hydrologique), et permet de mieux comprendre les conséquences écologiques des activités humaines sur les échanges hydrologiques entre l'Ain et sa nappe. Cette action est en relation avec le projet centré sur la diversité des habitats dans ce secteur, en particulier la cartographie des anomalies thermiques et la dynamique sédimentaire (direction, H. Piégay).

Influence d'une combinaison de variables (température, hydrologie, apports en nutriments) sur la dynamique et le fonctionnement des communautés aquatiques.

Cette première action comporte trois objectifs et repose (1) sur une comparaison des **caractéristiques écologiques de l'Ain entre l'amont et l'aval** de la chaîne de barrages de manière à identifier l'impact des altérations hydrologiques sur les communautés aquatiques [invertébrés benthiques, poissons (avec l'ombre comme espèce cible) et couverture algale], (2) sur une **comparaison intra-secteur** pour tester l'influence de la température et des apports de nutriments sur ces mêmes communautés et (3) sur une **comparaison intra-station** pour préciser les effets des apports d'eau souterraine sur les communautés aquatiques.

Le choix des stations a été opéré en fonction des résultats de la phase 1 (Fig. 1) et s'appuie sur la caractérisation (1) des effets des variations thermiques en tenant compte du réchauffement de

l'amont vers l'aval et des influences souterraines susceptibles de ménager des zones refuges favorables à une plus grande diversité des peuplements de macro-invertébrés et permettant un transfert efficace d'énergie dans le réseau trophique benthique, ce transfert pouvant se répercuter positivement sur la dynamique de population des ombres (Cf. notamment secteurs identifiés sur la Basse-Vallée de l'Ain grâce aux données d'imagerie thermique, Cf. étude Piegay et al.) et (2) des effets des perturbations hydrologiques par une prise en compte des altérations hydrologiques et des obstacles à la continuité. Ces perturbations peuvent conduire notamment à des phénomènes d'échouages des poissons et impliquent une modification des accès aux frayères ainsi que la réduction de la diversité d'habitat (flux sédimentaires et géomorphologie modifiés). Le choix des stations repose enfin sur une prise en compte de ces effets dans des situations contrastées d'eutrophisation.

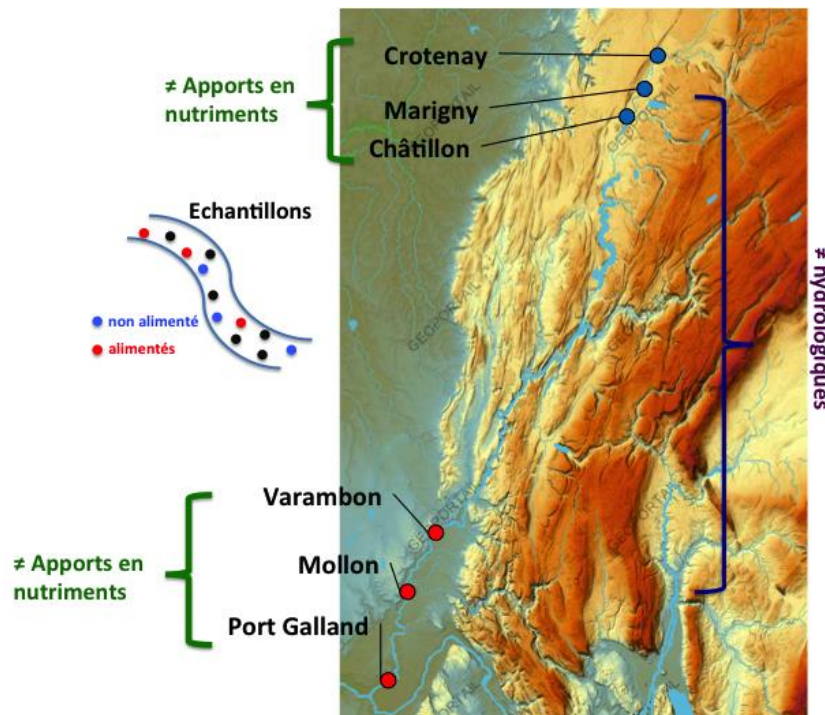


Figure 1. Carte de situation des 6 stations d'échantillonnage retenues dans ce projet.

