

CONSEIL
SCIENTIFIQUE
DU COMITÉ
DE BASSIN
RHÔNE
MÉDITERRANÉE



**L'ÉTAT DE LA LOUE : AVIS SUR LES RECHERCHES ET LES ÉTUDES
MENÉES SUR LA RIVIÈRE ET SON BASSIN VERSANT**

JUILLET 2015

Etat de la rivière Loue

Bilan sur les recherches et les études en cours menées sur la rivière et son bassin-versant

Introduction

Sur la base des avis scientifiques rendus en 2012 (expertise nationale pilotée par l'Onema et avis du conseil scientifique du comité de bassin Rhône-Méditerranée), le comité de bassin a adopté une délibération concernant la rivière Loue en décembre 2012. Celle-ci reprenait les recommandations du conseil scientifique et proposait (1) que soient conduites des évaluations scientifiques indépendantes en mobilisant des chercheurs sans lien avec la mise en œuvre des opérations de connaissance et de gestion sur ces milieux karstiques et (2) de mobiliser l'expertise du conseil scientifique du comité de bassin.

Une conférence départementale de la Loue et des rivières comtoises a été mise en place par le Préfet du Doubs pour élargir la réflexion à l'ensemble des rivières karstiques de Franche-Comté.

J.F. Humbert, qui présidait le comité d'expert de l'Onema, a été sollicité pour constituer un comité d'experts scientifiques en appui à la conférence départementale. Au sein de ce groupe sont présents trois membres de l'actuel conseil scientifique du comité de bassin (D. Gilbert, J. Mudry, Y. Souchon) ainsi que S. Stroffek pour le secrétariat.

En vue de préparer la prochaine réunion de cette conférence mi 2015, un séminaire d'échanges entre scientifiques et gestionnaires a été organisé les 23 et 24 avril 2015 auquel se sont associés les membres du conseil scientifique, ceux précités ainsi que D. Gerdeaux, qui avaient porté l'avis du conseil scientifique devant le comité de bassin et les acteurs locaux.

A la suite de ce séminaire, pour donner suite aux attentes du comité de bassin concernant le suivi des opérations de recherche visant à répondre aux questions des gestionnaires de la Loue, les membres du conseil scientifique présents ces deux journées et qui avaient œuvré dans l'élaboration de l'avis initial (Y. Souchon et D. Gerdeaux, assistés du secrétariat) ont élaboré un projet d'avis examiné en séance plénière le 19 juin 2015. Ce projet a été amendé suite aux débats. Un avis formel du conseil scientifique a été produit en juillet 2015 : son contenu est destiné à la communauté des gestionnaires œuvrant pour l'amélioration de l'état et du fonctionnement de la rivière Loue (et notamment aux financeurs des opérations de restauration). Il fournit des observations sur ce qui peut être attendu des opérations de recherche actuellement menées ou proposées dans le cadre de la conférence départementale ; il propose aussi quelques recommandations pour permettre ou renforcer l'utilisation des résultats de la recherche en appui à la gestion de la rivière et de son bassin versant.

1 - Le changement climatique et son impact

Enseignements

Le premier exposé de MétéoFrance, très pédagogique, sur les réalités du changement climatique en Franche-Comté a bien présenté les tendances (une température moyenne qui a augmenté de 1 à 1,5 °C) et souligné des événements climatiques régionaux.

L'intervenant a clairement mis en garde sur la mémoire du passé qui exacerbe des événements à dimension souvent locale vécus à des moments particuliers d'imprégnation (notamment enfance). Ce prisme de perception rend nécessaire une plus grande objectivisation de la nature et de l'ampleur des événements par le recours à des séries de données critiquées, bancarisées et accessibles.

L'observation des séries de température de l'air à Besançon montre que ce sont surtout les températures annuelles minimales qui ont augmenté au fil du temps, passant de 5 °C au début de série (1885) à 6 à 7 °C depuis les années 1990 (il fait moins froid la nuit).

La température moyenne annuelle s'est progressivement réchauffée depuis la fin des années 1980 par rapport à la moyenne 1900-1980 ; l'écart a atteint + 1,0°C en 2000 et est désormais de + 1, 2 à 1,3 °C depuis. La série de Lyon montre des évolutions analogues.

L'enneigement, caractérisé par le nombre de jours avec plus de 10 cm au sol a diminué au fil du temps, passant de 75 j en 1960 à 60 j en 2012.

Les scénarios de changement climatique prévoient des étés plus chauds et plus secs et des hivers plus doux et plus humides, ce qui pourrait se traduire dans les cours d'eau par des débits de pointe augmentés en hiver et des débits d'étiage plus accentués.

L'année de canicule exceptionnelle de 2003 deviendrait assez commune en 2070.

La série des pluies révèle que depuis 1972, il n'y a pas eu d'année de sécheresse comparable à celle de cette année-là (ordre de 800 mm) qui a marqué le début de la crise des années 70, mais on note quand même des années à cumul des pluies n'avoisinant que les 900 mm (à comparer à une moyenne interannuelle approximée sur courbe de 1100 mm), en 1990, 1995, 2003 et 2010.

Remarques

Les considérations en météorologie sur la nécessité de documenter soigneusement les caractéristiques des différentes variables du climat et d'analyser leur comportement temporel devraient trouver des échos dans d'autres domaines, notamment en écologie. Différentes variables d'ordre climatique seraient à mieux prendre en compte pour bien comprendre les séries physico-chimiques et biologiques et relativiser les référentiels en essayant de dégager la part d'évolution attribuable au seul climat.

Par exemple si on situe les périodes d'établissement des référentiels faunistiques sur la Loue considérés comme références (thèse de J. Verneaux) et qu'on les compare aux situations observables aujourd'hui (figures 1 et 2), il est très clair qu'il y a un écart de + 1 à 2°C en température moyenne de l'air entre les 2

périodes. Lorsque les variables sont combinées, sur la période printanière, elles révèlent deux ambiances thermo-hydriques bien différentes, caractérisées l'une et l'autre par des précipitations inférieures à la normale, mais à des températures moyennes printanières beaucoup plus élevées en 2009 (+ 1,4 °C) et surtout 2011 (+ 2,5°C).

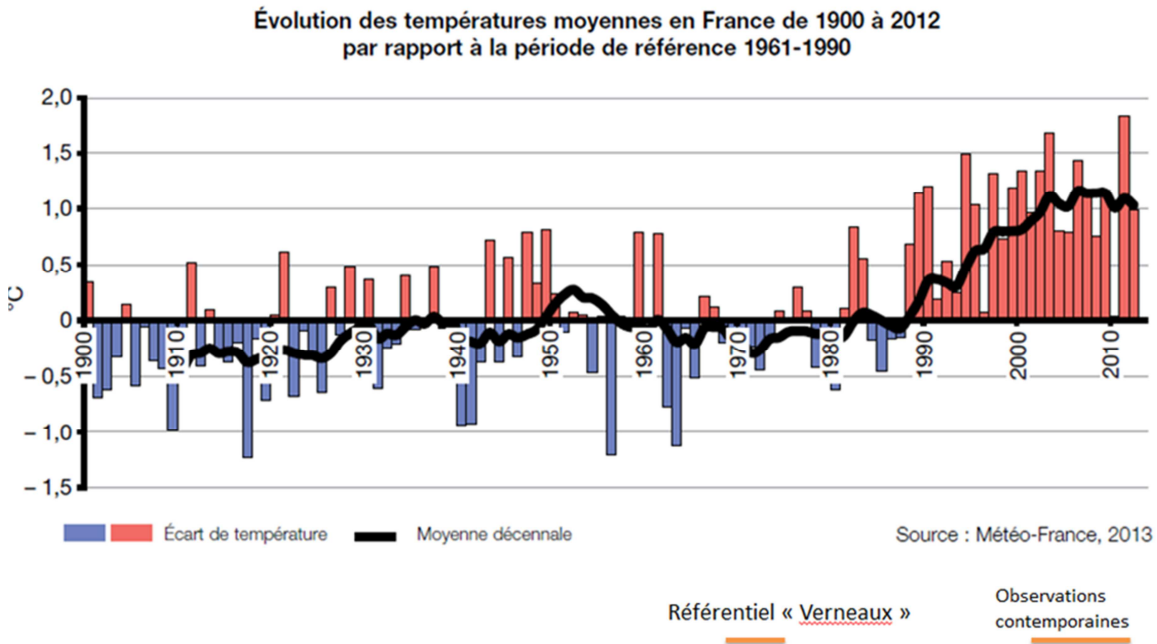


Figure 1. Température de l'air, écart à la période de référence 1961-1990, source Météo France.

