

Évaluation de la restauration de l'habitat physique d'un cours d'eau de Haute-Savoie (le Dadon) : mise en place, premiers résultats et perspectives

Les actions de restauration de cours d'eau sont souvent très coûteuses, mais leur efficacité sur la qualité du milieu ne fait que rarement l'objet d'évaluation scientifique. Cet article nous présente ici les premiers résultats de l'estimation des effets observés sur le milieu et les organismes vivants des travaux de restauration de l'habitat physique d'un cours d'eau de Haute-Savoie, le Dadon.



ur le département de la Haute-Savoie, la Fédération départementale de pêche a souhaité initier à partir de 2004 une démarche d'évaluation des actions de restauration physique des cours d'eau dont les coûts atteignent environ 4,7 millions d'euros sur dix ans. En effet,

initialement, ces travaux de restauration pourtant coûteux, ne prévoyaient pas de suivis temporels permettant d'évaluer objectivement leurs effets biologiques et physiques. Or, l'évaluation scientifique de tels travaux a des enjeux techniques (amélioration des techniques et évolution des pratiques), financiers (montants investis importants), politiques (orientation des décisions des futurs programmes d'aide des collectivités) et intéresse l'ensemble des acteurs de ce domaine (ingénieurs, maîtres d'œuvre, entreprises spécialisées, maîtres d'ouvrage et partenaires financiers). Cette démarche associant gestionnaires, financeurs et scientifiques a permis de mettre en place des suivis temporels post-travaux de restauration sur trois sites ateliers.

La démarche consiste, sur chaque site, à réaliser un état initial précis intégrant les compartiments physique (description de l'habitat à différentes échelles du faciès aux micro-habitats) et biologique (analyses des peuplements piscicole et **macro-benthique**) et de suivre l'évolution de plusieurs indicateurs sur une période de cinq ans minimum après la réalisation des travaux. L'objectif recherché est de réussir à quantifier, à partir d'indicateurs, les effets des aménagements, aussi bien du point de vue de l'habitat physique que de la fonctionnalité de l'écosystème.

Les résultats obtenus sur le premier site restauré en 2004 (le Dadon) qui fait l'objet de notre article concernent :

- une analyse fine de l'habitat physique à travers les trois variables principales : hauteur/vitesse/substrat à l'échelle du faciès et du micro-habitat ;
- une analyse fine qualitative, quantitative et fonctionnelle du peuplement d'invertébrés à travers l'échantillon-

nage de vingt placettes par station conditionnées séparément, triées exhaustivement et suivi d'une détermination au genre ;

- une analyse qualitative et quantitative du peuplement piscicole, et plus spécifiquement des populations d'espèces « cibles ».

Ces premiers résultats ont permis d'identifier et de quantifier certains gains physiques directs et biologiques indirects obtenus à court terme, de mieux appréhender les échelles spatiales et temporelles auxquelles répondent les différents compartiments étudiés et d'améliorer sur le plan méthodologique les protocoles de récolte et de description des indicateurs permettant d'optimiser la compréhension de la réponse de l'écosystème restauré suite aux travaux. Ce premier retour d'expériences a permis d'ouvrir des perspectives de suivis mieux adaptés sur les deux autres sites ateliers : le Chéran et le Nant de Sion.