Objectif 1 : Estimer les **capacités de résilience et de résistance des invertébrés** (traits biologiques) face aux **variations hydrologiques entre la haute et la basse vallée de l'Ain**. Cette approche utilisant les traits biologiques a l'avantage de gommer les effets dus aux changements taxonomiques naturels (ex. amont-aval) et permet des comparaisons entre sites de compositions spécifiques différentes naturellement. Nous faisons l'hypothèse que les altérations hydrologiques induites par l'activité des aménagements hydroélectriques se soldent par la sélection des taxons les

plus résilients caractérisés par exemple par une grande mobilité, et/ou une forte fécondité et/ou une petite taille (Statzner & Bêche 2010).

Méthodologie: Nous sélectionnerons trois sites dans les secteurs amont et aval représentant des contextes de pressions anthropiques contrastés. Nous échantillonnerons trois stations dans un secteur en amont de Blye, noté Ain-amont (par exemple Crotenay, Marigny, Châtillon), stations non soumises aux altérations hydrologiques liées aux barrages, et trois stations dans la basse-vallée de l'Ain, en aval de la chaîne de barrages (par exemple Varambon, Mollon, Port Galland) en s'attachant à une sélection de type de morphologie et de faciès comparable. Il existe entre les trois stations de chaque secteur des différences thermiques et de niveau de trophique permettant d'évaluer l'influence de ces facteurs mais aussi de considérer la comparaison des deux secteurs en vue d'évaluer principalement l'impact des variations hydrologiques. Chaque station sera suivie trois fois par an (en avril avant la période des éclosions d'invertébrés de printemps, en juillet-août pendant la période critique et à l'automne après la période critique) sur deux ans. Chacune des 6 stations fera l'objet de 12 échantillons unitaires pris de manière aléatoire (Cf. protocole DCE aménagé compte-tenu des types de milieu à échantillonner). Le total de 432 échantillons réalisés devrait assurer une certaine robustesse statistique à l'analyse. Les individus récoltés seront dénombrés et identifiés au niveau taxonomique le plus poussé possible pour les insectes EPT. L'ensemble de la macrofaune sera utilisé pour délivrer des indicateurs basés sur l'abondance (IBGN, I2M2, diversités taxonomique et fonctionnelle, compositions taxonomique et fonctionnelle) et évaluer sur les biomasses obetnues par pesées des organismes (compositions taxonomique et fonctionnelle). La mesure de biomasse algale et l'étude de la diversité taxonomique réalisées au niveau du phytobenthos et du phytoplancton de pleine eau permettront de définir le niveau d'eutrophisation des stations. Nous couplerons les données taxonomiques avec les bases de données de traits développées notamment dans l'équipe LEHNA-BEL (Gayraud *et al.* 2003, Statzner *et al.* 2007, Tachet *et al.* 2010) pour caractériser les capacités de résilience et de résistance des peuplements et en déduire l'effet des altérations hydrologiques sur les communautés d'invertébrés et d'algues. Les perspectives opérationnelles associées à ce premier objectif vise à évaluer la possibilité d'adapter les modalités de gestion des débits sur la Basse Vallée de l'Ain, en vue de maintenir, voire de renforcer, la résilience des communautés et/ou contrôler les développements d'algues en excès. En fonction des indicateurs développés, des pistes visant à réduire les pressions (altérations hydrologique et thermique notamment) sur les communautés aquatiques pourraient être proposées pour adapter la gestion actuelle.