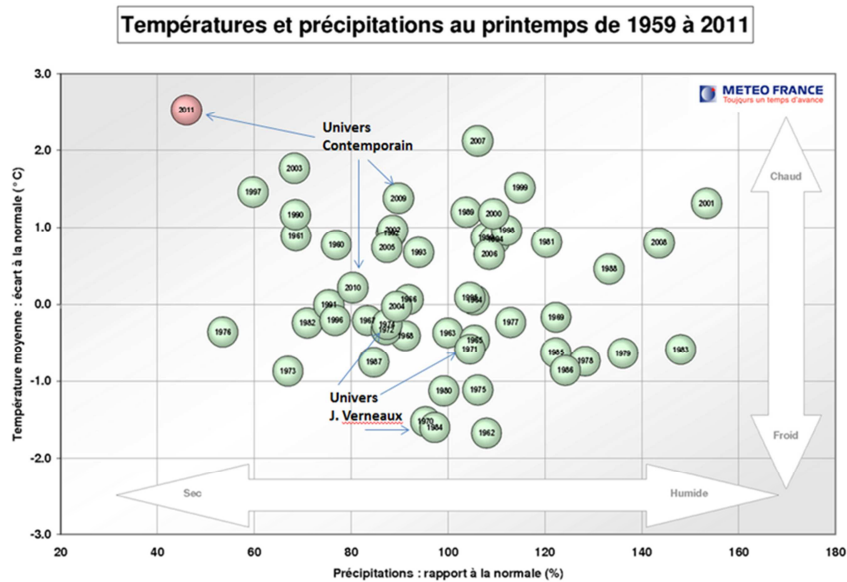


Figure 2. Températures et précipitations moyennes en France, Source Météo France (2011).

En l'absence de données thermiques de la Loue, on ne peut que supposer que la température de la rivière a également augmenté. Une publication (North, R.P., Livingstone, D.M., Hari, R.E., Koester, O., Niederhauser, P. and Kipfer, R., 2013. The physical impact of the late 1980s climate regime shift on Swiss rivers and lakes. *Inland Waters* 3, 341-350.) met en évidence des changements de régime thermique dans des rivières suisses en lien étroit avec les températures de l'air :

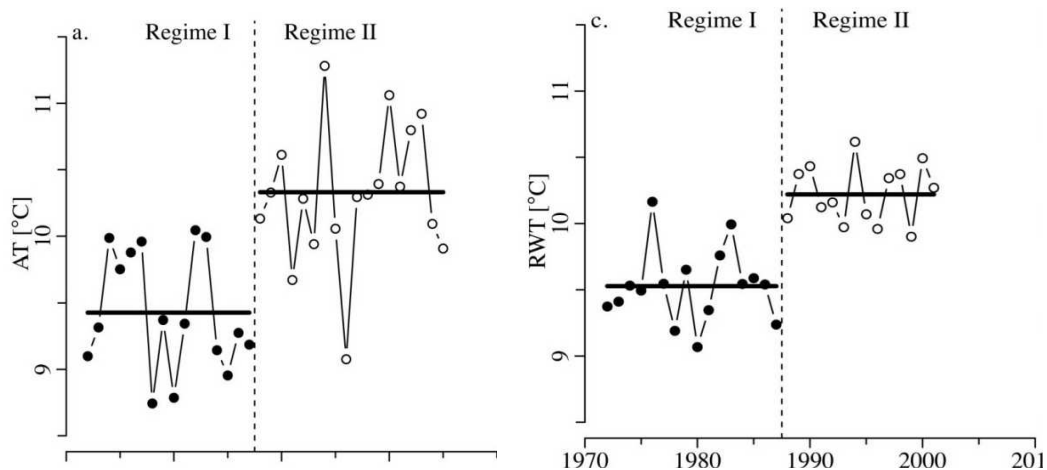


Figure 3. d'après North et al. 2013. températures moyennes de l'air AT et de rivières suisses RWT

L'avis du conseil scientifique du comité de bassin de 2012 avait repris des données de températures moyennes annuelles de l'air à Dijon de 1961 à 2007 montrant clairement la rupture de tendance en 1987. De même, l'analyse de la tendance à l'augmentation de la conductivité avait envisagé une analyse du même type supposant que les données de conductivité avant 1976 étaient restées exprimées à une température de 20°C et mettant en évidence dans ce cas une rupture en 1987. Cette supposition a été confirmée par des archives papier et surtout par l'article de Mudry et al. 1979 : « Analyse multivariée du chimisme de quelques sources karstiques du Jura Suisse et Franc-Comtois dans le Bulletin du centre d'hydrogéologie (3) p 183-221 » où les valeurs de conductivité sont exprimées à 20°C et sont comprises entre 370 et 410 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, soit à 25°C entre 410 et 488 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$. En corrigeant ces données et en utilisant soit le t-test séquentiel STARS (Rodionov and Overland 2005) ou le test XLSTAT 2014.6.05 d'homogénéité, deux régimes différents sont mis en évidence dans la série de données sur la conductivité (fig. 4). La rupture de tendance en 1987 dans la conductivité des eaux de la Loue montre clairement un lien avec les tendances climatiques sans relation de causalité qui reste à trouver.

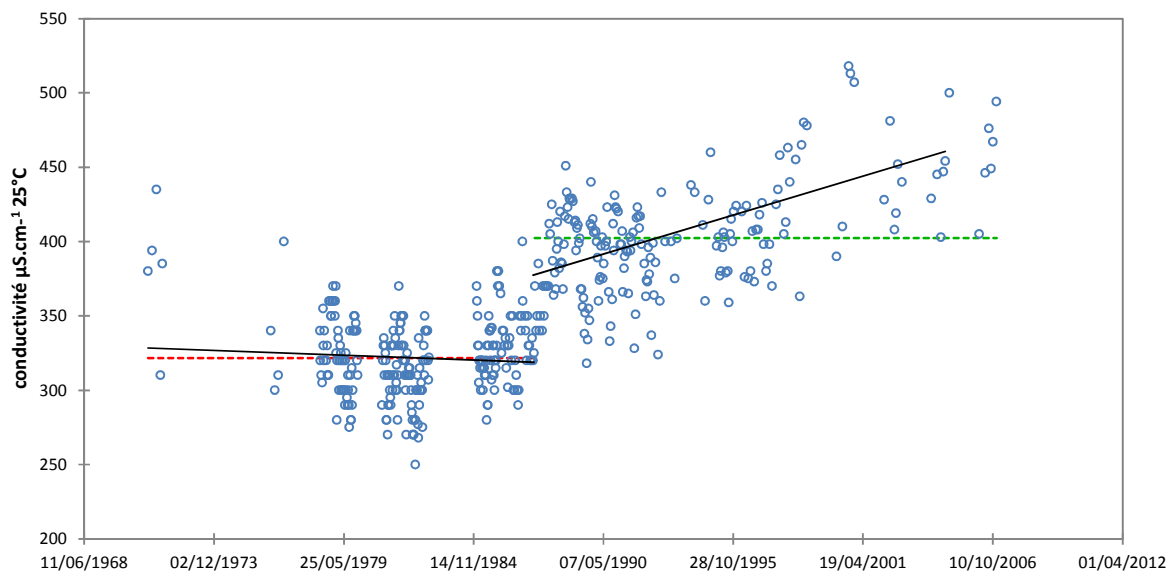


Figure 4. Valeurs de la conductivité des eaux de la Loue à Chenecey (toutes exprimées en $\mu\text{S.cm}^{-1}$ à 25°C) analysées par le test XLSTAT 2014.6.05 mettant en évidence deux régimes dans la série : les lignes rouge et verte représentent les deux sous-séries distinguées par le test et les deux lignes noires une régression linéaire par série.

Le réchauffement des eaux est un facteur de stress important pour la truite dès que la température dépasse 19°C . La sensibilité à la Saprolegniose est exacerbée par des températures supérieures aux températures optimales pour cette espèce (Howe G.E., Stehly G.R. (1998)¹, (l'expérience de contamination faite par les services vétérinaires n'a pas montré de pathogénie à une température de $14^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$, ce qui est une plage de confort thermique pour l'espèce) et la maladie PKD (Proliferative Kidney Disease, absente semble-t-il du bassin versant de la Loue) avec une prévalence marquée pour des températures supérieures à 15°C .

Deux évènements climatiques sont à retenir quand on s'intéresse à la Loue : (i) des années à très faibles pluviométrie en 1970, 1990, 1995, 2003 et 2010 qui sont des épisodes de stress pour l'écosystème, (ii) une rupture en 1987 dans la série de données de conductivité et un réchauffement probable des eaux de la rivière comme observé en Suisse. Compte-tenu de ces changements, le référentiel actuel de la Loue ne peut être un référentiel adopté dans les années 1970.