Restauration du Dadon : essai d'évaluation des gains physiques et biologiques

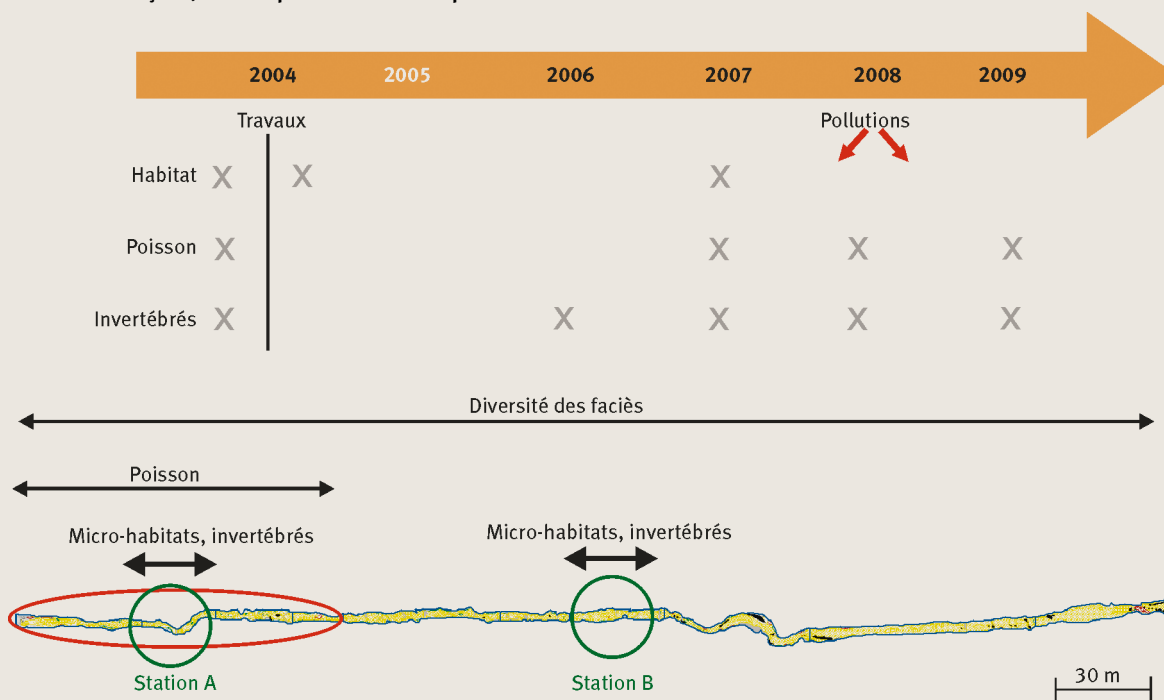
Contexte, objectifs et présentation des travaux réalisés

Le Dadon est un affluent du Chéran. Ce cours d'eau a subi de fortes perturbations physiques lors de l'installation d'une zone industrielle sur son secteur aval : drainage de sa zone humide associée, prélèvement d'eau ainsi que la rectification et l'endiguement de son lit. Les travaux de restauration suivis concernent le secteur amont du linéaire perturbé.

Afin de réhabiliter le lit et les berges du Dadon, victimes du phénomène d'érosion, divers types d'aménagements allant de la simple diversification au complet remaniement du lit, ont été mis en œuvre. L'objectif du projet était de restituer un habitat propice au développement et au maintien des populations piscicoles et principalement de **truite fario** (*Salmo trutta L.*).

❶ Situation des stations étudiées avant et après travaux sur le tronçon restauré du Dadon (360 m).

En vert : stations de prélèvement macro-invertébrés, en rouge : station de pêche électrique et en noir : délimitation des 10 tronçons, utilisée pour l'étude de la qualité de l'habitat.



Données récoltées

Le suivi mis en place avait pour objectif de quantifier le plus précisément possible les effets de ces travaux sur le compartiment physique et biologique. Ainsi, nous avons tenté de caractériser la qualité de l'habitat, du peuplement piscicole et **macro-benthique** avant et après travaux sur le secteur concerné (figure ❶).

Le peuplement piscicole a été étudié qualitativement et quantitativement selon la méthode par enlèvement successif sur une station.

Le peuplement **macro-benthique** a été échantillonné selon la méthode d'analyse générique semi-quantitative des peuplements **benthiques**. En effet, l'**IBGN** (indice biologique global normalisé, N.F.T 90.350) ne sanctionne pas assez nettement les altérations physiques, mais caractérise plutôt une aptitude **biogène** globale. Cette méthode expérimentale est fondée sur une prospection plus complète de l'espace fluvial (vingt placettes) et sur une détermination **taxonomique** plus poussée. Elle permet cependant de disposer des huit prélèvements constitutifs de l'**IBGN**. Afin de permettre une analyse plus fine, les vingt prélèvements réalisés sur une station sont conservés séparément. L'analyse de ces peuplements **macro-benthiques** est réalisée, sur deux stations, au niveau :

- de la qualité globale caractérisée par les indices **IBGN** et de ses sous-indices,
- de l'évolution quantitative des effectifs du peuplement ainsi que de la variété au niveau des ordres, familles ou genres,
- de l'évolution fonctionnelle du peuplement par l'intermédiaire de l'utilisation des traits biologiques, écologiques et physiologiques (**TBEP**) pour les taxons disposant

du niveau de détermination requis à leur utilisation. Les **TBEP** en rapport direct avec les modifications physiques du milieu sont particulièrement examinés : sensibilité à la température, distribution transversale dans le chenal, préférendum de micro-habitat et de vitesse de courant. La **valeur saprobiale** est considérée, dans notre cas, comme intégrative d'un certain nombre d'informations relatives à l'évolution du milieu (oxygénation, transfert des matières organiques, colmatage...), car aucun effort n'a été réalisé parallèlement pour améliorer la qualité physico-chimique de l'eau.