Objectif 2 : Estimer l'effet des apports d'eaux souterraines sur la stabilité des communautés d'organismes benthiques et les réseaux trophiques dans le haut cours et le

bas cours de l'Ain. Dans des conditions de perturbations hydrologiques du cours d'eau, les apports d'eaux souterraines peuvent délimiter des zones tampons pour les organismes aquatiques benthiques. Ces apports d'eaux souterraines devraient limiter l'impact négatif des fluctuations de niveaux d'eau et des températures sur le compartiment algal et les invertébrés benthiques. En conséquence, les zones alimentées par des eaux souterraines peuvent constituer des zones de stabilité pour la productivité primaire dans le cours d'eau et contribuer significativement au maintien d'un réseau trophique benthique diversifié (algues, invertébrés racleurs, déchiqueteurs, omnivores et prédateurs).

Méthodologie : Cette approche sera couplée à l'échantillonnage proposé dans l'objectif 1 afin d'évaluer l'importance relative des zones alimentées par des eaux souterraines pour le compartiment benthique dans des conditions de perturbations hydrologiques contrastées (haut cours vs. bas cours de l'Ain). Pour chaque station de la haute et de la basse vallée de l'Ain, des zones d'alimentation en eaux souterraines seront cartographiées afin de repérer parmi les 12 points d'échantillonnage (Cf. objectif 1), trois points alimentés en eaux souterraines et trois points alimentés uniquement en eau de surface. Les prélèvements concerneront deux dates (parmi les trois proposées dans l'objectif 1) afin d'avoir des analyses pendant (été) et hors (automne) période de stress thermique. Pour chacune des périodes, des analyses de nutriments (ammonium, nitrate, phosphates, carbone organique dissous), des enregistrements thermiques ainsi que des mesures de conductivité électrique et d'oxygène dissous (permettant de déterminer l'origine phréatique des eaux) seront réalisées sur les eaux de surface pour chaque site et pour les deux conditions d'alimentation en eau. Les échantillons d'eau et les enregistrements seront réalisés au contact des sédiments afin de caractériser précisément les eaux alimentant la zone benthique.. Ces analyses de caractérisation du milieu physico-chimique seront couplées à des mesures de la biomasse algale du périphyton et des macroalgues, de diversité des algues microscopiques et macroscopiques, et de biomasse et des diversités taxonomiques et fonctionnelles (utilisation de la base des traits biologiques) des communautés d'invertébrés benthiques. L'analyse des algues microscopiques et macroscopiques sera réalisée à partir d'un échantillonnage stratifié sur l'ensemble des points sélectionnés, avec analyses de biomasse et déterminations au genre. L'analyse des invertébrés sera poussée jusqu'à l'analyse du réseau trophique (par utilisation des rapports des isotopes stables de l'azote $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ - et du carbone $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ -) permettant de reconstituer le réseau trophique benthique (Qui mange quoi ?). L'intérêt de cette approche isotopique sera d'évaluer si les arrivées d'eaux phréatiques permettent le maintien d'un plus grand nombre de groupes trophiques d'invertébrés benthiques en favorisant une ressource nutritive de bonne qualité (algues) et en réduisant les effets délétères des variations thermiques et hydrologique sur les organismes. L'utilisation des six stations (définies dans l'objectif 1) permettra de préciser les effets des apports d'eaux souterraines sur les communautés benthiques et leur

fonctionnement en différenciant les contextes hydrologiques (entre les deux groupes de stations), thermiques et trophiques (entre stations d'un même groupe). Les attendus opérationnels recouvrent la quantification du rôle de tampon thermique des apports souterrains et son rôle sur le développement algal et les communautés d'invertébrés. Cette quantification pourrait déboucher sur des recommandations sur les gestions de la rivière (ex. débit, morphologie) et de la nappe (ex. niveaux piézométriques) pour favoriser la diversité fonctionnelle des communautés aquatiques et leur résilience/résistance face aux perturbations.