¹ Howe G.E., Stehly G.R. (1998). Experimental infection of rainbow trout with *Saprolegnia parasitica*. Journal of Aquatic Animal Health, 10, pp. 397-404.

Actions ouvertes à la discussion au sein du groupe scientifique local

Par rapport au réchauffement climatique dont l'impact sera croissant :

- *Amortir l'augmentation de la température*
 - *Question récurrente des barrages et des seuils...*
 - *Etat de la ripisylve, y-a-t-il un gain possible sur ce critère ?*
- *Maintien des débits en réalisant des économies sur les prélèvements d'eau ?*
- *De l'utilité des haies sur la question de l'eau ?*

Recommandations du conseil scientifique du comité de bassin

En matière scientifique :

Réaliser et analyser des profils thermiques précis amont-aval de la rivière à différentes périodes de l'année (exemple : descente en canoë avec mesure thermique géoréférencée). Les résultats pourront être mis en lien avec la morphologie du cours d'eau (présence de seuils et barrages, ripisylve ...). Compléter par des suivis à fréquence élevée de l'oxygène dissous pour détecter les forts déficits notamment en fin de nuit.

En matière d'actions à engager :

Réfléchir et planifier une restauration de la ripisylve, le changement climatique est une contrainte extérieure à laquelle on ne peut que s'adapter localement en réduisant les prélèvements d'eau et en limitant le réchauffement des eaux en augmentant les ombrages sur la rivière.

2 – L’Hydrologie

Enseignements

L’analyse des séries hydrologiques n’a pas conduit à mettre en évidence des tendances de façon statistique robuste ; ceci est dû à la variabilité inhérente des débits et parfois à des séries insuffisamment longues.

Des régimes régionaux ont été définis : les rivières karstiques ont bien entendu leur régime propre.

Remarques

Il faut souligner l’effort de bancarisation et de mise en ligne des données², et l’effort d’équipement des stations hydrométriques en sondes thermiques (39 sondes depuis 2007) ; les séries de température ne sont pas encore bancarisées, mais gagneraient à l’être rapidement si des profils thermiques de la rivière sont envisagés.

Attention : l’absence de tendances temporelles statistiquement établies ne renseigne pas sur de possibles épisodes critiques pour le fonctionnement des cours d’eau à des pas de temps courts de 1 à 3 ans : ce peuvent être des durées allongées d’étéage sévère concomitantes avec de fortes températures, des précocités saisonnières (ex. printemps) de plus en plus fréquentes, des modifications du régime des crues (ex. absence de crues automnales certaines années) qui sont des stress importants pour les communautés aquatiques. L’avis du conseil scientifique du comité de bassin de 2012 avait recommandé de mettre en œuvre cette *analyse intégrée du régime hydrologique, pour déterminer et caractériser les principaux indicateurs hydrologiques structurant les communautés aquatiques (durées, intensités, fréquence des étiages et des crues, survenues temporelles, tendances ...)*.

Un travail national (Giuntoli et al., 2012)³ sur des séries nationales de référence sélectionnées a montré des évolutions significatives à la baisse des étiages. En particulier, une précocité avancée de la survenue des étiages, qui est entre autres marquée à l’est du territoire métropolitain (extrait figure ci-après).

² adresses web

<http://www.rdbrmc.com/hydroreel2/>

<http://www.hydrologie-fc.fr/>

³ Giuntoli I., Maugis P., Renard B., 2012. Evolutions observées dans les débits des rivières en France, Onema, Comprendre pour agir n°4, 7 p.

www.onema.fr/IMG/pdf/debits-des-rivieres.pdf



Recommandations du conseil scientifique du comité de bassin

En matière scientifique :

La bancarisation des données de température et leur synthèse, notamment dans un esprit de couplage avec le fonctionnement biologique des cours d'eau.

Un travail de caractérisation des régimes hydrologiques et thermiques des rivières comtoises, avec une attention particulière à porter à la mise en évidence d'épisodes considérés comme critiques pour le fonctionnement des cours d'eau. Approfondir les analyses des séries temporelles disponibles

Un travail de prospective sur les évolutions possibles de ces régimes, sous les hypothèses de changement climatique actuellement disponibles dans les scénarios du GIEC

En matière d'actions à engager :

Rendre disponibles TOUTES les données potentiellement disponibles (hydrologie et température)

3 - L'évolution des activités et des paysages dans le bassin versant

Enseignements

Un exposé a montré les grands changements de paysages agricoles en Franche-Comté (1970-2013) qui se sont traduits par des modifications de l'habitat rural (les bâtiments agricoles sont sortis des villages) et la disparition des haies dans certains territoires.

La production laitière a augmenté, malgré une diminution du cheptel à l'échelle du département du Doubs, peut-être pas à l'échelle du bassin versant de la Loue (reste à préciser). La taille des troupeaux a augmenté, la taille des exploitations s'est accrue avec comme conséquence une diminution du nombre des exploitations (-64%). A l'augmentation de la productivité laitière des vaches correspondent donc des effluents d'élevage produits en plus grandes quantités.

La présentation sur la gestion et la biodiversité des prairies de Franche-Comté a montré que les pâturages intensifs et les prairies de fauches productives impactent le plus la richesse et la diversité taxonomique et fonctionnelle des prairies : la forte production recherchée au travers des systèmes de gestion intensifs entraîne une perte de biodiversité des sols et de la végétation ; elle accroît les risques de transferts des nutriments vers le karst. La sensibilité des sols et des prairies aux aléas climatiques s'en trouve augmentée.

Recommandations du conseil scientifique du comité de bassin

Faire un historique de l'évolution quantifiée des pressions dues aux activités humaines à l'échelle du bassin versant : développement/régression des grands types d'activités (rejets domestiques, industriels (dont traitement du bois), agricoles (dont traitements avec pesticides), tourisme, pêche, ...), en pointant les évolutions des pratiques pour ces différents types. L'approche devrait notamment : alimenter les réflexions à conduire sur les nouveaux référentiels biologiques pertinents pour piloter la gestion de la rivière et évaluer les résultats des actions de restauration mises en œuvre.

Traduire ces évolutions en risques de perturbation du fonctionnement de la rivière.

Plus généralement, la comparaison avec d'autres territoires aiderait à identifier les déterminants écologiques, économiques et sociaux qui conditionnent la qualité et le fonctionnement de la rivière. Elle pourrait être combinée avec l'établissement d'un récit historique autour de ce que le territoire est en train de vivre, pour mailler les registres biologiques, hydrologiques etc ... avec le discours social. Ce récit devrait engager aussi le registre politique, même s'il est difficile à aborder.

4- L'origine des apports et leurs impacts sur le fonctionnement biologique de la rivière

4.1 – Les activités humaines du bassin versant

Enseignements

Les résultats des recherches indiquent que les apports azotés par les rejets ponctuels seraient inférieurs à 10% du total du flux d'azote. La part du phosphore apportée par les rejets ponctuels serait très variable et comprise entre 30 et 100 %.

Il en est déduit que les apports azotés sont essentiellement d'origines diffuses (agricoles). Pour le phosphore, le diagnostic est plus contrasté, mais les apports ponctuels (rejets domestiques essentiellement) sont toujours significatifs.

Un exposé sur l'assainissement non collectif et petit collectif a montré que les techniques actuellement disponibles de traitement des rejets en carbone sont performantes, mais que les résultats sur N et P sont plus variables et que les systèmes complémentaires à prévoir sont coûteux, surtout pour des petites installations.

S'agissant des apports diffus, le retour d'expérience sur le bassin de Plaisir-Fontaine a permis de montrer qu'il est possible de réduire par 2 (jusqu'à 60 kgN/ha) l'apport d'azote agricole. Il reste en effet dans les sols en fin d'hiver de grandes quantités d'azote, qui doivent conduire à réduire les apports au printemps.

De manière générale, il est indispensable de mieux évaluer les transferts de nutriments. Mais le massif karstique est complexe.

Remarques

L'objectivité de l'évolution des pratiques sur le bassin versant a été mise en question. Des chiffres ont été contestés en fonction des surfaces de territoires considérées : l'élevage présenté en légère diminution par la Chambre d'Agriculture à l'échelle du département semble plutôt en augmentation lorsqu'on considère la Haute-Loue isolément ?

Les résultats sur Plaisir-Fontaine ne sont guère utilisables pour modéliser les transferts et suivre les effets des changements de pratiques dans le bassin versant, car les limites de ce bassin versant sont encore mal connues, malgré les progrès réalisés grâce aux apports des spéléologues.