La qualité de l'habitat est étudiée sur l'ensemble du linéaire restauré (360 m) à deux échelles :

- à l'échelle du faciès,
- à l'échelle du micro-habitat. La méthode utilisée pour décrire l'habitat repose sur une analyse descriptive de la qualité des habitats aquatiques à travers les trois composantes que sont les hauteurs d'eau, les vitesses d'écoulements et les substrats. L'analyse s'attache surtout à caractériser la diversité et la répartition de chacune de ces composantes.

Nous disposons de deux campagnes de mesures « complètes » concernant l'ensemble des descripteurs étudiés qui ont été réalisées en 2004 (avant travaux) et trois ans après (2007).

Une description de l'habitat immédiatement après travaux a été réalisée sur les deux stations de suivi A et B, correspondant respectivement à un tronçon ayant fait l'objet de **reméandrage** et d'une diversification à l'aide de structures rigides de type épis et seuils en blocs ou en bois. Ces deux stations ont également fait l'objet d'un suivi annuel du peuplement **macro-benthique** de 2006 à 2009 et du peuplement piscicole de 2007 à 2009.

► Une nette diversification de l'habitat physique à l'échelle du faciès jusqu'au micro-habitat

Une grande diversification de l'habitat physique est visible (figure 2) :

- à l'échelle du faciès où l'on note l'apparition de figures d'écoulements variées, contrairement à la situation initiale où le secteur concerné était un grand radier ;
- à l'échelle du micro-habitat. Cette diversification semble être portée par l'augmentation de la diversité et de la répartition des surfaces occupées par des substrats homogènes, l'augmentation globale de la hauteur d'eau et des vitesses d'écoulements ainsi que par la répartition plus hétérogène de celles-ci.

L'examen plus précis de l'évolution des substrats (figure 2) amène à quelques hypothèses sur les mécanismes ayant amené à cette augmentation de diversité :

- le rétrécissement du lit et les structures mises en place (épis, seuils) fournissent, par le biais d'une augmentation des vitesses d'écoulements, une nouvelle compétence au cours d'eau et lui permet de redistribuer des substrats existants à l'origine (2004) sous formes mélangées et colmatées. Ainsi, des placettes à substrat homogène de galets, graviers et sables semblent se différencier plus nettement (galet, gravier, sable) ;
- l'apport de matériaux de construction des aménagements, où les aménagements eux-mêmes entraînent soit

l'apparition de nouveaux substrats, soit des modifications de leur représentativité. Cette remarque est principalement valable en ce qui concerne les sous-berges, les blocs et les dalles (sous-berge, bloc, dalle) ;

- l'apparition de nouveaux substrats particulièrement **biogènes** : **bryophytes**, chevelu racinaire, litière et branchage (chevelu racinaire, litière, branchage) principalement liés à la reconstitution d'une **ripisylve** en contact avec le cours d'eau, et apparemment à une amélioration des conditions d'écoulements pour les **bryophytes**.