Objectif 3 : Evaluer la **contribution potentielle des changements climatiques** dans l'évolution spatio-temporelle des populations d'ombre et des espèces piscicoles compagnes (Truite et Cyprinidés d'eaux vives) sur l'amont de l'Ain (peu influencé par les variations de débit) à partir d'une analyse de données historiques. Evaluer la **contribution de la composante thermique** en comparaison des autres conditions stressantes sur la dynamique de croissance de l'ombre commun à travers une extension des travaux menés sur un seul site (Mallet, 1998) à l'ensemble du linéaire de l'Ain dans des conditions hydrauliques et thermiques contrastées.

Méthodologie : Pour préciser l'importance de la composante climatique dans le maintien des peuplements piscicoles sur l'Ain, nous analyserons dans un premier temps les données historiques disponibles sur les périodes 1978-1982, 1995-1998 et après 2003 (LEHNA, ONEMA, Fédérations de pêche) en mettant l'accent sur les stations peu ou pas influencées par les variations hydrologiques liées aux activités humaines.

Dans un second temps, nous mènerons une approche pilote centrée sur les effets des changements de température, associés au fonctionnement des barrages, sur la croissance de l'ombre commun à la limite de son domaine vital. Sur les six sites définis plus haut (objectif 1), nous échantillonnerons une trentaine d'individus des classes 0+ et 1+ (c'est à dire non reproducteurs), à trois saisons (fin du printemps, fin de l'été et entrée de l'hiver) afin de relever leurs tailles et de prélever des écailles pour une étude de croissance basée sur la scalimétrie. Nous améliorerons le modèle thermique de croissance de l'ombre commun, élaboré à partir de la population de la basse rivière d'Ain (Charles et al. 2006), pour comparer les croissances attendues aux données observées dans ces classes d'âge 0+ et 1+ en incluant un facteur de stress thermique subi par les populations d'une année à l'autre. Tout écart significatif de croissance entre prévisions liées à la stricte thermie et observations (résultant de multiples facteurs) sera la signature de facteurs de perturbations autres que le simple facteur thermique. Cet écart sera mis en correspondance avec les indicateurs obtenus à partir des communautés d'invertébrés et d'algues (Cf. objectifs 1 et 2) afin d'en apprécier les causes.

Par ailleurs, la croissance des ombres étant susceptible d'être affectée par un effet densité-dépendance, il conviendrait d'évaluer les densités relatives de cette espèce, mais aussi des espèces compagnes, par une approche semi-quantitative ou quantitative du peuplement dans chaque station. Sur le Haut-cours de l'Ain, nous escomptons bénéficier des inventaires prévus par la Fédération de Pêche du Jura afin d'apprécier l'effet de la densité de populations d'ombre et des autres espèces sur la croissance des ombres en situation semi-naturelle du point de vue hydrologique et thermique. Enfin, pour compléter cette approche sur les effets de la densité sur la croissance de l'ombre, nous rechercherons, sur la haute et la basse vallée de l'Ain, des indicateurs d'abondance à partir d'une procédure de capture-recapture utilisant des marques naturelles (Persat 1977). Les secteurs de pêche feront par ailleurs l'objet d'une description simplifiée de type *Estimhab* pour mettre en relation les résultats des pêches avec la physionomie de l'habitat du poisson.

Du point de vue opérationnel, la distinction et la quantification de la part des effets globaux (ex. changement climatique) et des pressions locales s'exerçant sur les peuplements piscicoles pourrait déboucher sur des recommandations d'actions à expérimenter sur le plan hydrologique et thermique afin d'enrayer un potentiel déclin ou de maintenir un niveau de qualité piscicole compatible avec les exigences écologiques des espèces et avec les différentes activités économiques s'exerçant sur l'Ain.