4.2 – L’utilisation des traçages isotopiques

Enseignements

Le rapport « Variations spatiales et temporelles des compositions isotopiques ($\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$) d’organismes aquatiques de la Loue (2013/2014) » et sa présentation à la conférence apportent des données sur les signatures isotopiques de deux macro-algues et de macro-invertébrés de la Haute-Loue. Cette approche isotopique peut apporter des informations intéressantes mais elle suppose l’acquisition de beaucoup de données potentiellement onéreuses (Kaymack et al 2015⁴). Cette première approche soulève des questions intéressantes. Les signatures en azote des algues sont très basses et celles des invertébrés se distribuent entre 1 et 6 ‰. Ces valeurs semblent globalement toutes basses, proches des sources atmosphériques, pour un milieu où on pense que les apports en azote agricole contribuent au fonctionnement du réseau trophique à moins que les apports en azote minéral soient plus transférés à la rivière que l’azote des épandages de lisier et fumier.

Remarques

Dans la revue des données disponibles faite par Peipoch *et al.* dans *Freshwater Science*, 2012, 31(3):1003–1015 DOI: 10.1899/11-157.1, des valeurs plus élevées seraient plus conformes. Ces valeurs posent une question intéressante qui ne peut être abordée qu’en mesurant d’autres composantes de l’écosystème.

Ci-dessous, deux figures extraites de l’article de Peipoch et al 2012

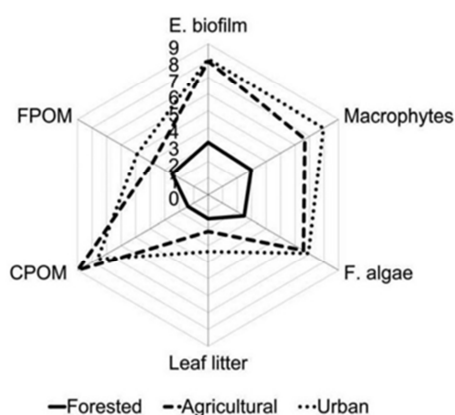


FIG. 3. Representation of the $\delta^{15}\text{N}$ signatures for each basal-resource category from streams and rivers draining the 3 landuse types considered. The lines join the mean of $\delta^{15}\text{N}$ for different basal-resource compartments within each landuse category. E. = epilithic, f. = filamentous, CPOM = coarse particulate organic matter, FPOM = fine particulate organic matter.

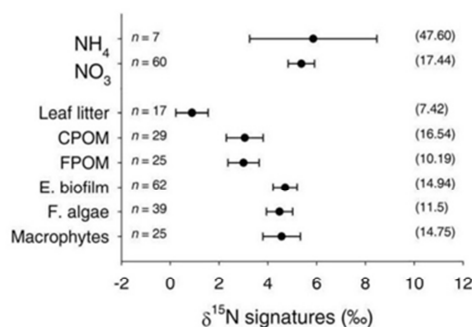


FIG. 2. Mean (± 1 SEM) $\delta^{15}\text{N}$ signatures of dissolved inorganic N (DIN) and basal resources from streams or rivers compiled from the literature. The available number of $\delta^{15}\text{N}$ values for each category level is indicated in the left margin of the y-axis. Numbers on the right side of the plot are variances. E. = epilithic, f. = filamentous, CPOM = coarse particulate organic matter, FPOM = fine particulate organic matter.

⁴ Kaymak, N., Winemiller, K.O., Akin, S., Altuner, Z., Polat, F. and Dal, T., 2015. Stable isotope analysis reveals relative influences of seasonal hydrologic variation and impoundment on assimilation of primary production sources by fish in the Upper YesilA +/- rmak River, Turkey. *Hydrobiologia* 753, 131-147.

La signature du périphyton n'a pas été estimée à partir d'échantillons de périphyton mais en utilisant comme proxy la valeur obtenue à partir d'invertébrés brouteurs (« *Le périphyton a été estimé à partir des $\delta^{15}N$ et $\delta^{13}C$ des Heptageniidae.* ») ce qui rend discutables certaines conclusions.

Le résultat le plus clair est l'augmentation de la signature azotée de l'amont vers l'aval sans toutefois qu'il soit évident de conclure « *la variabilité spatio-temporelle des $\delta^{15}N$ des organismes aquatiques semble indiquer une implication significativement de l'azote d'origine agricole (lisier, fumier) dans le fonctionnement du réseau trophique de la rivière* ». Quels sont les apports d'eau du bassin versant entre Lods et Ornans comparés au débit de la rivière à Ornans ? Comment les différentes formes de l'azote évoluent-elles le long du cours d'eau ?

L'enrichissement en $\delta^{15}N$ en automne et hiver pourrait être mis en relation avec les épandages en lisier et fumier faits surtout à cette saison, et non « *une augmentation de l'influence de cet azote sur le réseau trophique de l'amont vers l'aval dont les transferts vers la rivière seraient plus importants en automne et en hiver* ».

L'emploi d'un modèle de mélange fournit des résultats, dont l'utilisation dans ce cas peut-être discutée, « *indique que la production d'invertébrés est principalement soutenue par le périphyton (entre 70% et 80%) et que les macroalgues sont faiblement assimilées (entre 5% et 20%) malgré les importantes biomasses présentes In Situ.* ». La faible consommation des macroalgues par les macroinvertébrés ne pourrait donc pas être un facteur régulant les proliférations observées.

Recommandations du conseil scientifique du comité de bassin

En matière scientifique :

Clarifier le discours sur les facteurs de contrôle de l'eutrophisation (identifier les facteurs les plus probables sur des bases scientifiques avérées). Si l'utilisation ultérieure des isotopes stables était envisagée, elle nécessiterait un programme scientifique très important pour contribuer à une meilleure compréhension des différentes origines de l'azote dans le réseau trophique à financer par des crédits de recherche (projet ANR ?).

En matière d'actions à engager :

Poursuivre et renforcer les efforts engagés pour limiter les apports ; pratiques agricoles, épuration individuelle et collective.

5 - La contamination par les substances

Enseignements

L'exposé sur les contaminants a révélé une contamination des sédiments de la Loue par de multiples substances (pesticides organophosphorés et pyrethrénoïdes, mais aussi HAP ...) qui sont potentiellement toxiques pour la faune des invertébrés benthiques. Ces analyses confirment les données de la surveillance de routine et soulèvent la question du niveau de risque pour l'écosystème.

L'origine des pesticides peut être multiple : industrielle (filiale bois notamment), agricole, domestique.

L'origine des HAP est encore mal déterminée et la contamination a été présentée comme particulièrement élevée, avec un fort impact potentiel sur les invertébrés.

Des résidus médicamenteux ont été détectés.

Remarques

Les résultats présentés sur la multi-contamination de la rivière sont nombreux. L'interprétation des données se heurte à plusieurs obstacles :

La manière dont sont faits les échantillonnages (localisation de sites, épaisseur des sédiments prélevés, fraction granulométrique considérée ...) peut significativement influencer les résultats. La représentativité des résultats de la contamination des sédiments (HAP par exemple) doit être évaluée. Que signifient-ils au regard de la contamination globale de la rivière par ces substances (variabilité des concentrations, valeurs moyennes, minimales et maximales, écarts-types, etc) ?

Il est difficile d'apprécier les conclusions tirées de ces résultats. Par exemple, l'interprétation faite de la contamination des sédiments est rapportée à la teneur en carbone organique des sédiments. Il est dès lors difficile d'apprécier la toxicité des sédiments in situ sans savoir quelle est la part de carbone organique constituant les sédiments en place.

L'origine des normes sur carbone organique n'a par ailleurs pas été suffisamment précisée. On peut imaginer que la transformation des normes issues de la littérature en normes rapportées au carbone a été faite soit par un facteur de conversion standard, soit à partir de la connaissance des teneurs en carbone organique des sédiments – valeurs disponibles de la bibliographie ? – sur lesquels les normes ont été établies. Seule la seconde approche peut être recevable, la première étant entachée de beaucoup trop d'incertitudes.

La manière dont ont été considérées les valeurs inférieures à la limite de quantification (LQ) des substances, et surtout ses conséquences sur les interprétations ultérieures, pose question :

- A toutes les valeurs non quantifiées (< aux LQ), la valeur du LQ/2 a été associée. Cela conduit à relever les moyennes de contamination. Cela peut-il avoir une incidence sur les conclusions, notamment lorsqu'un score de biodiversité est mis en relation avec une somme de pesticides ?
- Il est étrange de trouver sur les graphes des valeurs qui sont inférieures à la LQ (les points sont situés à moins de deux fois la $\frac{1}{2}$ LQ) et qui sont pourtant considérées comme mesurées (chlorpyrifos vers 24 km, perméthrine et deltaméthrine).
- Certaines $\frac{1}{2}$ LQ sont supérieures à la CL50 (Cyperméthrine, Deltaméthrine)... on peut s'interroger sur l'utilisation des données fournies par les techniques analytiques utilisées et leur intérêt pour détecter des risques écologiques.