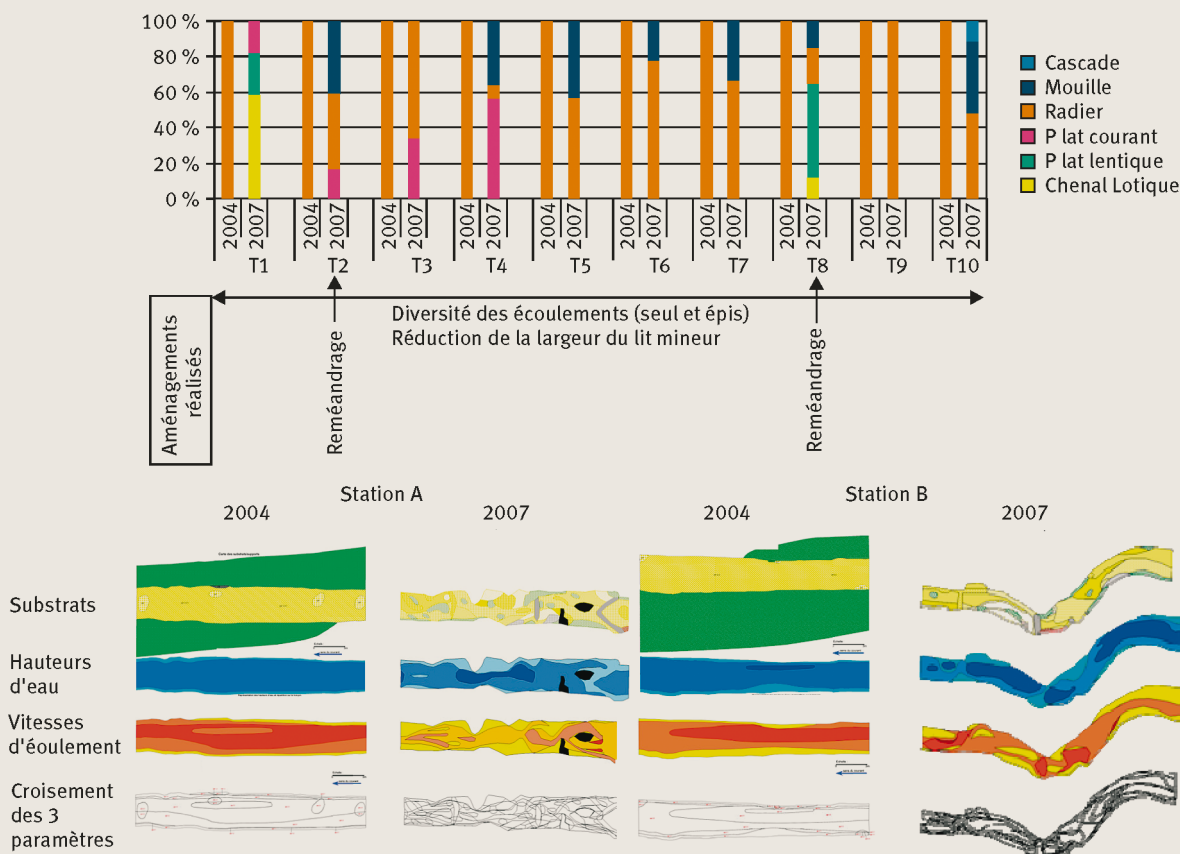
Une augmentation significative de l'hétérogénéité de l'habitat et des effets apparents sur le compartiment biologique

Le peuplement piscicole

L'évolution du peuplement piscicole (figure 3) sur la station d'étude montre une nette progression de la biomasse passant de 9 kg/ha en 2004 à 331 kg/ha en 2007, et de la densité qui passe de 32 à 515 ind/100 m² en 2008. Les faibles valeurs de densité et biomasse obtenues de l'année 2009 semblent être la conséquence d'une pollution importante qui a eu lieu au printemps 2009.

La variation interannuelle du nombre d'espèces représentées et des quantités recensées peut également s'expliquer par la proximité du Chéran pour le **blageon** (*Leuciscus souffia*) et la présence d'un étang de loisir pour la **carpe commune** (*Cyprinus carpio*) et le **gardon** (*Rutilus rutilus*).

2 Illustration de la diversification des faciès sur la totalité du linéaire restauré (en haut) et des micro-habitats (en bas) entre 2004 et 2007 sur les deux stations étudiées sur le Dadon.



L'amélioration du peuplement piscicole jusqu'en 2008 se traduit globalement par l'augmentation sensible en terme de densité et biomasse des **cyprinidés** d'eau vive (**chevaine** – *Leuciscus leuciscus* – et **vairon** – *Phoxinus phoxinus*) et de **loche franche** (*Barbatula barbatula*), ainsi que par l'apparition de nouvelles espèces (**blageon** et **carpe commune**). Ces augmentations de diversité, biomasse et densité paraissent fortement liées à l'augmentation de la diversité des faciès d'écoulement, et notamment à l'apparition d'habitats profonds inexistantes avant travaux, à l'accélération des écoulements ainsi qu'à l'apparition d'habitats en sous-berges.