Enfin, ces éléments de quantification de la qualité des processus biologiques seront comparés aux représentations que s'en font les habitants riverains de la rivière. Ces dernières seront étudiées par ailleurs à partir d'un corpus d'articles de presse (publiés dans *Le Progrès* de 1997 à 2013) et d'une campagne d'entretiens semi-directifs réalisés auprès de riverains, de pêcheurs et de gestionnaires dans le cadre du projet « Habiter la rivière d'Ain » porté par Y. le Lay. La comparaison des données objectives et subjectives permettra ainsi de repérer d'éventuels contrastes entre les connaissances scientifiques et populaires, à l'amont et à l'aval de la rivière d'Ain. L'ensemble sera mis en regard de documents historiques issus des Archives départementales du Jura et de l'Ain pour appréhender l'évolution de la qualité environnementale à l'époque contemporaine.

**Localisation des zones d'échange rivière-nappe et
« hotspots » de biodiversité hyporhéique.**

Les échanges d'eau à travers la zone hyporhéique conditionnent un grand nombre de processus dans les écosystèmes lotiques (Dole-Olivier, 2011). Aussi l'un des enjeux scientifique et de gestion

actuel est de pouvoir localiser rapidement ces échanges sur un cours d'eau. L'approche par imagerie infra-rouge telle que développée dans le programme porté par H. Piegay permet de balayer rapidement de vastes zones géographiques. Elle constitue donc incontestablement une aide précieuse à la gestion des cours d'eau, notamment par le repérage d'anomalies thermiques le long du chenal. Bien que très performante, elle est néanmoins basée sur la mesure de différences thermiques au niveau des premiers millimètres de la lame d'eau superficielle, et non sur le fond du lit colonisé par les organismes benthiques. Potentiellement cette technique peut donc négliger des échanges diffus, localisés sur le fond du cours d'eau, non perceptibles en surface et donc moins intenses mais potentiellement plus fréquents. Ces échanges diffus pourraient donc jouer un rôle écologique majeur, en particulier à l'échelle des assemblages d'invertébrés benthiques. Cette seconde action vise donc à (1) tester l'intérêt de l'imagerie infrarouge pour localiser les échanges hydrologiques dans la zone hyporhéique à différentes échelles, (2) localiser les « hotspots » hyporhéiques à l'échelle de la basse vallée de l'Ain et (3) fournir une première estimation de la capacité de refuge de ces zones d'échange pour les invertébrés de surface.

Objectif 1 : La localisation des échanges hyporhéiques (zones d'infiltration et d'exfiltration) sera réalisée par échantillonnage systématique d'amont en aval du bas cours de l'Ain et comparaison avec le profil obtenu par imagerie infra-rouge, dans le cadre du programme de caractérisation physique des habitats de la basse vallée de l'Ain (programme porté par H. Piégay). L'outil IR est par ailleurs testé pour sa mise en application sur la mesure et la cartographie des échanges hydrologiques entre les cours d'eau et leur nappe (programme cartographie de température traduites sous forme colorimétrique et réalisée en période de contrastes thermiques d'été et d'hiver).

Méthodologie : des paramètres physico-chimiques simples (gradient hydraulique, température, conductivité, oxygène) seront utilisés pour vérifier la réalité des échanges hydrologiques le long du bas-cours de l'Ain. Ces données seront confrontées aux images obtenues par photographie aérienne IR. Conformément aux connaissances bibliographiques, les échanges hydrologiques entre un cours d'eau et sa nappe sous-jacente, sont fortement liés à la géomorphologie du lit à différentes échelles. Les échanges les plus fréquents à travers la zone hyporhéique sont induits par des obstacles géomorphologiques tels que les bancs de graviers, les sinuosités ou les seuils. L'identification des échanges se fera donc par des mesures physico-chimiques réalisées, de manière si possible systématique en amont et en aval de la majorité des bancs de galets du bas cours de l'Ain, soit environ 60 unités, à trois profondeurs distinctes (surface, -20 et -50 cm). Ce protocole correspond à la mesure de 4 paramètres sur 60 bancs x 2 positions x 3 répliques x 3 profondeurs, soit potentiellement

1080 points. Une campagne unique sera effectuée, si possible en étiage estival, et confrontée aux profils des anomalies thermiques IR.