Les résultats présentés concernant la contamination par les HAP sont alarmants. Ils le sont plus encore pour les pesticides qui, si les valeurs sont exactes, robustes, fiables et représentatives de la rivière, devraient conduire à l'absence d'invertébrés-cible : les contaminations observées sont de l'ordre des doses létales pour 50 % des organismes soumis aux essais (DL50). On peut s'étonner de voir la Loue contaminée à un niveau comparable aux rivières chinoises les plus polluées.

L'hypothèse d'un rôle de la contamination des sédiments n'est donc pas à exclure. Elle reste néanmoins à creuser pour la conforter avant toute conclusion. Il convient en particulier de pouvoir disposer au plus vite des données brutes des travaux de recherche et des protocoles précis de collecte pour mieux approfondir le risque liés aux contaminants. Il conviendrait notamment de revisiter les résultats extrêmement élevés de concentrations calculées (de tels niveaux ne sont que très rarement rencontrés dans des milieux naturels), que ce soit pour les confirmer ou pour les nuancer.

Pour faciliter l'interprétation, notamment dans sa dimension historique pour apprécier l'évolution de l'état de la rivière, il faut engager une approche historique et systémique de l'utilisation des contaminants retrouvés dans les sédiments. Par exemple, la présence de chlorpyrifos dans les sédiments à Parcey résulte de l'historique de traitement des cultures du Val d'Amour, en particulier pour lutter contre la pyrale du maïs qui ont pu concerner tous les maïs de la plaine. Le chlorpyrifos-méthyl a été utilisé pour traiter les céréales entreposées et leurs locaux de stockage contre les petits coléoptères. Le chlorpyrifos-éthyl a été autorisé pour le blanchiment des étables et le traitement des sols cultivés en maïs et pomme de terre ... contre les taupins et les vers blancs et gris.

Le référentiel historique des années 70 doit là encore, du point de vue des contaminants, être utilisé avec précaution. Certains contaminants étaient déjà présents à cette époque. Pour d'autres, ils ont été remplacés par des molécules, certes utilisées à des doses bien inférieures, mais quelquefois beaucoup plus toxiques.

Actions ouvertes à la discussion au sein du groupe scientifique local

Par rapports aux apports en polluants chimiques dans les rivières :

- *Au niveau agricole*
 - o *Proscrire l'emploi du glyphosate (ou d'autres herbicides) dans les prairies*
 - o *Réaliser un diagnostic sur l'emploi des insecticides dans des exploitations tests afin de proposer des solutions pour réduire/stopper cet emploi*
- *Au niveau de l'industrie du bois*
 - o *Proscrire le traitement des arbres coupés sur site en forêt*
 - o *Réaliser un diagnostic des pratiques de traitement du bois puis d'élimination des résidus en scierie*
- *Au niveau de l'industrie*
 - o *Réaliser un diagnostic sur la nature et la gestion des substances dangereuses dans le domaine industriel afin de préparer des futurs « contrats industrie » si cela s'avère nécessaire.*
- *Au niveau des collectivités locales, des services publics et des particuliers*
 - o *Poursuivre le plan zéro pesticides dans les collectivités locales et sociétés d'Etat (SNCF par exemple) avec campagnes d'information auprès des particuliers dans les jardineries par exemple (exemple du Gers qui vient d'interdire l'emploi des pesticides dans les communes)*
 - o *Faire des campagnes d'information auprès des particuliers en s'appuyant sur les jardineries et organiser des collectes de pesticides non utilisés*
 - o *Quid de l'entretien des routes et des voies ferrées ???*

Recommandations du conseil scientifique du comité de bassin

En matière scientifique :

Les résultats présentés soulèvent des questions graves dont il faut se saisir urgemment : vérifier/conforter/améliorer le diagnostic sur la contamination et sur les risques écologiques en précisant/améliorant la représentativité des échantillons pour en tirer un diagnostic fiable pour l'ensemble de la Haute-Loue.

Pour cela, l'accès à toutes les données produites par les équipes de recherche pour les experts (groupe scientifique local, conseil scientifique du comité de bassin ...) doit être garanti.

Dans son avis de 2012, le conseil scientifique avait proposé de suivre à fréquence plus élevée les contaminants utilisés par les activités humaines, cibler les épisodes particuliers de crues, développer des tests écotoxicologiques spécifiques, identifier les substances sur lesquelles agir en priorité, pour évaluer leur écotoxicité.

Il avait aussi préconisé une analyse historique de la contamination des rivières karstiques, en suggérant d'utiliser les archives sédimentaires et chimiques constituées par le karst.

Recommandations du conseil scientifique du comité de bassin (fin)

En matière d'actions à engager :

Instaurer une communication plus efficace sur la question des contaminants : distinguer ce qui est recherché, ce qui est détecté, ce qui véritablement quantifié et, enfin, ce qui peut être considéré comme présentant un risque pour l'environnement.

Rechercher de façon urgente toutes les sources et avoir une approche systémique par pesticide ; sur quelle surface du bassin versant ces pesticides sont-ils employés, à quelle dose et donc quelle masse entre dans le système. Les concentrations mesurées sont-elles compatibles avec ces chiffres d'intrants ?

6 - Les évolutions des communautés d'invertébrés aquatiques

Enseignements

Les résultats présentés concluent que la richesse et l'abondance des invertébrés ont été fortement impactées depuis le début des années 70.

Dans les rivières du Jura suisse les peuplements se sont dégradés au cours des dernières décennies. Les causes en sont la dégradation de la qualité de l'eau (nutriments et pesticides), les altérations morphologiques et le réchauffement climatique.

Remarques

Le rôle du changement climatique est très peu pris en compte dans les interprétations. A titre d'exemple, pour l'élément de contexte qu'est la conductivité, les graphes présentés masquent la rupture de 1987 qu'avait mise en évidence l'avis du conseil scientifique.

L'interprétation des concentrations en nutriments ne retient que les seuils utilisés de manière générale pour classer l'état écologique. L'analyse du fonctionnement n'évoque pas la sensibilité accrue de la rivière aux orthophosphates en raison d'un milieu très ralenti par les ouvrages avec des vitesses d'écoulements faibles, une ripisylve très clairsemée qui ne joue pas son rôle atténuateur pour la lumière incidente et la température de l'eau. Dans un tel contexte, il ne peut être exclu que des concentrations entre 20 et 50 µg/l d'orthophosphates puissent soutenir un excès de production végétale.

L'hypothèse fortement mise en avant lors du séminaire pour expliquer les développements algaux dans la Loue est celle d'une disparition des invertébrés brouteurs à cause de la pollution, notamment les toxiques. Or, la littérature scientifique ne montre pas d'exemple de contrôle top-down des algues par les invertébrés en écosystème eutrophisé. Les spécialistes des végétaux aquatiques estiment que le contrôle des développements algaux se fait alors essentiellement par les nutriments (principalement le phosphore et certaines formes de l'azote (G. Bornette, spécialiste de la production primaire était présente lors des deux jours et a confirmé cette analyse).

Les espèces sensibles sont encore bien présentes dans la partie haute de la vallée. La rivière montre encore de très fortes potentialités. Le débat autour de la référence historique de 1973 tourne autour d'une forte perte d'abondance des taxons les plus polluosensibles. Or, à cette époque, de fortes pollutions organiques et nutritionnelles touchaient la rivière et, pourtant, l'abondance des taxons d'invertébrés et de poissons polluosensibles était supérieure à aujourd'hui. Quant aux pollutions par les pesticides, on sait peu de choses sur l'historique de leurs utilisations. Les résultats exposés montrent une remontée typologique de la rivière du point de vue des communautés pisciaires (passage de zones à truites vers des zones plus favorables à l'ombre à Mouthier Haute Pierre). Les nitrates et les substances (micropolluants, notamment pesticides) sont systématiquement avancés comme l'explication principale de l'écart observé des peuplements par rapport au référentiel de 1973. En raison des changements globaux observés, la pertinence de ce référentiel doit être interrogée, pour déterminer s'il constitue encore un outil valable pour évaluer l'état de la rivière, actuellement et pour les décennies qui viennent. Sa variabilité doit être prise en compte dans les interprétations : les indices EPT montrent en effet une forte variabilité entre les années 2012, 2013 et 2014 (Bolard et al.).