L'habitat physique actuel ne semble pas limitant pour la truite. D'autre part, les caractéristiques thermiques de la zone, étudiées en 2005-2006, ne paraissent pas restrictives pour cette espèce. L'hypothèse d'une qualité physico-chimique encore limitante pour la vie salmonicole

ne peut être exclue, aussi, cet aspect devra être considéré plus particulièrement dans la suite du suivi. D'autre part, l'extrême aval du Dadon n'a pas fait l'objet de travaux et son aspect rectiligne et surdimensionné sur plusieurs dizaines de mètres peut également poser des problèmes en termes de connectivité longitudinale. La poursuite du suivi en parallèle de la restauration du secteur aval permettra d'en évaluer plus précisément l'impact. Enfin, Jungwirth *et al.* (2006) suggèrent que l'équilibre au niveau des communautés de poissons nécessite plus de trois ans pour se mettre en place, même si l'on observe rapidement des améliorations en termes de biomasse, d'abondance et de diversité.

Le peuplement macro-benthique

En ce qui concerne le peuplement d'invertébrés **ben-thiques**, l'évolution de l'IBGN et de ses variables associées montre une augmentation globale de la variété des familles de macro-invertébrés représentées ainsi que l'apparition de **taxons** légèrement plus **polluosensibles** dès 2006. Malgré tout, la qualité hydrobiologique du milieu reste mauvaise avec des notes restant inférieures à 12/20. Les pollutions qui ont eut lieu en 2008 et 2009 semblent avoir affecté le peuplement sans pour autant entrainer un retour à l'état du peuplement tel qu'avant les travaux. L'amélioration de la qualité globale semble principalement portée par l'augmentation de la variété **taxo-nomique** qui reflète plus particulièrement la qualité physique de l'habitat. Ainsi l'amélioration de la qualité hydrobiologique globale semble être liée à l'amélioration de la qualité de l'habitat, cependant ces méthodes indicielles ne nous permettent pas d'en comprendre les mécanismes et de quantifier les effets induits par les travaux de restauration.

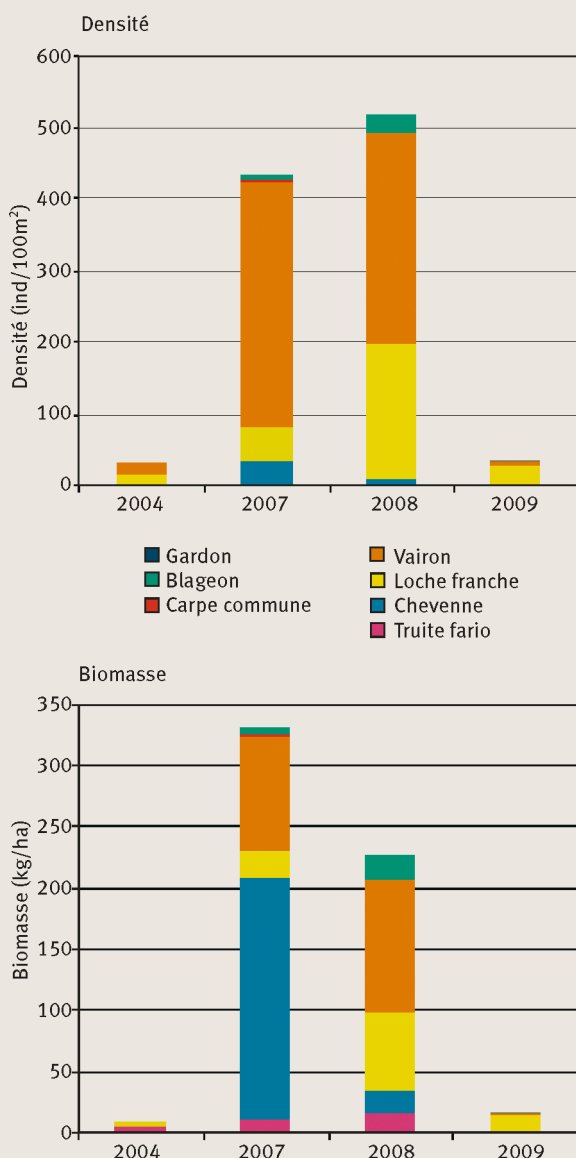
L'évolution de l'affinité des peuplements **macro-ben-thiques** aux neuf traits étudiés sur les stations (figure 4) montre :

- une augmentation de l'affinité des peuplements pour les vitesses d'écoulements plus élevées (25-50 cm/s),
- une diminution de la fréquence des affinités aux milieux **lenticques** et au substrat vase associé,
- une apparition des **taxons** ayant une préférence pour les habitats situés dans le chenal et de **taxons** associés à des substrats en relation directe avec la présence d'une **ripisylve** en contact (branchages, racines et litière),
- une légère tendance à l'augmentation de la fréquence d'affinité à la modalité **eurytherme**, principalement au détriment de la modalité **sténotherme thermophile**,
- une évolution vers un peuplement **β-mésosaprobe**, mais avec une nette diminution de la fréquence d'affinité du peuplement à la **polysaprobie**.

L'analyse de **TBEP**, met en évidence de fortes modifications fonctionnelles du peuplement qui traduit :

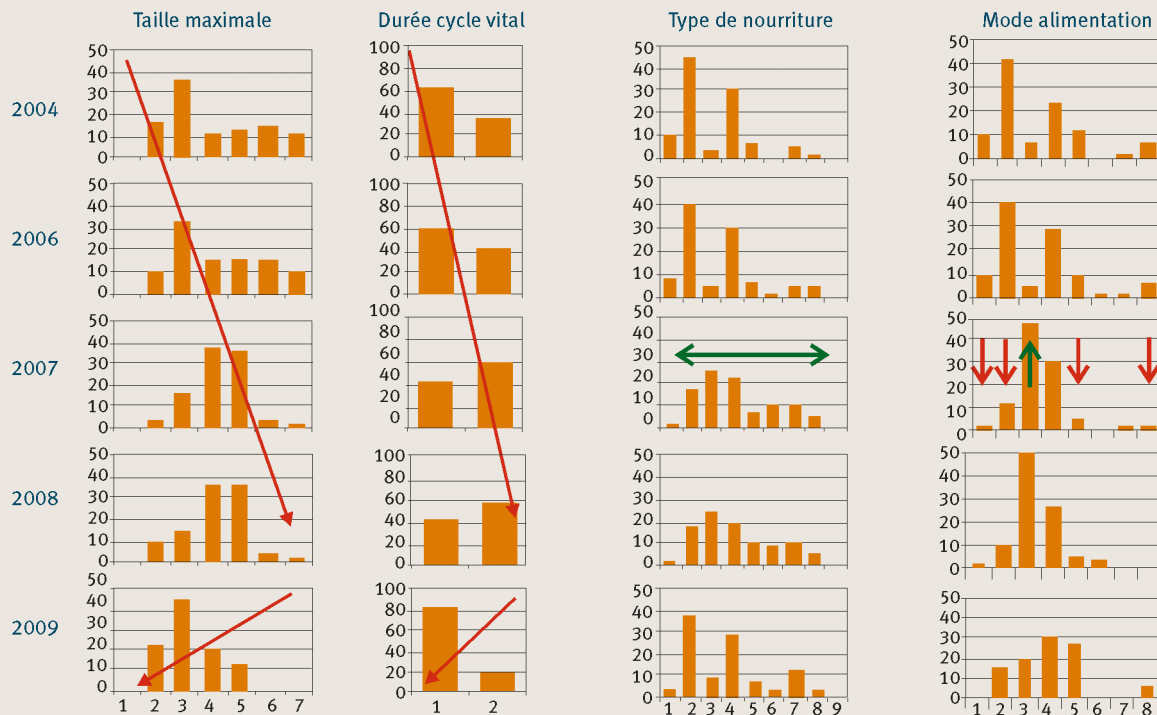
- une amélioration globale de la qualité physico-chimique du milieu (température, nutriments, matière organique) qui tend notamment à diminuer le colmatage lié aux matières organiques et aux développements algaux très forts durant la période estivale ;
- une nouvelle compétence du cours d'eau qui est « de nouveau » capable d'effectuer un tri granulométrique et de transporter les matières fines génératrices d'une partie du colmatage observé en 2004 ;

④ Évolution des densités (individus/100 m²) et biomasses (kg/ha) du peuplement piscicole recensées sur le Dadon entre 2004 et 2009.

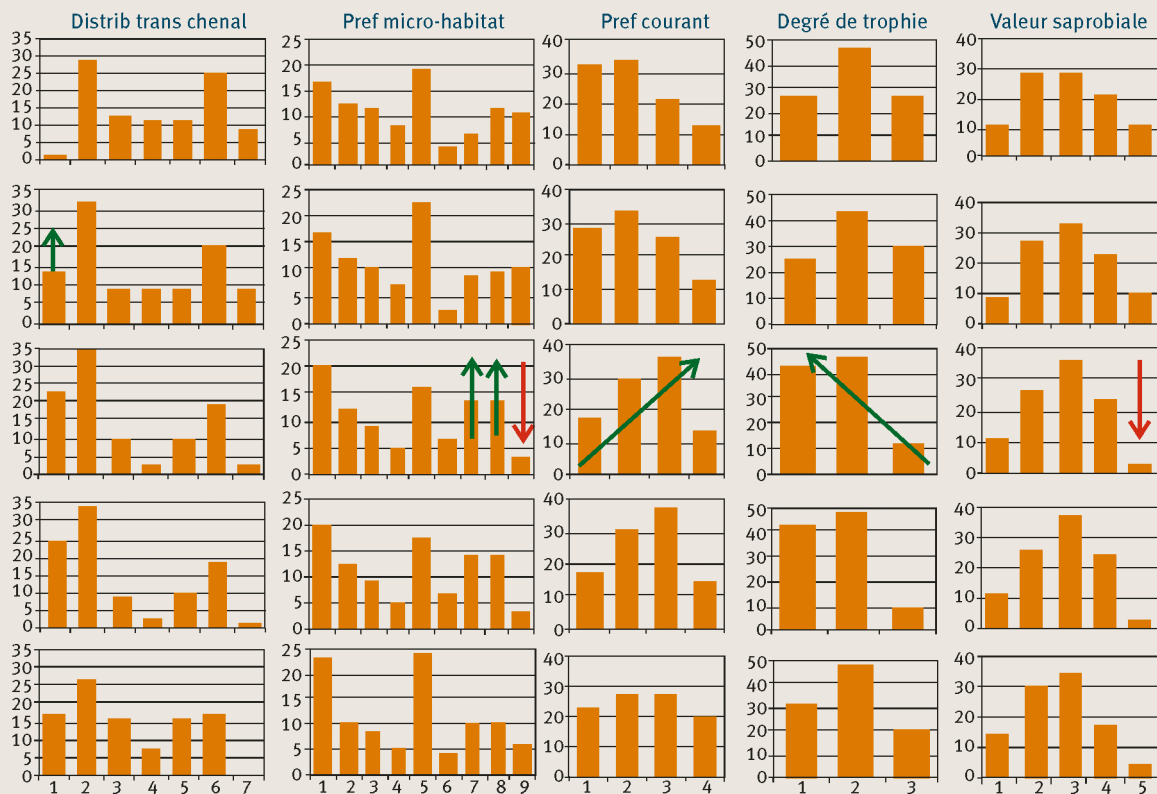


4 Évolution des affinités des peuplements de macro-invertébrés à différents traits (en %) avant travaux (2004) et après travaux (2006, 2007, 2008 et 2009) sur le tronçon restauré du Dadon.

Traits biologiques et physiologiques



Traits écologiques



- une meilleure connectivité latérale avec une **ripisylve** qui est fondamentale pour le bon fonctionnement de l'écosystème.

L'analyse de l'évolution des peuplements de macro-invertébrés semble mettre en évidence un rapport direct entre l'amélioration de la diversité habitacionnelle et la qualité du peuplement. Cette corrélation positive semble principalement portée par la relation directe existante entre la diversité de l'habitat et la diversité des communautés d'invertébrés. Cette observation est fréquemment réalisée sur d'autres cours d'eau non urbains (Nakano et Nakamura, 2006 ; De Vaate *et al.*, 2007).

En outre, le remaniement total de la structure du peuplement **macro-benthique** est également bien retranscrit par l'analyse quantitative. Outre la tendance globale à la diminution des effectifs, la représentativité des différents ordres montre une évolution notable. En effet, alors que les effectifs des taxons globalement **saprobiontes** (**oligo-chètes** et **diptères**) diminuent fortement au cours du temps, la diversité des taxons représentés ainsi que leur significativité en termes d'effectif augmente.

L'analyse fonctionnelle menée à l'échelle du peuplement par le biais des traits biologiques montre des résultats très concordants avec les observations réalisées sur l'habitat aquatique : diminution de l'effet de colmatage, amélioration de l'hospitalité du chenal, présence d'une **ripisylve** en contact... Cette vision fonctionnelle apparaît essentielle dans l'évaluation des effets des aménagements réalisés, comme dans notre projet, dans un but de restauration du cours d'eau, et non uniquement dans un objectif d'amélioration de l'habitat piscicole.

Les deux épisodes de pollution survenus en 2008 et 2009, qui ont eu pour conséquence un important colmatage du lit du Dadon, semblent faire ressortir une amélioration de la résilience du peuplement **macro-benthique**.

Conclusion et perspectives

L'évolution observée sur les résultats obtenus avant et après travaux est encourageante, concernant principalement l'amélioration de l'habitat et du peuplement **macro-benthique**. Si le peuplement piscicole montre une certaine amélioration, les objectifs concernant ce compartiment, et notamment le retour d'une population structurée de truites, ne sont pas encore atteints.

D'une manière générale, la précision des résultats est limitée, d'une part par l'absence de chroniques de données sur plusieurs années et l'absence d'une station de contrôle, et d'autre part par l'inexistence de données sur la variabilité inter-opérateur, notamment en ce qui concerne la caractérisation des substrats pour la méthode utilisée à l'échelle des micro-habitats.

Ce suivi sera poursuivi annuellement sur ce site, où l'objectif est de réaliser un suivi sur le long terme afin d'observer l'évolution des indicateurs, parallèlement à la restauration du Chéran.

Le coût de cette étude atteint environ 13 % du montant total des travaux. L'ajustement du protocole pour une optimisation maximale du rapport effort d'échantillonnage/information acquise permet d'envisager des suivis scientifiques rigoureux sur des durées de moyen ou long terme pour des sommes de l'ordre de 15 à 20 % du montant des travaux. Cependant, ceci ne sera possible que par l'intermédiaire de la réalisation d'autres projets expérimentaux de ce type ainsi que par l'acquisition plus systématique de données et du partage des expériences. Ainsi, en complément, la Fédération a établi d'autres partenariats (syndicats porteurs de contrats de rivière, fédérations de pêche de la Savoie) afin de multiplier les initiatives d'évaluation par le biais d'une démarche volontairement incitative. ■

Les auteurs

Laure Vigier

Fédération de Haute-Savoie pour la pêche
et la protection du milieu aquatique,
Le Villaret, 2092 route des Diacquenods, 74370 St Martin Bellevue
vigier@pechehautesavoie.com

Arnaud Caudron

Institut national de la recherche agronomique,
UMR CARRETEL, 75 avenue de Corzent, BP511, 74203 Thonon
acaudron@thonon.inra.fr

Remerciements

Les auteurs remercient toutes les personnes qui ont participé aux différentes campagnes de terrain : Guillaume Bini, Ludovic Catinaud, Philippe Huchet, Yves Josserand, Anthony Large, Régis Talguen, Julien Tozzio et Jean-Philippe Vuillet.

QUELQUES RÉFÉRENCES CLÉS...

- **DEVAAT *et al.***, 2007, Effects of habitat restoration on the macroinvertebrate fauna in a foreland along the river waal, the main distributary in the Rhine delta, *River Research and Applications*, n° 23(2), p. 171-183.
- **JUNGWIRTH *et al.***, 2006, Effects of river bed restructuring on fish and benthos of fifth order stream, melk, Austria, *Regulated Rivers : Research & Management*, n° 8 (1-2), p. 196-204.
- **NAKANO, NAKAMURA**, 2006, Responses of macroinvertebrate communities to river restoration in a channelized segment of the Shibetsu River, Northern Japan, *River Research and Applications*, n° 22(6), p. 681-689.
- **VIGIER, L.**, 2008, *Bibliographie annotée : évaluation de l'efficacité des travaux de restauration des habitats physiques des cours d'eau*, rapport FDP74.08/01, 137 p.
Disponible sur http://www.pechehautesavoie.com/telechargement1_bis.php?categ=11

L'ensemble des références bibliographiques et des précisions sur la méthodologie présentées dans l'article sont consultables via cette référence :

- **VIGIER, L.**, 2007, *Essai d'évaluation des travaux de restauration réalisés en 2004 sur le Dadon : comparaison des états des lieux avant travaux (2004) et 3 ans après travaux (2007)*, rapport FDP74.07/05, 37 p. + annexes.
Disponible sur http://www.pechehautesavoie.com/telechargement1_bis.php?categ=11