Objectif 2 : Les communautés aquatiques répondent-elles aux « patterns » hydrologiques spatiaux obtenus ? Autrement dit, ces échanges hydrologiques stimulent-ils des échanges faunistiques entre la rivière et sa zone hyporhéique et sont-ils à l'origine de hotspots de biodiversité hyporhéique (mélange de faune benthique, hyporhéique et stygobie)?

Méthodologie : un ensemble de 16 bancs de graviers parmi les 60 répertoriés, seront sélectionnés suivant l'intensité des échanges hydrologiques mesurés lors de la précédente étape (échanges forts, échanges faibles). Ils feront l'objet d'une campagne de mesures physico-chimiques et biologiques (invertébrés hyporhéiques) plus précises, en tête et en queue de banc, à trois profondeurs distinctes (-20, -50, -80 cm) de manière à déterminer leur niveau de biodiversité. Pour prendre en compte l'hétérogénéité locale trois réplicas seront réalisés en chaque point (soit un total de 288 échantillons). Les prélèvements de faune hyporhéique seront effectués par pompages Bou-Rouch (5 litres/réplica). Cette étude devrait conduire à une cartographie simplifiée des « hotspots » hyporhéiques sur la plus grande partie du bas cours de l'Ain.

Par ailleurs, la richesse de ces hotspots hyporhéiques observés sur le chenal de l'Ain seront comparés à des données disponibles sur le chenal de quatre affluents de cette rivière (Albarine, Oignin, Suran et Valouse) où les communautés hyporhéiques ont été échantillonnées à 50 cm de profondeur en 4 stations (avec triplicats).

Objectif 3 : La comparaison des assemblages hyporhéiques dans les zones alimentées ou non alimentées en eau souterraine donnera une première idée de l'existence de refuges pour la faune benthique dans les sédiments de la rivière. La dimension de la zone refuge sera également mise en relation avec l'importance des apports phréatiques et/ou du sous-écoulement de l'Ain.

Méthodologie : à partir des données collectées selon le protocole de l'objectif 2, deux types de comparaisons seront utilisés pour apprécier la capacité de refuge de la zone hyporhéique dans les zones d'apports d'eau souterraine. La comparaison entre les stations situées en amont et en aval de bancs devrait mettre en évidence l'hétérogénéité liée aux entrées et sorties d'eau dans les alluvions (effet du sens des échanges). La comparaison entre les zones à forte ou faible alimentation en eau souterraine devrait souligner un effet lié à l'intensité de ces échanges. Dans chaque situation,

l'abondance et la composition de la faune benthique dans les échantillons hyporhéiques seront des indicateurs de la qualité de refuge des zones considérées.

Les retombées opérationnelles de cette partie sont d'ordre méthodologique car l'étude de la distribution des échanges d'eau entre l'Ain et sa nappe permettra d'apprécier la part de l'imagerie infra-rouge dans l'efficacité de la localisation des apports d'eau souterraine par rapport au diagnostic géomorphologique, beaucoup plus long à obtenir sur une échelle plurikilométrique. Une telle démarche n'a jusqu'à ce jour jamais été entreprise ; son succès pourrait contribuer à l'amélioration des outils de gestion des cours d'eau. Ces échanges sont fondamentaux pour l'estimation de l'hétérogénéité des habitats aquatiques, mais également pour apprécier l'intérêt écologique de ces zones en tant que refuge en période de crise. En ce sens, la localisation de ces zones de refuge et l'estimation de leur efficacité est essentielle à une gestion écologique des cours d'eau : stockage d'organismes, maintien de la biodiversité, mécanisme de recolonisation et donc, à terme, stabilité et productivité du système. Ces travaux devraient donc permettre également de proposer un argumentaire pour la mise en place de plans de gestion des principales perturbations susceptibles d'affecter les échanges nappe-rivière comme (1) le colmatage des fonds par apports de sédiments fins, (2) l'abaissement du niveau piézométrique lié aux pompes agricoles ou industriels excessifs en période d'étiage sévère et (3) la réduction de la mobilité sédimentaire.

(1) Le plan expérimental de cette étude devrait permettre d'identifier d'éventuelles zones de colmatage dans lesquelles les échanges réduits altèrent les communautés en place. L'observation de ces zones de colmatage peut justifier des choix de gestion et de réduction des apports de sédiments fins.

(2) Cette étude devrait aussi permettre de repérer des zones d'arrivées importantes d'eau souterraine où il conviendrait alors de mieux gérer les niveaux piézométriques de la nappe d'accompagnement.

(3) Enfin, en ce qui concerne la gestion de la mobilité sédimentaire, cette étude devrait permettre de vérifier si les apports artificiels de sédiments, réalisés dans la partie amont du secteur considéré (entre Varambon et Priay) ont contribué à reconstituer un milieu hyporhéique fonctionnel, c'est à dire caractérisé par une oxygénation, une abondance et une diversité des assemblages interstitiels élevés.

En outre les données générés par cette étude permettront de tester la pertinence des communautés hyporhéiques comme indicateurs des échanges nappe-rivière, grâce à un indice proposé sur le Rhône (programme échanges Rhône-nappe, Agence de l'Eau RMC-ZABR) et qui demande une validation sur d'autres systèmes. Cet indicateur s'appuie sur le ratio d'abondance entre

organismes épigés (faune benthique) et hypogés (faune souterraine), la richesse totale des assemblages hyporhéiques et la similarité physico-chimique entre les eaux superficielles et interstitielles. Le bas-cours de l'Ain représente un secteur au fonctionnement hydrologique atypique (forte perméabilité associée à de fréquentes fluctuations du débit), à ce titre il permettra d'évaluer la robustesse de cet indice.

Références citées

- Charles S., Mallet J.-P. & Persat H. (2006) Population Dynamics of Grayling: Modelling temperature and discharge effects. *Mathematical modelling of natural phenomena*, 1, 31-48.
- Dole-Olivier M.J. (2011) The hyporheic refuge hypothesis reconsidered: a review of hydrological aspects. *Marine and Freshwater Research*, 62, 1281-1302.
- Gayraud S., Statzner B., Bady P., Haybach A., Schöll F., Usseglio-Polatera P. & Bacchi M. (2003) Invertebrate traits for the biomonitoring of large European rivers: an initial assessment of alternative metrics. *Freshwater Biology*, 48, 2045–2064.
- Mallet J.P. (1999) Recherche des facteurs de contrôle de la dynamique des populations d'Ombre commun *Thymallus thymallus* L., 1758 de la Basse Rivière d'Ain. Thèse de Doctorat, Univ. Lyon 1, 204 p.
- Persat H. (1982) Photographic identification of individual grayling, *Thymallus thymallus*, based on the disposition of black dots and scales. *Freshwater Biology*, 12, 97-101.
- Statzner B. & Bêche L.A. (2010) Can biological invertebrate traits resolve effects of multiple stressors on running water ecosystems? *Freshwater Biology*, 55, 80-119.
- Statzner B., Bonada N. & Dolédec S. (2007) Conservation of taxonomic and biological trait diversity of European stream macroinvertebrate communities: towards a collective public database. *Biodiversity and Conservation*, 16, 3609-3632.
- Tachet H., Richoux P., Bournaud M. & Usseglio-Polatera P. (2010) *Invertébrés d'Eau Douce: Systématique, Biologie, Écologie*. CNRS éditions, Paris, France.