On ne peut faire l'économie d'une réflexion sur la notion de référentiel auquel les données contemporaines sont comparées. Dans son avis de 2012, le conseil scientifique du comité de bassin avait proposé de *compléter le jeu de données pour évaluer les conditions de référence actuelles, considérant que les références historiques n'étaient plus pertinentes compte tenu de l'évolution d'un écosystème sous influence des effets des changements globaux*. Deux considérations devraient prévaloir, la première de recourir préférentiellement à des analyses de tendances sur des séries, en essayant de repérer des points de rupture, de croissance ou de décroissance et de tenter de les comprendre et de les expliquer, la deuxième de trouver des moyens en cas de mobilisation de référentiels d'en maîtriser et d'en documenter la dynamique temporelle (cf les remarques à propos du climat).

Pour nourrir cette réflexion, nous livrons in extenso une citation de 3 auteurs scientifiques de renom, extraite d'un de leur texte sur la biodiversité et le développement durable :

« L'un des grands changements conceptuels de la fin du vingtième siècle a été à notre avis l'abandon – ou du moins la relativisation – de la notion d'état d'équilibre en biologie et en écologie. Ce changement a d'ailleurs concerné d'autres disciplines comme l'économie ou l'ethnologie.

Cette nouvelle vision rompt avec une longue tradition de l'écologie : la notion de « climax », terme désignant la structure d'équilibre – en termes de composition et d'abondance relative des espèces – d'une communauté végétale a été un concept majeur tout au long du vingtième siècle. Confronté à l'observation de perturbations naturelles récurrentes des communautés au niveau local empêchant d'atteindre cet état d'équilibre, certains théoriciens ont réintroduit la notion d'équilibre au niveau du « paysage » (ensemble des unités écologiques interconnectées d'une région) en dénommant « métaclimax » l'équilibre dynamique entre ce paysage et un régime de perturbation supposé stable à cette échelle. La longue histoire de cette idéologie de « l'équilibre de la nature », qui a conditionné une conception « fixiste » de sa conservation, est décrite en particulier par Blandin (2004).

Cette nouvelle perspective amène donc à considérer la situation instantanée d'une population, d'une espèce ou d'un écosystème non pas comme un état stable et optimum mais comme un point sur une trajectoire, qui peut n'être elle-même que l'une des trajectoires possibles.

Dans le cas de la biodiversité, la question devient celle de « l'adaptabilité durable », à savoir l'identification des composantes ou des processus d'un système écologique qu'il convient de préserver, renforcer, modifier pour que son évolution ne handicape pas, voire bénéficie aux générations futures. Comme l'écrivaient dès 1984 Lamotte et al. (cf. également Blandin, 1986) : « Conserver la nature, c'est lui conserver ses potentialités évolutives. »

Un tel énoncé permet de mesurer l'ampleur du défi posé à la science : abandonner le paradigme de « l'équilibre harmonieux des écosystèmes », c'est accepter de soumettre à un examen critique l'état d'un écosystème, c'est-à-dire reconnaître la possible légitimité d'un certain nombre de pratiques (introduction ou éradication d'espèces, modification des habitats...) jugées jusqu'alors regrettables, car « modifiant l'équilibre » ou ne visant pas à revenir à un état de référence antérieur. Mais en même temps, il importe de reconnaître que ce nouveau paradigme « tout est perturbation » n'est pas non plus exempt de connotation idéologique et peut conduire, à l'extrême, à une déconstruction de la nature nous dédouanant de toute éthique environnementale. »⁵

Recommandations du conseil scientifique du comité de bassin

En matière scientifique :

Ré-examiner le référentiel biologique qui doit permettre de mesurer le gain attendu et obtenu des mesures de restauration. Le référentiel est un point délicat à aborder : ce curseur, qui va définir à partir de quand on apprécie une situation comme dégradée et le degré de gravité de cette dégradation devrait faire l'objet d'un travail approfondi pour la Loue et les rivières comtoises.

En matière d'actions à engager :

Reconstituer sur les deux rives une ripisylve efficace pour créer un ombrage sur la rivière, faire chuter la température de l'eau en été et s'adapter au changement climatique.

Suivre les effets des suppressions de seuils à différentes échelles (ouvrages, secteurs, bassin versant) et évaluer les risques éventuels liés aux stocks de contaminants archivés dans les retenues qui pourraient être remis en circulation.

⁵ Chevassus au Louis B., Barbault R., Blandin P., 2004. Que décider ? Comment ? Vers une stratégie nationale de recherche sur la biodiversité pour un développement durable in Biodiversité et changements globaux, Enjeux de société et défis pour la recherche. Association pour la diffusion de la pensée française. Ministère des Affaires étrangères. Publication n° 186, Paris, 192-223.

7 - Les poissons et les causes de leur mortalité

Enseignements

Les résultats présentés concluent que les peuplements de poissons ont été fortement impactés depuis le début des années 70. La présentation d'un bilan national a montré un déclin significatif de certaines espèces (la truite notamment), alors que le nombre d'espèces augmente (espèces introduites qui se développent, aire de répartition d'autres espèces qui tend à augmenter). Les causes invoquées sont multiples : introductions, modifications des habitats, réduction de l'eutrophisation, présence de pathogènes, changement climatique ... Les études qui ont été menées spécifiquement sur la Loue montrent une régression de la truite et du chabot (-30%) et une évolution positive de l'ombre commun (> à 100%). Une présentation des rivières du Jura suisse a montré que les peuplements s'améliorent dans les secteurs restaurés qui étaient très dégradés. La tendance est inverse pour les secteurs moins dégradés

Remarques

Des peuplements de truites et d'ombres sont visiblement encore bien présents, bien qu'en densité plus faible.

Les données présentées n'abordaient pas la dynamique du recrutement. Les pêches pratiquées sont-elles en mesure de bien appréhender cette question compte-tenu que les préférences d'habitat des différents stades de développement biologique des poissons sont assez contrastées ?

L'activité halieutique n'est pas incluse dans les pistes de réflexion pouvant expliquer les phénomènes (problèmes sanitaires qui pourraient venir des piscicultures – ex : saprolègues, manipulation des poissons par les pêcheurs, consignes pour la pratique du no kill et ses incidences sur la structure des populations de truite et d'ombres, etc ...). Les associations de pêche font des efforts de communication dans ce domaine et diffusent des recommandations, qui ne sont peut être pas toujours très bien comprises et/ou entendues (notamment sur les risques de transport du champignon Saprolegna). Les pathogènes sont cités parmi les causes possibles de mortalités, mais il n'existe pas (ou peu) de travaux sur les développements de pathogènes en lien avec l'évolution des températures qui peut affecter les défenses immunitaires des organismes.

Les mortalités en nombre sont des phénomènes ponctuels et transitoires. La recherche de leurs origines devraient plus nettement explorer les relations entre hydrologie, température, dynamique des apports en matières organiques (C,N) et des formes de l'azote et tenir compte des risques toxiques.

La Haute-Loue semble être épargnée par ces mortalités ; tout se passe en aval de Lods avec souvent un signalement précoce au niveau d'Ornans.

Actions ouvertes à la discussion au sein du groupe scientifique local

Par rapports aux piscicultures

- Réaliser un diagnostic sur les piscicultures de la Loue et du Doubs en terme d'impact potentiel sur les rivières

Par rapport aux pratiques de pêches

- *Adopter une réglementation sur les repeuplements*
→ *Proscription à court terme ?*
- *Question des carnets de pêches (en référence à ce qui se fait en Suisse...)*

Recommandations du conseil scientifique du comité de bassin

En matière scientifique :

Introduire des données halieutiques dans les analyses de dynamique des populations et faire un bilan des prélèvements et des entrées de poissons dans le système, faire un suivi physiologique de poissons (exposition à des agents pathogènes, défenses immunitaires, indice de stress).

Engager des études plus spécifiques sur les pathogènes potentiels et leur lien avec le changement climatique, les pratiques de pêches et l'aquaculture pour répondre à la question des mortalités récurrentes des poissons (entre autres).

Dans son avis de 2012, le conseil scientifique du comité de bassin proposait : *de dresser un historique complet depuis les années 70 des mortalités de poissons dans la rivière (remise en situation dans le contexte de l'hydrologie et des cycles biologiques, alimentation d'une base de données dédiée) ; d'établir un bilan complet de la gestion halieutique de la rivière et des données disponibles pour établir s'il existe des liens éventuels avec les épisodes de crise.*

En matière d'actions à engager :

La Loue est considérée comme une rivière à truite sauvage et à ombre alors que des truites arc en ciel y sont présentes ; agir pour que la gestion n'utilise que les espèces natives et isoler le bassin versant au niveau sanitaire si possible

Renforcer peut-être la pédagogie autour des pratiques halieutiques : diffusion des pathogènes et risques associés pour les poissons, blessures et voies de contamination, etc...

8 – Le suivi de la rivière

Actions ouvertes à la discussion au sein du groupe scientifique local

- *Assurer un suivi des rivières pour en connaître leur évolution et pour déterminer si les mesures prises ont un effet mesurable*
- *Le suivi physico-chimique qui est en train d'être mis en place sur la Loue sera étendu à terme à d'autres rivières du département, une fois que l'on disposera du retour, sur deux années, du suivi de la Loue. Avant cela, il faut recenser quels sont les suivis existant sur ces autres rivières car il existe probablement des données qui ne sont pas encore exploitées (du type de celles acquises par la station de production d'eau de Chenecey).*
- *Ces suivis physico-chimiques doivent être complétés par des suivis biologiques portant sur les invertébrés et les poissons. Il faut définir la fréquence de ces suivis et de la même manière que pour la physico-chimie, recenser tout ce qui se fait déjà sur ces compartiments pour ne pas faire de doublons. Concernant les poissons, il faut poursuivre les suivis de mortalité mis en place, en le complétant par un dispositif permettant aux citoyens de participer (science participative) pour le rendre plus efficace. Il a été bien montré que ce suivi de mortalité n'a un intérêt que si on dispose de chiffres sur les stocks de poissons dans les rivières...*
- *A l'exemple, de ce qui se fait dans certains lacs alpins, il faut également envisager de réaliser, tous les cinq ans par exemple, un suivi lourd où tous les compartiments biotiques seraient étudiés et auquel seraient ajoutées des campagnes de suivi de micropolluants.*
- *Toutes les données acquises dans ces suivis devront être centralisées dans une même base dont les règles de gouvernance et d'utilisation devront être définies au plus vite. La première question concernant cette base sera de déterminer par qui ces données devront être gérées : le pôle Karst, la Zone Atelier, l'EPTB ?*

Recommandations du conseil scientifique du comité de bassin

A l'instar de ce qui est fait dans les lacs alpins, les données produites devraient être publiées annuellement et les rapports remis en évaluation moins de 6 mois après chaque année de suivi. Les données qui ont statut de données environnementales ont vocation à être totalement disponibles.

9 – Gouvernance

Actions ouvertes à la discussion au sein du groupe scientifique local

Le pôle karst pourrait jouer un rôle d'animation en facilitant/organisant par exemple la mise en commun des données météorologiques, hydrologiques, physico-chimiques et géologiques et en fournissant un appui logistique pour permettre à ces communautés de collaborer pour l'exploitation conjointe des nombreuses données déjà disponibles. De même, il existe au minimum trois sites internet (Spéléologues, DREAL, Zone Atelier arc jurassien) donnant des informations complémentaires sur le karst et les rivières ; sachant qu'il est coûteux en temps de faire vivre les sites internet, quel appui pourrait leur être donné ou y-aurait-il un intérêt à rapprocher ces sites pour n'en faire qu'un ?

L'exemple de l'EPTB Epidor montre qu'un tel établissement peut être porteur de projets de grande envergure mobilisant de vastes territoires chevauchant différents départements. Ne faut-il pas prendre exemple sur une telle gouvernance pour étendre ce qui est mis en place sur la Loue amont et son BV à l'ensemble de la rivière mais aussi plus globalement à toutes les rivières de la région Franche-Comté ?

Les connaissances scientifiques permettent d'ores et déjà de proposer des actions pour reconquérir ces rivières, même si de nombreux processus/phénomènes impliqués dans les dysfonctionnements des rivières restent encore mal connus. Les rivières de FC et leur BV pourraient donc faire l'objet de projets de recherche collaboratifs qui seraient soumis à l'ANR ou à l'Europe.

En complément de ces programmes de grande ampleur, des actions de recherche plus limitées en termes de financement et de durée, et portant sur des questions bien ciblées, pourraient être suggérées par le Groupe Scientifique pour financement à l'AE RMC, au CD 25 ou à la région. Ces actions feraient l'objet d'un appel à projet avec évaluation des propositions par un comité scientifique puis suivi des actions par un comité de pilotage.

Recommandations du conseil scientifique du comité de bassin

Le groupe scientifique local dispose maintenant de données qui posent des questions préoccupantes. Les deux journées ont montré le besoin de procéder à des analyses encore plus approfondies pour poursuivre et focaliser les recherches.

L'intérêt d'un groupe de réflexion local piloté par des scientifiques pour aider la décision des gestionnaires, que soit pour la connaissance ou pour agir, est une avancée majeure dans la gouvernance du pilotage de la restauration de la Loue.

Il est nécessaire d'élargir la communauté des chercheurs qui travaillent sur la Loue et les rivières de même type. Le recours à l'appel à projet constitue une offre intéressante pour disposer d'un aperçu plus large de l'offre de recherche pour répondre aux questions posées. Dans ce cadre, les questions de l'évaluation scientifique des réponses à l'appel à projet et, dans un second temps l'évaluation des résultats, devront être posées. Le conseil scientifique du comité de bassin pourrait jouer un rôle, a minima consultatif, pour donner un avis sur ces deux dimensions.

Recommandations du conseil scientifique du comité de bassin (fin)

La question de la mise à disposition de l'ensemble de la communauté scientifique qui travaille sur la Loue et les rivières comtoises, des données et des rapports dans des délais raisonnables pour les évaluer valablement et pour être utiles à la décision: le pôle karst pourrait en effet jouer un rôle essentiel, mais les producteurs de données et de connaissance doivent jouer le jeu.

Une étude sociologique des jeux d'acteurs et des politiques publiques autour de la rivière Loue est nécessaire, comme cela avait déjà été noté en 2012 par le conseil scientifique. Au regard des connaissances scientifiques en train d'être produites, il est indispensable de poser un diagnostic sociétal, pour révéler les enjeux économiques, politiques et sociaux présents autour d'une rivière jugée comme dégradée. Ce diagnostic inclura une réflexion sur les questionnements scientifiques identifiés et pris en charge en regard des enjeux sociétaux à l'oeuvre dans le territoire. Il s'agit de comprendre comment sont perçus les enjeux liés aux diverses utilisations de la rivière, comment les différents acteurs sont organisés et quels sont leurs arguments pour traiter de la Loue. L'identification des antagonismes et des collaborations peut aider la gouvernance du projet de restauration de la rivière.

10 – Conclusions et recommandations

Les deux journées de restitution des résultats et de retours d'expérience ont été instructives. Suite aux réflexions menées par le conseil scientifique, ce dernier fait plusieurs recommandations.

1- La nécessité d'une approche systémique de la Loue

L'expertise a montré qu'en raison des nombreux facteurs susceptibles d'intervenir sur le fonctionnement écologique de la Loue, il était nécessaire de mettre en place une démarche systémique de la rivière, de manière à prendre en compte aussi bien les paramètres physiques, chimiques et biologiques, que les aspects économiques et sociaux. Il faut pour cela s'inscrire dans le temps long et s'appuyer sur des travaux d'analyse rétrospective.

En effet, le fonctionnement de la Loue est perturbé par les activités humaines depuis de très nombreuses années (au moins depuis les années 70). Les causes ont très probablement évolué depuis cette période, la nature des polluants déversés n'est probablement pas la même.

Des changements plus globaux sont intervenus à partir de la fin des années 80 : ils ont modifié le climat (hausse des températures les plus basses), le fonctionnement du karst, le régime thermique de la rivière et les peuplements floristiques et faunistiques, en particulier les poissons. Ces modifications globales changent la manière dont s'expriment les désordres fonctionnels de la rivière; ils augmentent sa vulnérabilité aux pressions que la rivière subit : pollutions par les nutriments et les micropolluants ; conséquences des modifications d'habitats liées aux barrages et seuils, à l'absence ou à la rareté de la ripisylve ; conséquences sanitaires de la gestion et des pratiques halieutiques sur la santé des poissons, etc.

2- L'accès aux données

C'est un point majeur : pour une analyse systémique, il faut disposer de toutes les informations sur les matériels et les méthodes, des résultats bruts, etc... pour donner un avis vraiment raisonné sur les résultats des travaux de recherche et sur leur utilisation pour aider la prise de décision.

Actuellement, l'accès aux données est très difficile et ne permet pas une information suffisante propice aux échanges au sein des instances scientifiques chargées d'animer et de piloter la recherche sur la rivière. Une organisation plus performante est possible, comme l'atteste l'exemple des lacs alpins (cf. le paragraphe gouvernance).

La mise à disposition des données est obligatoire selon la convention d'Aarhus et on ne peut pas comprendre que des sommes importantes soient consacrées par la collectivité à des mesures dont les résultats ne sont pas rendus publics

Cela implique tout d'abord de rassembler toutes les données et rapports existants sur un portail commun accessibles à tous. Il s'agit là d'une étape essentielle, à la fois pour capitaliser tous les efforts déjà réalisés dans ce domaine, mais aussi pour permettre une expertise scientifique plus satisfaisante de ces travaux. Ainsi, à partir d'expertises scientifiques collégiales, on pourra dégager des mesures opérationnelles de restauration dont la nécessité aura été clairement établie, tout au moins au regard des critères de la science.

3 - Des pistes de recherches et d'action spécifiques

Dans son avis sur l'état de rivière Loue de 2012, le conseil scientifique avait indiqué des pistes dont on constate qu'elles ne sont pas encore explorées pour l'instant. Il réitère et complète ses recommandations :

Au niveau de l'hydrologie

- Réaliser un travail de caractérisation des régimes hydrologiques et thermiques des rivières comtoises, avec une attention particulière à porter à la mise en évidence d'épisodes considérés comme critiques pour le fonctionnement des cours d'eau. Approfondir les analyses des séries temporelles disponibles ;
- Mener un travail de prospective sur les évolutions possibles de ces régimes sous les hypothèses de changement climatique actuellement disponibles dans les scénarios du GIEC

Au niveau des températures

- Réaliser et analyser des profils thermiques précis amont-aval de la rivière à différentes périodes de l'année (exemple : descente en canoë avec mesure thermique géoréférencée). Les résultats pourront être mis en lien avec la morphologie du cours d'eau (présence de seuils et barrages, ripisylve ...)
- Réfléchir et planifier une restauration de la ripisylve, le changement climatique est une contrainte extérieure à laquelle on ne peut que s'adapter localement en réduisant les prélèvements d'eau et en limitant le réchauffement des eaux en augmentant les ombrages sur la rivière.

Au niveau de l'oxygène dissous

- Réaliser des suivis à fréquence élevée de l'oxygène dissous pour détecter les forts déficits, notamment en fin de nuit.

Au niveau des contaminations

- Clarifier le discours sur les facteurs de contrôle de l'eutrophisation (identifier les facteurs les plus probables sur des bases scientifiques avérées). La responsabilité du phosphore et de l'azote ne doit pas être écartée pour envisager des actions efficaces afin de limiter le phénomène et ses conséquences sur l'état de la rivière. Poursuivre et renforcer les efforts engagés pour limiter les apports ; pratiques agricoles, épuration individuelle et collective ;
- Réaliser une analyse historique des contaminations et des usages, notamment en exploitant les archives que constitue le karst. Pour aider à comprendre la trajectoire de la rivière et distinguer ce qui relève de problèmes hérités du passé et de contaminations dont l'origine est actuelle qui, à ce titre, peuvent être plus facilement maîtrisées ;
- Faire, pour ce qui relève de l'actuel, une analyse systémique des sources de pollution, pour établir des bilans d'émissions et de rejets à mettre au regard de la contamination du milieu et, par exemple, faire la part des apports ponctuels et des apports diffus.

Au niveau biologique

- Réexaminer le référentiel biologique qui doit permettre de mesurer le gain attendu et obtenu des mesures de restauration. Le référentiel est un point délicat à aborder : ce curseur, qui va définir à partir de quand on apprécie une situation comme dégradée et le degré de gravité de cette dégradation devrait faire l'objet d'un travail approfondi pour la Loue et les rivières comtoises ;
- Reconstituer sur les deux rives une ripisylve efficace pour créer un ombrage sur la rivière, faire chuter la température de l'eau en été ;
- Suivre les effets des suppressions de seuils à différentes échelles (ouvrages, secteurs, bassin versant) et évaluer les risques éventuels liés aux stocks de contaminants archivés dans les retenues qui pourraient être remis en circulation. S'interroger aussi sur le rôle éventuel des retenues dans le contexte d'une réduction des débits, afin de soutenir les étiages ;
- Maladies des poissons : le conseil scientifique a souligné l'importance de disposer de connaissances plus spécifiques sur les pathogènes potentiels et leur lien avec le changement climatique, les pratiques de pêches et l'aquaculture, et les pathologies émergentes des poissons, pour répondre à la question des mortalités récurrentes des poissons. En Suisse beaucoup de travaux ont été et sont faits sur les maladies des poissons en particulier la truite : maladie des reins PKD et études de génétique sur les souches de *Saprolegnia*. On pourrait tenir compte de ces travaux pour évaluer l'état de santé des peuplements piscicoles de la Loue et mener si nécessaire d'autres études ;
- Introduire des données halieutiques dans les analyses de dynamique des populations et faire un bilan des prélèvements et des entrées de poissons dans le système, Dans son avis de 2012, le conseil scientifique du comité de bassin proposait : *de dresser un historique complet depuis les années 70 des mortalités de poissons dans la rivière (remise en situation dans le contexte de l'hydrologie et des cycles biologiques, alimentation d'une base de données dédiée) ; d'établir un bilan complet de la gestion halieutique de la rivière et des données disponibles pour établir s'il existe des liens éventuels avec les épisodes de crise.*

Au niveau sociologique

Une étude sociologique des jeux d'acteurs et des politiques publiques autour de la rivière Loue est nécessaire, comme cela avait déjà été noté en 2012 par le conseil scientifique. Elle serait très utile pour améliorer la gouvernance de la restauration de la rivière. Au regard des connaissances scientifiques en train d'être produites, il est indispensable de poser un diagnostic sociétal, pour révéler les enjeux économiques, politiques et sociaux à l'œuvre autour d'une rivière jugée comme dégradée.

Il s'agit de comprendre comment sont perçus les enjeux liés aux diverses utilisations de la rivière, comment les différents acteurs sont organisés et quels sont leurs arguments pour traiter de la Loue. Ce diagnostic doit également s'interroger sur le fait que la programmation de certaines études scientifiques a pour effet principal de reporter dans le temps des prises de décisions qui remettraient en jeu des situations acquises.

L'identification des antagonismes et des collaborations peut aider la gouvernance du projet de restauration de la rivière.

4- La gouvernance de la recherche sur la Loue

La gouvernance de la recherche produite sur la Loue et les rivières comtoises s'est organisée, avec notamment la mise en place d'un groupe scientifique local. Son rôle doit être renforcé pour lui permettre de jouer pleinement son rôle d'animation de la production de projets de recherche, de sélection de ces projets, de leur suivi et d'évaluation des résultats.

Pour élargir l'offre de recherche et la faire rejoindre plus facilement certaines des questions encore en suspens telles que celles évoquées ci-avant, la formule des appels à projets a été suggérée. Le conseil scientifique du comité de bassin suggère également qu'il soit associé à certaines étapes de la production de connaissance. Cet élargissement, non plus de l'offre de recherche cette fois-ci, mais de l'évaluation ex-ante et ex-post des projets pourrait contribuer, parmi d'autres voies possibles, à explorer certaines questions dont on voit qu'elles ont du mal à trouver des réponses au travers des projets de recherche proposés actuellement.

Si le changement climatique agit comme un révélateur puissant des menaces qui pèsent sur la Loue, cela ne remet pas en cause la nécessité d'agir sur les pressions, bien au contraire. Il y a urgence à réduire dès à présent les polluants qui contribuent à l'eutrophisation et aux pollutions de la rivière, notamment en réduisant ou en arrêtant l'usage de certains contaminants. Il y a urgence également à restaurer des habitats plus favorables aux espèces exigeantes vis-à-vis de la température, de l'oxygène dissous, de la vitesse des écoulements ... Et à appliquer des mesures de précautions dans les pratiques de pêche pour ne pas introduire de pathogènes et ne pas provoquer des blessures qui fragilisent la santé des poissons.

Composition du Conseil scientifique du Comité de bassin Rhône-Méditerranée

(à la date de validation du présent avis)

- Président : B. Chastan
- 1^{er} vice-président : Y. Souchon
- 2^{ème} vice-Président : L.A. Romaña

- **Membres du bureau :**

P. Billet, A. Dupuy, D. Gerdeaux, A. Honegger, M. Montginoul.

- **Autres membres :**

C. Amoros, C. Aspe, D. Badariotti, A. Barillier, B. Barraqué, I. Braud, P. Bustamente, B. Camenen, F. Cattaneo, J.C. Clément, D. Cœur, F. Colin, J. Croizé, N. Dorfliger, E. Fouilland, M. Esteves, P. Garin, J. Garric, D. Gilbert, P. Gourbesville, P. Hartemann, F. Huneau, C. Lévêque, P. Marmonier, E. Martin, A. Micoud, J. Mudry, C. Pergent, H. Piégay, E. Servat, T. Vallaeys.

Les contributions au contenu de ce document sont faites à titre personnel et n'engagent pas les institutions qui emploient les personnes sus-mentionnées, conformément aux statuts du conseil scientifique.

Secrétariat : Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse