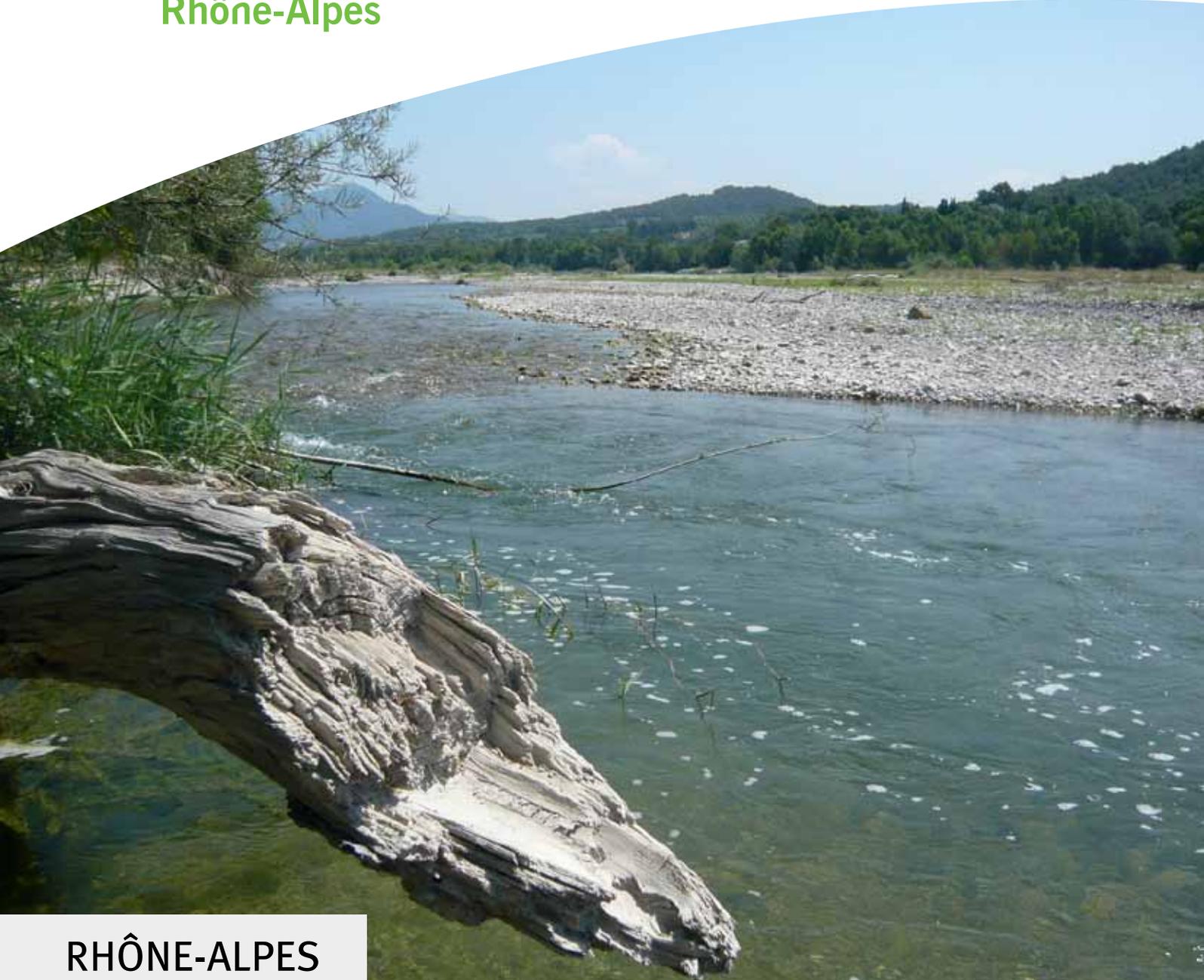




Conservatoire  
d'espaces naturels  
Rhône-Alpes



RHÔNE-ALPES

LES CAHIERS TECHNIQUES

# Continuité et dynamique du cours d'eau en faveur de la biodiversité

# SOMMAIRE



p 1

LES COURS D'EAU,  
DES MILIEUX À PART... ENTIÈRE



p 8

LES FREINS À LA CONTINUITÉ



p12

AMÉLIORER LA CONTINUITÉ

# ÉDITO

## Une précieuse trame bleue et verte

Un schéma régional de cohérence écologique - le SRCE - délimite des réservoirs de biodiversité ainsi que des espaces de continuité entre ces hauts-lieux de nature. Les cours d'eau constituent, dans ce tableau, des éléments déterminants d'une trame bleue couvrant le territoire rhônalpin ainsi que l'échelle nationale.

Au sein de cette trame c'est un continuum d'espaces plus ou moins grands, plus ou moins modifiés par les activités humaines, une nature parfois exceptionnelle ou plus ordinaire mais une continuité précieuse dans le bon fonctionnement des écosystèmes et des échanges entre les populations animales ou végétales.

Le cours d'eau, c'est la rencontre de l'eau circulante et des milieux annexes, une proximité accrue entre l'homme et les espaces naturels et l'expression de nombreux services rendus par la nature. C'est un espace multi-usages dont l'équilibre tient à la nécessité de mettre au même rang les usages humains et les besoins liés à la biodiversité.

Il était nécessaire dans ce document non seulement d'apporter une perception du cours d'eau qui dépasse sa simple dimension longitudinale, mettant en évidence son espace de bon fonctionnement et l'importance des moindres touches de nature, mais aussi de montrer la prise en compte de la biodiversité, effective à différentes échelles.

A travers des retours d'expériences, portées par des collectivités, des associations ou des services de l'Etat, l'idée de ce cahier technique est de donner envie de mettre en oeuvre, d'aller plus loin dans la restauration des milieux pour que la trame bleue que constituent les cours d'eau et la trame verte des espaces naturels ne fassent qu'une, avec une fonctionnalité retrouvée.

### Continuité et dynamique du cours d'eau en faveur de la biodiversité

« Les cahiers techniques » est une collection du réseau des acteurs d'espaces naturels de Rhône-Alpes. Chaque numéro rassemble divers regards de spécialistes et s'appuie sur des expériences de terrain.

Cen Rhône-Alpes  
Maison forte  
69390 Vourles  
Tél. : 04 72 31 84 50  
Fax : 04 72 31 84 59  
www.cen-rhonealpes.fr

Dépôt légal : janvier 2016  
ISBN : 978-2-37170-009-3

**Rédaction :**  
Kristell Clary - Cen Rhône-Alpes

**Coordination du projet :**  
Pascal Faverot - Cen Rhône-Alpes

**Comité de suivi et relecture :**  
Fabrice Beignon et Isabelle Jacquélet (EDF), Mariane Berger (URFEPPRA), Marie Maussin (Assemblée du Pays Tarentaise Vanoise), Elisabeth Favre et Delphine Danancher (Cen Rhône-Alpes), Pierre Gadiolet (SMRPCA), Olivier Norotte (VNF), Hervé Piégay (ENS Lyon), Charles Monneret (Dynamique hydro), François Chambaud et Benoit Terrier (Agence de l'eau RMC), Julien Semelet (Région Rhône-Alpes), Antoine Amoureux et Hervé Laydier (CNR).

**Mise en page :**  
F. Didier / Cen Rhône-Alpes

**Avec les contributions de :** Delphine Leduc et Laurent Malbrunot (VNF), Isabelle Lebel et Mathieu Georgeon (MRM), Gilbert Cochet, Marianne Georget (CEN RA), Marion Langon (ONEMA), Pierre Marmonnier et Jean-Michel Olivier (Université Lyon I), Emmanuel Castella (Université de Genève), Pierre Durlot (PNR du Haut-Jura), Véronique Lebret (LPO coordination RA), Guillaume Laurent (CEN Allier), Anne Lepeu (SM3A), Céline Thicoïpe (SBVA), William Brasier (CNR), Clémence Lorin de Leure (Turbinest), Stéphane Guerin (SMYGRE), Julien Bouniol (FRAPNA), Laura Guitteny (EDF), Christian Blum (Région Alsace).

Impression sur papier FSC 100 % recyclé - encres d'origine végétale IMAV (69 Feyzin).

# LES COURS D'EAU :

# DES MILIEUX À PART...ENTIÈRE

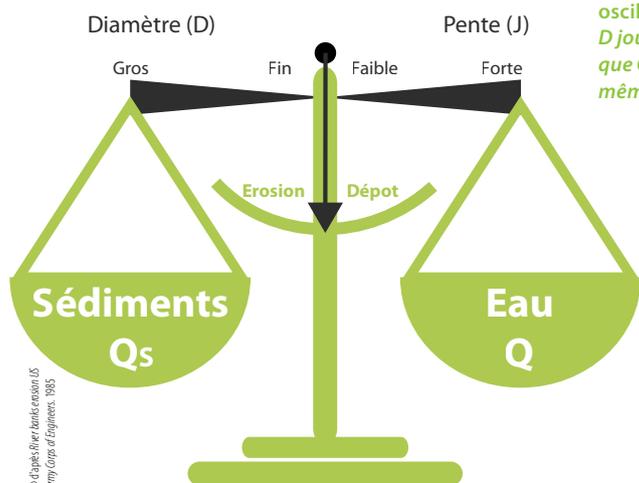
**D**ans son fonctionnement naturel, un cours d'eau forme une palette de continus qui s'expriment longitudinalement, latéralement et verticalement. Ils sont très sensibles aux pressions et peuvent s'ajuster rapidement lorsque celles-ci sont fortes. Ils sont par ailleurs à l'origine de nombreux services.

## DES CONTINUITÉS LIÉES AU COURS D'EAU

### La continuité sédimentaire

Un cours d'eau est régi par deux principaux flux : les sédiments (débit solide) et l'eau (débit liquide) qui contrôlent les processus d'érosion-dépôt. D'autres variables interviennent également dans ces processus : la nature géologique du substrat, la pente et également la végétation riveraine.

Afin d'assurer le transit optimal des débits liquides et solides, un cours d'eau ajuste en permanence sa géométrie, créant un style fluvial : lit à méandres, en tresses, etc.



### UNE VOLONTÉ POLITIQUE MARQUÉE

Au travers des lois du Grenelle de l'environnement, la France s'est engagée dans une politique ambitieuse de préservation et de restauration des continuités écologiques nécessaires au déplacement des espèces pour enrayer la perte de biodiversité. Cette politique se décline régionalement par le schéma régional de cohérence écologique qui a pour objectif d'identifier les réservoirs biologiques et les corridors écologiques qui les relient tout en prenant en compte les enjeux d'aménagement du territoire et les activités humaines.

► Les îles du Haut-Rhône, un des réservoirs de biodiversité sur le fleuve.



© C. Monneret

▼ L'équilibre entre érosion et dépôt. Un équilibre dynamique est conservé quand il y a une oscillation régulière. D joue le même rôle que  $Q_s$  et  $J$  joue le même rôle que  $Q$ .

Lorsque la géométrie du lit est en équilibre, une oscillation entre érosion et dépôt de sédiments la caractérise ; on parle alors d'équilibre dynamique. Cette dynamique a pour effet de créer une diversité de milieux dont la grande richesse tient justement à leur fréquence de régénération et à leur assemblage en forme de mosaïque. C'est notamment le cas des méandres libres ou des tresses.

### La continuité écologique

Elle s'appuie sur une palette de continus notamment la trame bleue, qui comprend principalement le cours d'eau, et la trame verte qui inclut les cordons boisés, les annexes fluviales, la végétation des berges, etc. Certains continus sont des hauts lieux de biodiversité, la plupart disposant d'un statut de réserves naturelles ou de sites Natura 2000, jouant le rôle de réservoirs. D'autres sont de nature plus ordinaire sans valeur patrimoniale forte (des digues par exemple) mais permettent de faire le lien entre les différents réservoirs biologiques. Ils remplissent alors la fonction de corridors écologiques.

### QUE DIT LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU (DCE) ?

« la continuité écologique d'un cours d'eau est définie comme la libre circulation des organismes vivants et leur accès aux zones indispensables à la reproduction, leur croissance, leur alimentation ou leur abri, le bon déroulement du transport naturel des sédiments ainsi que le bon fonctionnement des réservoirs biologiques (connexions latérales et conditions hydrologiques favorables) ».

## LES COURS D'EAU EN 4D

Les cours d'eau se caractérisent par quatre dimensions complémentaires. En négliger une, c'est parfois s'exposer à d'importants dysfonctionnements.

### La dynamique longitudinale

Elle désigne les échanges entre l'amont et l'aval, ainsi qu'entre le cours d'eau et ses affluents. Ces échanges varient en fonction du débit, de la pente et de la vitesse du courant, de la largeur et de la profondeur du lit du cours d'eau, créant de multiples faciès au fil de l'eau. Ainsi, des dépôts s'effectuent au niveau des ruptures de pente et aux endroits où le lit du cours d'eau s'élargit. Des zones de radiers (zones courantes peu profondes) et de mouilles (zones lentes et profondes situées dans les concavités) alternent ainsi, par exemple, sur les cours d'eau de piémont et constituent des habitats aquatiques essentiels à certaines espèces.



© Xteir - Fotolia

▲ La loutre d'Europe, bénéficiant d'un plan national d'action.

### La loutre, témoin de cette dynamique

Les eaux et l'habitat doivent être d'une certaine qualité pour assurer à la loutre une disponibilité en proies (essentiellement des poissons) et limiter l'accumulation d'éléments toxiques. La liberté de circulation des individus est une condition *sine qua none* pour le maintien des populations : prospection quotidienne d'environ 10 km pour la recherche de nourriture, dispersion des jeunes vers de nouveaux territoires. En raison de sa position dans la chaîne alimentaire et de son écologie, la loutre constitue un excellent indicateur de la continuité écologique et de la qualité globale d'un cours d'eau.

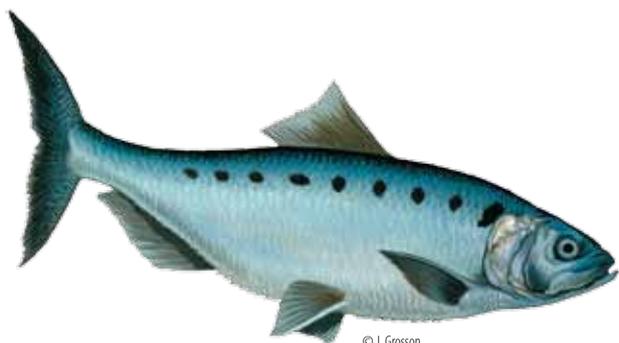
### La truite

Elle est considérée comme un poisson d'eau fraîche (température de l'eau comprise entre 0 et 20°C, température létale de l'ordre de 25°C) et exigeant en oxygène dissout (> 6mg/l). Les cours d'eau à truite se rencontrent préférentiellement en zones d'altitude et sont donc caractérisés par une forte pente avec des vitesses d'écoulement élevées, des eaux oligotrophes et bien oxygénées, un lit pierreux / graveleux et pauvre en matière en suspension. La reproduction, se déroulant de novembre à fin février, nécessite des eaux froides <12°C, avec un optimum à 5-6°C et des zones graveleuses (graviers grossiers 2 à 20 mm) et peu profondes (20-40 cm). L'incubation, quant à elle, exige une eau à 10°C et les conditions d'oxygénation jouent un rôle essentiel au cours de l'incubation et pendant la phase juvénile.



© A. Amoureux

Une zone à truite. ▲



© J. Grosson

◀ L'aloise feinte est une espèce endémique du Rhône qui vit en mer et se reproduit en eau douce. La période de reproduction est initiée par le départ des adultes dans les rivières. Elle est influencée par le débit et la température de l'eau.



### L'APRON DU RHÔNE

Menacé d'extinction, il ne vit plus que sur quelques tronçons de rivières. Il est exigeant vis-à-vis de la diversité de milieux qu'il affectionne selon le stade de son développement, de la connexion indispensable entre ces divers milieux et de la nature des proies qu'il choisit pour se nourrir. Aussi, ce poisson est un indicateur de premier ordre du bon ou mauvais fonctionnement du cours d'eau.



## LE BOIS MORT

Le bois mort démontre par son voyage, de la forêt riveraine à la mer, une continuité longitudinale et témoigne de la bonne naturalité d'un cours d'eau. Mort sur pied en bord de cours d'eau, il est utilisé par les oiseaux cavernicoles comme la mésange boréale qui y creuse son nid. Une fois tombé dans l'eau, il devient un support utile à la cistude ou à la loutre, un perchoir pour les oiseaux en chasse. Les accumulations d'embâcles constituent un biotope pour les insectes et un refuge pour les poissons face aux prédateurs. Il poursuivra son voyage en remplissant un rôle biologique fort pour parvenir jusqu'à l'embouchure et se déposer sur la plage profitant aux communautés d'invertébrés. S'il arrive en mer, il constituera une des rares sources de matières organiques des fonds marins. Le bois mort influe également sur la morphologie d'un cours d'eau en déviant le sens des écoulements par obstruction partielle. Il diversifie le lit d'un cours d'eau et favorise le creusement des mouilles. Des expérimentations de réintroduction de bois morts dans le lit du Rhin sont actuellement en cours sur sa basse vallée, aux Pays-bas, dans l'optique de recréer des habitats écologiques.

A l'inverse des bénéfiques qu'il apporte au cours d'eau, le bois mort peut être aussi source de désagrément pour de nombreux gestionnaires : il s'accumule en amont des infrastructures créant des embâcles et pouvant causer une aggravation d'une inondation ou d'une interruption de service aux écluses pendant les crues. Il est également problématique dans les voies de navigation s'enroulant autour des hélices. Les exploitants doivent alors éliminer ces embâcles.

◀ Bois mort et macro-invertébrés.

Certaines espèces se sont spécialisées et sont étroitement liées à la présence de bois mort dans un cours d'eau ; c'est le cas d'un coléoptère *Agnathus decoratus* qui ne vit que sous l'écorce des bois d'aulnes immergés.

© A. Wolff - CentRA

## La dynamique latérale

Elle désigne les échanges entre le cours d'eau et les zones alluviales riveraines. Elle est déterminée à la fois par le processus d'érosion/dépôt mais aussi par les crues qui modèlent le lit de la rivière et sa plaine d'inondation. Par leurs débordements, les crues peuvent être à l'origine de nouveaux milieux tels que les milieux pionniers à bois tendre sans cesse renouvelés grâce aux érosions latérales et à la forte connectivité de la nappe. Les crues permettent également le remaniement fréquent des sédiments déposés et l'arrachage régulier de cette végétation pionnière. La variabilité saisonnière des débits rajeunit les formes fluviales et les successions végétales et par conséquent les espèces associées. Pelouses alluviales, forêts alluviales, bras morts, zones humides... constituent des milieux essentiels aux organismes liés aux cours d'eau : les bras morts (lônes sur le Rhône, couasnes sur la Dordogne) sont le lieu par excellence de la reproduction de poissons constituant de véritables nurseries ; les forêts alluviales abritent des dortoirs d'oiseaux comme le milan noir, etc.

## LA RENOUÉE DU JAPON

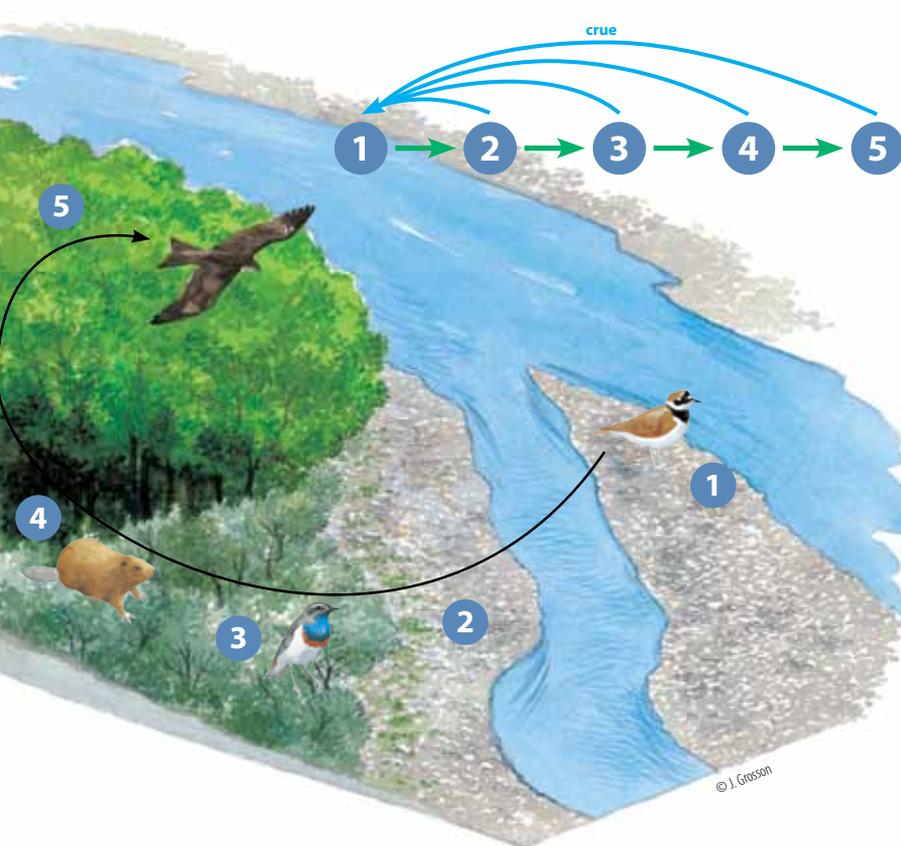
Pour lutter contre l'implantation des espèces invasives, maintenir un bon état écologique des milieux et leur capacité naturelle à développer des espèces autochtones est peut-être le meilleur rempart. Leur capacité de colonisation doit être prise en compte lors d'opérations de restauration de la continuité écologique pour empêcher leur implantation.

Un petit cours d'eau drômois, dénommé les Collières, en cours de colonisation, en témoigne : à 7 ans d'intervalle, les renouées ont parcouru 4 km vers l'aval et multiplié leur nombre de massifs par 3,6 et leur surface totale par 13.

▶ Le milan royal, occasionnel sur les bords de cours d'eau.



© C. Héralin



© Cemba

© J. Grosson



▲ Une berge creusée dans le Val de Saône.

### UNE ZONE HUMIDE, C'EST QUOI ?

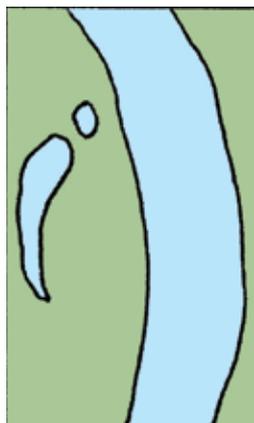
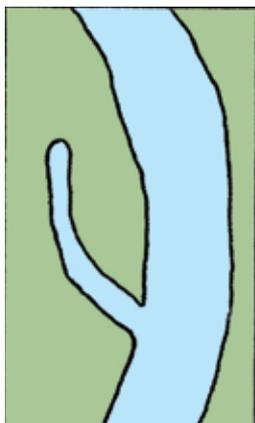
Selon le code de l'environnement (Art. L.211-1) « les zones humides sont des terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ». Elles remplissent de nombreuses fonctions essentielles à notre société : épuration, filtre, régulation des crues, soutien du débit d'étiage, support d'activités économiques et sociales comme l'agriculture, la baignade ou la pêche. Au-delà, elles constituent des hauts lieux de la biodiversité renfermant des milieux naturels remarquables et de nombreuses espèces rares et protégées.

▲ Un perpétuel renouveau.

A tout moment, l'arrivée brutale d'une crue peut tout arracher et relancer la succession au stade initial : la dynamique végétale répond à la dynamique de la rivière !

▼ Trois types de connexion de îlônes.

Le peuplement de macro-invertébrés évolue strictement vers des taxons d'eaux lentes en cas de perte de connexion (à droite) au détriment des taxons rhéophiles comme l'hydropsyché lors de connexions amont et aval (à gauche). Le peuplement est mixte lors de connexions aval (au centre).



▶ *Asellus aquaticus* une espèce strictement liée aux eaux lentes.

### ESPACE DE MOBILITÉ ET ESPACE DE BON FONCTIONNEMENT DU COURS D'EAU

L'espace fréquemment remanié par le cours d'eau est appelé communément espace de liberté ou de mobilité. Selon la définition du SDAGE, il correspond à un « espace du lit majeur à l'intérieur duquel le ou les chenaux fluviaux assurent des translations latérales pour permettre une mobilisation des sédiments ainsi que le fonctionnement optimum des écosystèmes aquatiques et terrestres ».

La notion d'espace de bon fonctionnement ajoute à cela des aspects socio-économiques et pourrait se traduire par l'espace au sein duquel ce qu'il se passe est susceptible d'impacter le cours d'eau.

### Les macro-invertébrés selon les connexions latérales

L'étude des macro-invertébrés de dix-huit îlônes sur le Haut-Rhône, avant et après restauration, a montré qu'un cortège d'espèces est bien souvent représentatif d'un type de connexion de la îlône avec le fleuve (à qualité d'eau égale). Ainsi, les espèces vivant dans les zones de fort courant (rhéophiles), tels des coléoptères, et des espèces de faible courant (lénitophiles) notamment des mollusques, se juxtaposent essentiellement lorsque la connexion n'existe plus que par l'aval.

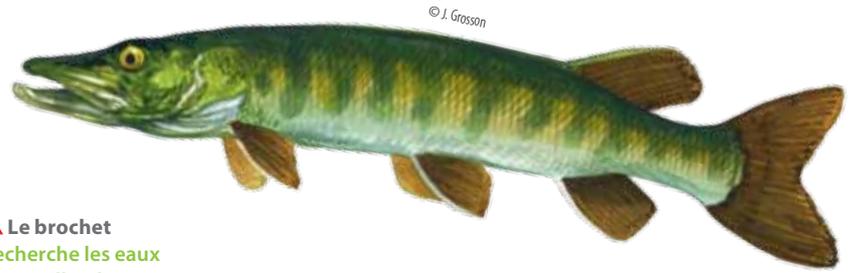


## Le castor et les milieux annexes

La présence du castor sur les bords d'un cours d'eau illustre la connectivité latérale avec l'utilisation qu'il fait d'une ripisylve en bon état. En effet, ce mammifère se nourrit avant tout de bois tendres (saules, peupliers, etc.) qui se développent dans des stades de végétation pionnière. L'existence de ces forêts alluviales pionnières de bois tendres est conditionnée principalement par un renouvellement régulier des milieux riverains par érosion-dépôt qui témoigne d'une dynamique latérale active.



▲ Le castor.



▲ Le brochet recherche les eaux tranquilles, lentes ou stagnantes des cours d'eau. Il affectionne les zones riches en végétation où il pourra se cacher et se tenir en embuscade pour chasser mais également déposer ses œufs. Il est particulièrement abondant dans le val de Saône et ses prairies inondables où il trouve les conditions propices à son développement.

## La dynamique verticale

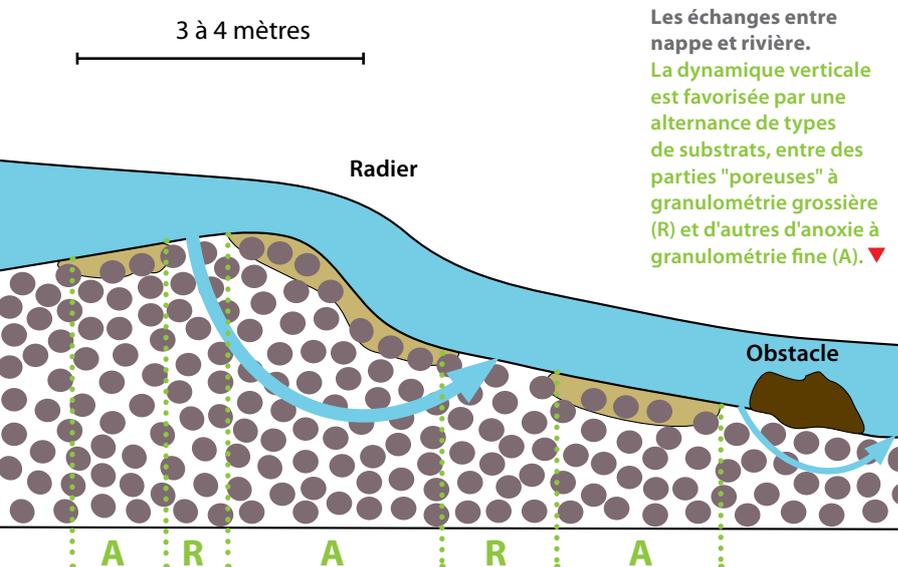
Cette dimension est souvent négligée par rapport aux précédentes, elle est toutefois complémentaire des autres dimensions abordées précédemment. La dynamique verticale fonctionne grâce à des échanges entre la nappe et la rivière, favorisés en cas d'obstacle à l'écoulement de l'eau et par un sédiment suffisamment perméable. La zone d'interface rivière/nappe est nommée "zone hyporhéique". En amont de l'obstacle, l'eau a tendance à plus s'infiltrer dans les sédiments, elle se mélange aux eaux souterraines avant de retourner au cours d'eau un peu plus loin.

Cette dynamique verticale s'observe aussi entre la nappe d'un cours d'eau et ses milieux annexes telles les zones humides alluviales. Le bon fonctionnement de cette dynamique influe directement sur le bon état de conservation de ces milieux en apportant une eau fraîche régulière. L'abaissement de la nappe induit un assèchement de ces annexes et donc leur dégradation.

### + POUR COMPRENDRE

Le rapport entre la granulométrie des sédiments et la capacité auto-épuratoire d'un cours d'eau est mis en évidence : plus les particules sont grossières plus le système respire et les échanges eau de surface et eau souterraine se font ; à l'inverse plus les particules sont fines moins le système respire, il est alors en anoxie même si cela permet la rétention des nitrates, voire la dénitrification. Pour une efficacité auto-épuratrice optimale, un cours d'eau doit avoir une diversité de zones oxygénées et de zones anoxiques et donc une granulométrie variée.

Certains organismes hyporhéiques sont des bio-indicateurs notamment les oligochètes (vers), très vulnérables à la pollution des eaux superficielles.



### LES MULTIPLES FONCTIONS LIÉES À LA DIMENSION VERTICALE

- nurserie pour les œufs des salmonidés, également pour les éphéméroptères ;
- production d'une biomasse importante d'invertébrés des cours d'eau, plusieurs centaines d'individus sont recensés par litre d'eau prélevé, qui constituent un maillon important dans la chaîne alimentaire ;
- refuge à la fois thermique - les eaux interstitielles sont plus fraîches en été et plus chaudes en hiver - et hydrologique pendant les périodes de crues ;
- rôle d'auto-épuration et de filtre biologique qui permet le recyclage des éléments minéraux et organiques et l'élimination des charges excessives grâce à des processus d'oxydo-réduction, de dilution ou d'absorption ;
- alimentation en eau des ripisylves et des zones humides.



© P. Marmonier - Université Lyon 1

◀ Les oligochète (vers), comme d'autres organismes hyporhéiques, sont des bio-indicateurs très vulnérables à la pollution des eaux superficielles.

## La dynamique temporelle

Les cours d'eau changent au fil du temps avec les variations de débits liés au contexte climatique et à la gestion qui est faite des ouvrages. Les fluctuations journalières, saisonnières et annuelles des débits sont directement responsables des variations temporelles des caractéristiques physiques et écologiques du corridor fluvial. Ce sont également les hautes eaux qui construisent et remanient le fond du lit et les berges du cours d'eau et peuvent influencer sur le cycle de vie des populations qui y vivent telles que la truite.

Outre les variations de débit, l'échelle d'intervention sur les milieux naturels est à considérer. En effet, les milieux naturels réagissent sur des dizaines d'années et l'homme a tendance à se caler sur des durées plus courtes pour établir sa gestion. Cette dimension est également importante à prendre en compte dans des systèmes qui ne peuvent plus s'autogérer et où il est possible d'anticiper sur leur évolution.

*La reforestation des têtes de bassin de l'Azergues, au début du XX<sup>e</sup> siècle, a induit une diminution sensible des volumes de charge solide apportés au cours d'eau, mais ses effets ne se sont faits sentir que depuis peu.*

▼ Captage d'eau potable à Crépieux-Charmy, en amont de Lyon, conciliant gestion de la biodiversité et contraintes liées à l'eau potable.



© F. Diller - GenRA

## LES VARIATIONS BRUTES DE DÉBIT : UNE DIFFICULTÉ POUR LES POISSONS

Des observations réalisées hors du bassin du Rhône, sur différents sites des Pyrénées (Lauters 1995 ; Liebig 1998) ou du Massif central (Valentin 1995), montrent une réduction des populations de truites (50 à 86%) dans les secteurs soumis aux éclusées des barrages hydroélectriques. Elles affectent surtout la reproduction, les juvéniles et les jeunes stades. Elles peuvent conduire à l'exondation des pontes en période de reproduction lors des baisses de débit.

Bien que les œufs de salmonidés supportent des périodes hors d'eau d'1 à 5 semaines dans des graviers humides, la répétition des assèchs peut conduire à des mortalités significatives.

De plus, au moment de l'émergence, les alevins dépourvus de capacité de nage sont incapables de se déplacer pour suivre les mouvements d'eau et se retrouvent échoués (certains adultes peuvent également se retrouver piégés dans les zones rapidement découvertes).

Enfin, ces forts débits peuvent également entraîner la dérive des alevins, très vulnérables tant que leur taille ne dépasse pas 35 mm, soit à l'âge de 2 mois (fin mars à début juin).

## LA CONNECTIVITÉ DES COURS D'EAU, SOURCE DE SERVICES

Les milieux aquatiques sont, avec les forêts tropicales, les milieux les plus productifs à l'échelle de la planète. Un cours d'eau relié à sa plaine d'inondation assure ainsi des fonctions importantes et produit de nombreux services. L'évaluation économique de ces services rendus n'est pas chose aisée. Néanmoins, certains services bien connus permettent de soutenir des activités économiques non négligeables et de répondre aux besoins vitaux des populations.

### L'approvisionnement en eau potable

L'un des services les plus essentiels que procurent un cours d'eau et sa plaine d'inondation est l'alimentation en eau potable. C'est le cas du Rhône et de sa nappe d'alluvions qui fournit de l'eau potable à toute l'agglomération lyonnaise, comptant plus d'un million d'habitants. Cet approvisionnement dépend directement du bon état écologique du cours d'eau et des milieux qui le composent : un hydrosystème avec des habitats hétérogènes et une bonne dynamique favorisent la présence d'une certaine biomasse garante d'une bonne productivité.

## La lutte contre les inondations et la capacité de rétention

Les plaines d'inondation ou champs d'expansion des crues permettent à la fois le stockage des eaux en période de crues et la réduction du débit de pointe. Le stockage de l'eau dans les plaines d'inondations réduit ainsi le risque d'inondation dommageable à l'aval et protège les biens et les personnes.

Pour le Rhône, la plaine de Chautagne et le lac du Bourget constituent la zone d'écrêtement la plus importante du fleuve, stockant de 14 à 170 millions de m<sup>3</sup> d'eau et diminuant le débit de pointe de la crue en aval de 100 à 900 m<sup>3</sup>/s en fonction de l'importance de celle-ci. Par ailleurs, des simulations de crues sur le Rhône ont montré que la suppression des champs d'expansion lors d'une crue centennale augmenterait la ligne d'eau de plus de 70 cm à Beaucaire dans le Languedoc-Roussillon.

La préservation et la restauration d'espaces de rétention des eaux voire d'espaces de mobilité contribuent à la réalisation de réelles économies en diminuant la fréquence et l'intensité des phénomènes d'inondations et préservent les biens et les personnes de situations préjudiciables.



▲ La ViaRhôna au lac du lit au Roi, une piste cyclable le long du fleuve Rhône.

### + POUR ILLUSTRER

D'après le ministère chargé de l'écologie, les dégâts causés par les inondations en France s'élèvent à 265 millions d'euros par an.

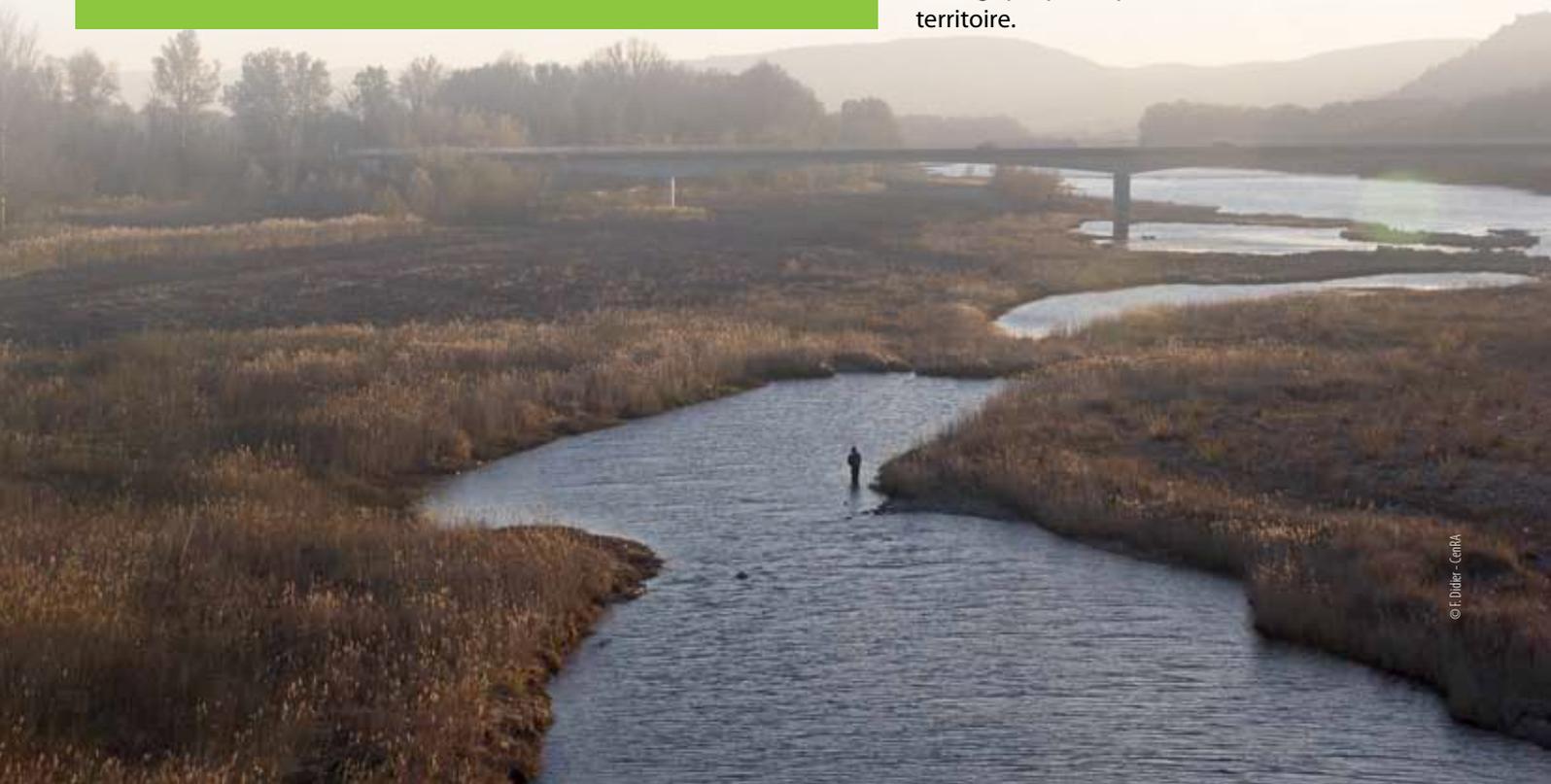
## UNE QUALITÉ D'EAU AMÉLIORÉE

Les hydrosystèmes et leurs systèmes associés (ripisylves, zones humides) peuvent assimiler et détoxifier des composés agressifs grâce à certains processus du sol et sous-sol (cf. *dimension verticale*). Des études ont montré que la diversité des caractéristiques morphologiques d'un cours d'eau augmente son pouvoir auto-épuration. Un cours d'eau dont la morphologie est peu altérée, avec une dynamique et un espace de mobilité fonctionnels, contribue à la réduction de la pollution des milieux aquatiques.

Ainsi, l'action conjuguée de l'absorption racinaire et la dénitrification par les micro-organismes présents dans la zone hyporhéique peut, dans certaines conditions, éliminer plus de 99% des nitrates apportés par le bassin versant (*Décamps, MATE*). Les écosystèmes aquatiques et les zones humides en bon état écologique rendent un service gratuit pour la collectivité. Le ministère en charge de l'écologie a estimé que les dommages liés à la pollution de l'eau en France s'élevaient à 3 Md€/an.

## La qualité paysagère du corridor fluvial, lieu de détente et de loisirs

Les cours d'eau et leurs écosystèmes associés (zones humides, plaines, forêts) occupent une place importante dans la vie sociale et culturelle représentant des lieux de loisirs et de détente. Ces espaces contribuent à une certaine qualité de vie difficilement quantifiable d'un point de vue économique mais de plus en plus recherchée dans notre société. Le cours d'eau et son corridor écologique participent donc à l'attractivité d'un territoire.



# LES FREINS À LA CONTINUITÉ

**D**epuis l'antiquité, les hommes ont construit des seuils et des barrages sur les rivières pour produire de l'énergie, rendre possible la navigation, prélever et transporter de l'eau pour la consommer ou pour irriguer. Les rivières ont été alors marquées par l'aménagement de nombreux ouvrages. Cette artificialisation s'est accentuée au cours de ces dernières décennies avec de gros travaux pour la production d'hydroélectricité et le développement d'infrastructures. En France, 60 000 ouvrages (barrages, écluses, seuils) ont été inventoriés par l'ONEMA dans le cadre du *référentiel des obstacles à l'écoulement*.

Ces aménagements peuvent induire des perturbations et des impacts sur la continuité, plus ou moins importants entre autres selon leur hauteur et leur emplacement. Les impacts décrits ci-après sont des généralités ; ils n'apparaissent pas simultanément ni de manière systématique.



▲ Seuil faisant obstacle au passage des poissons.

## DES ÉCOULEMENTS PERTURBÉS

### Un régime hydrologique modifié

En créant des chutes d'eau artificielles lors de la construction d'un ouvrage, la ligne d'eau et la pente naturelle du cours d'eau sont alors modifiées. Ces aménagements peuvent provoquer un ralentissement de l'écoulement, voire une modification de la température, induisant une augmentation de l'eutrophisation ou encore une baisse de la quantité d'oxygène dissous dans l'eau. Toutes ces modifications physiques et hydrologiques sur le cours d'eau peuvent impacter directement les communautés biologiques qui s'en trouvent potentiellement changées. A titre d'exemple, une espèce comme la truite, qui affectionne les eaux courantes claires et oxygénées, pourra être remplacée par la perche qui s'adapte bien aux milieux lenticques et eutrophes.

D'autre part, depuis 2014 (*code de l'environnement - Art. L214-18*), le fonctionnement d'un ouvrage nécessite un prélèvement important de la quantité d'eau effectué par différents systèmes (canaux de dérivation) ne laissant plus qu'un débit résiduel, ou débit réservé, calculé d'après le module du cours d'eau, soit un minimum de 10% du débit moyen interannuel enregistré pendant cinq ans. Cette diminution de débit affecte la capacité hydromorphologique et donc la végétation des bancs. Une autre conséquence est l'altération de la continuité thermique conditionnée par la vitesse d'écoulement influant elle-même sur la qualité physico-chimique d'un cours d'eau.

### ET LE BASSIN VERSANT ?

Un cours d'eau s'inscrit automatiquement dans un bassin versant, véritable entonnoir collectant les précipitations et les ruissellements. 70% des linéaires de cours d'eau dans le bassin Rhône Méditerranée Corse sont des têtes de bassin versant.

L'occupation du bassin versant influe sur l'état des cours d'eau : les activités humaines, notamment l'agriculture et l'industrie, sont sources de matière en suspension et de polluants qui accentuent le phénomène de colmatage dans les cours d'eau ; les zones urbaines produisent également une quantité importante de matières (hydrocarbures, suies, éléments gras). Celles-ci sont d'autant plus transportées par le phénomène de ruissellement que l'imperméabilisation des voiries et des sols en ville est renforcé.

## Une diminution et une mauvaise répartition des sédiments

La rivière est un flux continu de matériaux solides, fins ou grossiers, arrachés au bassin versant. De manière générale, tout obstacle peut entraîner un blocage du flux de sédiments et un déficit à l'aval, déséquilibrant la dynamique du cours d'eau et impactant la morphologie du lit. Transports solides et liquides sont naturellement équilibrés dans la dynamique fonctionnelle d'un cours d'eau.

On assiste alors à une incision du lit mineur et au phénomène de pavage qui se traduit par l'élimination des fractions de fines ne laissant plus que des éléments grossiers, mobilisés seulement par les crues exceptionnelles, et bien souvent aussi un colmatage interstitiel. Les échanges entre la nappe et le cours d'eau sont nuls, le rôle auto-épuration n'est plus assuré, l'habitat benthique est altéré.

Dans le même temps, la réduction des débits hivernaux et l'écrêtement des petites crues concourent à limiter le transport des sédiments.

### LES SÉDIMENTS SUR LE RHÔNE

Un suivi sédimentaire a été réalisé sur le Rhône depuis l'aménagement des barrages et la multiplication de nombreuses extractions. Résultats : un déficit de plus de 17 M de m<sup>3</sup> et le recul des côtes de Camargue.



▲ Incision du lit sur l'Ouvèze en Ardèche.

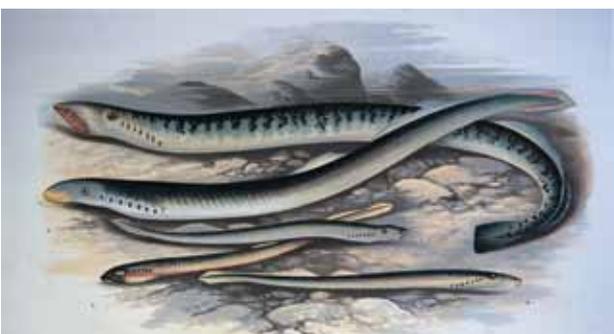
© Onema

## Une circulation piscicole interrompue

Les possibilités de déplacement des espèces sont fortement réduites en raison des obstacles à l'écoulement plus ou moins franchissables et de la fragmentation du cours d'eau induite par la succession d'obstacles. Selon le plan de gestion « anguille », les ouvrages seraient responsables de la diminution de 44% de la densité d'anguilles en France. Or, toutes les espèces de poissons ont besoin de circuler sur un linéaire plus ou moins long pour accomplir leur cycle de vie.

Les espèces les plus touchées par cette discontinuité sont celles qui effectuent un parcours de plusieurs centaines de kilomètres entre l'estuaire et l'amont des bassins versants : la progression vers les lieux de croissance ou de reproduction est rendue quasi impossible. Il en résulte un retard ou une absence des géniteurs et par conséquent un non renouvellement des populations. Cela entraîne la diminution des effectifs voire l'extinction de l'espèce. C'est le cas du saumon « sauvage » disparu des grands fleuves français, de l'aloise et de l'anguille disparues du Haut-Rhône.

Un autre problème peut survenir : l'augmentation des cas de pathologie par cloisonnement des populations. En effet, la présence d'obstacles empêche le brassage génétique entre populations conduisant à une baisse immunitaire des individus. L'impossibilité de rejoindre des zones refuges en cas de pollution ou des eaux plus fraîches en cas de sécheresse influe également sur l'état de santé des peuplements piscicoles.



▲ La famille des lamproies.

© Gail G. Crochet



© F. Chambaud

► Sédiments sur la Drôme.

## UNE PERTE DE BIODIVERSITÉ DES MILIEUX ANNEXES

Les aménagements latéraux favorisent la sédimentation des sables et des limons en arrière du chenal dans des milieux qualifiés de marges alluviales. Ces dépôts de sédiments ne sont pas repris par les crues en raison de crues morphogènes rares et ils se boisent rapidement, accélérant encore la sédimentation sans qu'ils puissent être remaniés par érosion. Les marges s'exhaussent et les bras se déconnectent, ce qui conduit à la réduction de l'espace dévolu aux crues et de la biodiversité (voir chapitre ci-dessous).

Les aménagements Girardon (ensemble d'ouvrages rassemblant des digues longitudinales basses, tenons, épis, seuils de fond, barrages), réalisés au XIX<sup>e</sup> siècle sur le Rhône pour concentrer les écoulements et obtenir un mouillage suffisant pour les bateaux, en sont un exemple. Visibles sur un linéaire de 133 km, ces aménagements ont pour conséquence majeure l'érosion du lit, la diminution de la dynamique latérale du fleuve et la sédimentation des marges alluviales.



© F. Dubier - CentRA

▲ Exhaussement des marges alluviales.

◀ Le martin-pêcheur niche dans un terrier creusé habituellement dans la berge d'un cours d'eau.

### UN COURS D'EAU QUI ÉVOLUE !

Selon le schéma directeur de réactivation de la dynamique fluviale des marges du Rhône, on observe :

- une diminution moyenne de la surface en eau de 43% ;
- une diminution moyenne de la superficie de bancs de galets de 93% ;
- une augmentation de la forêt alluviale de 94%.

Ainsi, le paysage au bord du Rhône s'est modifié voire uniformisé avec la disparition de bancs de galets, le développement important de cordons boisés et la fixation du lit.

▶ Le marais de Lavours abrite des milieux et des espèces remarquables aujourd'hui menacés par le dysfonctionnement hydrologique. A l'inverse, cette réduction de l'espace inondable a profité à l'agriculture pour un gain de terres cultivables et fertiles.



© CentRA

### + LE RÉFÉRENTIEL DES OBSTACLES À L'ÉCOULEMENT DE L'ONEMA

Ce référentiel est un outil de porter à connaissance. Il a pour objectif de répertorier l'ensemble des ouvrages sous la forme d'une base de données contenant des informations telles que la localisation, les caractéristiques des ouvrages. Il sera enrichi progressivement de nouvelles données concernant la continuité écologique avec l'évaluation des possibilités de franchissement piscicole et le risque d'impact sur le transport sédimentaire.

## Réduction des espaces inondables

Ces aménagements latéraux limitent la fréquence d'inondation des plaines. Pour le Rhône, le fleuve a été endigué sur 150 km de longueur, ce qui représente 35% de son cours. Les digues des retenues ont soustrait des crues très fortes du Rhône 120 km<sup>2</sup> de plaine inondable soit près de 18% ; le restant a vu sa fréquence d'inondation réduite.

Les conséquences sont multiples : la réduction du champ d'inondation a entraîné une concentration vers l'aval des risques d'inondations, le cours d'eau ne pouvant plus utiliser son lit majeur pour amortir les crues. Suite à la crue centennale de 2001 sur la Saône, un état de référence a permis d'établir plusieurs scénarios en cas d'inondation et a révélé que la ligne d'eau avait augmenté de plusieurs centimètres pour ce type d'événement. La réduction de l'alimentation de la nappe phréatique peut aussi apparaître avec un risque d'assèchement des milieux naturels.

## UN CADRE RÉGLEMENTAIRE

La directive cadre sur l'eau (DCE) fixe un objectif de non dégradation et d'atteinte du bon état chimique et écologique des masses d'eau d'ici 2015. En France, cette directive a été transposée dans la loi sur l'eau et les milieux aquatiques (LEMA) de 2006 et apporte des outils pour une mise en œuvre de cet objectif.

Parmi ces outils, la révision des classements de protection des cours d'eau établit deux listes :

- **Les rivières à préserver** (*liste 1*) incluant celles en très bon état écologique, les réservoirs biologiques et les rivières à fort enjeu de poissons migrateurs. Sur les cours d'eau figurant sur cette liste, toute nouvelle construction d'obstacle à la continuité écologique est interdite.
- **Les rivières à restaurer** (*liste 2*). Les ouvrages existants doivent être gérés et équipés selon les règles définies par le préfet dans un délai de cinq ans après leur classement : mesures d'équipement comme la construction de passes à poissons ou de gestion telles que les ouvertures régulières de vannes.

## Le SDAGE

À l'échelle d'un bassin versant, le **schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux** constitue un document de planification pour atteindre le bon état des masses d'eau. Avec ses documents d'accompagnement, dont son programme de mesures, il correspond au plan de gestion préconisé par la directive cadre sur l'eau du 23 octobre 2000. Il définit, pour une période de six ans, les grandes orientations pour une gestion équilibrée.

Le SDAGE Rhône-Méditerranée 2016-2021 a été adopté par le Comité de bassin le 20 novembre 2015 et celui-ci a émis un avis favorable pour son programme de mesures. Ce SDAGE traite la continuité écologique dans l'orientation fondamentale 6 (OF6) intitulée « *préserver et restaurer le fonctionnement naturel des milieux aquatiques et des zones humides* » et plus spécifiquement dans l'OF6A « *agir sur la morphologie et le décloisonnement pour préserver et restaurer les milieux aquatiques* ».

En outre, dans son orientation fondamentale n°2 « *concrétiser la mise en œuvre du principe de non dégradation des milieux aquatiques* », le SDAGE réaffirme la nécessité de contribuer à l'application de manière exemplaire de la séquence éviter-réduire-compenser, d'évaluer et suivre les impacts des projets sur le long terme, de contribuer à la mise en œuvre du principe de non dégradation via les schémas d'aménagement et de gestion des eaux et les contrats de milieux.

### DIX DISPOSITIONS DU SDAGE RHÔNE-MÉDITERRANÉE 2016-2021 SUR LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE

- préserver et restaurer les espaces de bon fonctionnement des milieux aquatiques (disposition 6A-02) ;
- préserver les réservoirs biologiques et poursuivre leur caractérisation (6A-03) ;
- Préserver et restaurer les rives de cours d'eau et plans d'eau, les forêts alluviales et ripisylves (6A-04) ;
- restaurer la continuité écologique des milieux aquatiques (6A-05) ;
- poursuivre la reconquête des axes de vie des poissons migrateurs (6A-06) ;
- mettre en œuvre une politique de gestion des sédiments (6A-07) ;
- restaurer la morphologie en intégrant les dimensions économiques et sociologiques (6A-08) ;
- évaluer l'impact à long terme des modifications hydromorphologiques dans leurs dimensions hydrologiques et hydrauliques (6A-09) ;
- approfondir la connaissance des impacts des éclusées sur les cours d'eau et les réduire pour une gestion durable des milieux et des espèces (6A-10) ;
- améliorer ou développer la gestion coordonnée des ouvrages à l'échelle des bassins versants (6A-11).



# AMELIORER LA CONTINUITÉ

**C**e chapitre s'appuie sur des expériences de terrains et les connaissances d'experts. Il offre un aperçu des leviers existants pour tendre vers un état satisfaisant des cours d'eau en conciliant les usages socio-économiques, la sécurité des biens et des personnes et la biodiversité.

Diverses solutions complémentaires les unes aux autres influent sur la continuité d'un cours d'eau. Ainsi, le retrait de digues pour améliorer la dynamique latérale et verticale ne peut se faire ou être durable que si la dynamique du cours d'eau le permet, une augmentation du débit réservé n'étant parfois pas suffisante pour apporter la dynamique nécessaire. La remobilisation des marges alluviales par érosion latérale n'est envisageable que sur des terrains qui le permettent et sur lesquels une maîtrise foncière doit être engagée.

Sur les grands cours d'eau, ces marges fluviales peuvent faire partie du DPF (Domaine Public Fluvial) ou être propriété des communes. D'autre part, la recharge sédimentaire par l'apport de sédiments peut constituer une solution alternative si le cours d'eau n'a plus la capacité à éroder. Elle ne peut être durable que si l'on dispose d'une ressource alluviale importante localement ou que le déficit est temporaire : obstacle empêchant le transit des sédiments, érosion latérale qui diminue suite à la fixation du lit...



© E. Faure - CentRA

▲ Des bancs de graviers favorables au développement d'une continuité végétale, faite surtout de plantes annuelles dont les lendemains sont très incertains et dépendent de la dynamique de la rivière.

**C'est pourquoi, il est important de penser globalement à l'échelle d'un bassin versant pour mieux comprendre et agir efficacement.**

## PENSER « BASSIN VERSANT » UN PAS IMPORTANT VERS LA CONNECTIVITE

La prise en compte des activités, notamment agricoles et forestières qui influent sur la continuité, est indispensable pour garantir une pérennité d'actions. Les bonnes pratiques agricoles sont gages d'une bonne dynamique et qualité du cours d'eau : culture sous couvert pour limiter l'ensablement des cours d'eau, labourage perpendiculaire à la pente pour limiter l'apport de sédiments fins, création de bandes enherbées, etc. Dans les zones urbanisées, la lutte contre les ruissellements, suite à l'imperméabilisation des sols, doit être engagée avec la mise en place de bassins de décantation et d'infiltration ou le remplacement de goudrons imperméables par des enrobés poreux.

### LES GRANDS ENJEUX DU MAINTIEN OU DE LA RESTAURATION D'UNE CONTINUITÉ

**Préserver ce qui fonctionne :** l'espace de liberté du cours d'eau et les zones humides alluviales dans la planification urbaine ;

**Restaurer ce qui est "abimé"** soit en intervenant activement sur les formes, les habitats, soit en aidant le cours d'eau à s'auto-épurer :

- dynamiser le cours d'eau, lui donner la possibilité de se recharger lui-même en sédiments ;
- Favoriser les crues génératrices de formes fluviales et non les grosses crues plus pénalisantes ;
- Permettre aux espèces de se maintenir ou de se réimplanter, aux habitats d'être rajeunis naturellement ou de nécessiter que de modestes interventions pour améliorer ou restaurer leur richesse et leur fonction ;
- Harmoniser la préservation de ces espaces avec les besoins sociaux, permettre une réappropriation locale du cours d'eau, habitants et usagers en étant les acteurs majeurs et les bénéficiaires directs ;
- Traiter les inondations au travers du bon fonctionnement des écosystèmes : outil GEMAPI.

### PLANIFIER EST LE MAÎTRE MOT

C'est indispensable pour éviter des opérations au coup par coup, avec la fragmentation des actions et des milieux. Il est souhaitable de privilégier une réflexion d'ensemble qui soit pérenne dans le temps et l'espace.

Plusieurs démarches multi-acteurs portées par CNR, les services de l'État et les riverains se sont développées sur le Rhône pour garantir une cohérence sur l'ensemble du cours d'eau.

## L'ÉTABLISSEMENT PUBLIC TERRITORIAL DU BASSIN SAÔNE ET DOUBS

C'est un syndicat mixte créé suite aux grosses inondations des années quatre-vingt-dix. Il rassemble dix-neuf collectivités autour de l'animation et la mise en œuvre des contrats rivière et SAGE, la prévention contre les crues et la gestion de la biodiversité avec le suivi de sites Natura 2000. Il intervient sur 30 000 km<sup>2</sup>. Le principal avantage d'une telle structure est la reconnaissance de ses compétences sur un territoire avec une légitimité d'intervention. En outre, elle offre une coordination et une cohérence entre les politiques d'aménagement, notamment les différents contrats de rivière, et veille à leur compatibilité. Elle permet une meilleure gestion des inondations à l'échelle du bassin versant dont les actions ne peuvent pas être seulement locales.

## Le plan Rhône

C'est un projet global de développement durable pour le Rhône, la Saône et leurs vallées. Les partenaires de ce projet sont l'État, ses services et ses établissements, les Régions, l'Europe, la CNR et EDF. Il a été mis en place suite aux inondations importantes de 2002-2003, cherchant à concilier le développement des activités humaines avec l'amélioration de la qualité environnementale.

Ce plan mobilisant l'ensemble des acteurs concernés par le fleuve porte une vision intégrée de l'aménagement et de la gestion du Rhône, de la Saône et de leurs territoires riverains à travers différentes composantes thématiques : inondations, énergie, tourisme, transport fluvial, culture et patrimoine, qualité des eaux, ressource et biodiversité.

Sur ce dernier volet, une stratégie de préservation et de restauration des milieux humides du plan Rhône est portée par les conservatoires d'espaces naturels et prend en compte entre autres l'enjeu des continuités.

La Vienne ►  
après l'effacement  
du barrage de  
Maisons-rouges.

## L'EFFACEMENT DU BARRAGE DE MAISONS-ROUGES

Il se situait sur la Vienne, à l'aval de sa confluence avec la Creuse. Sa construction en 1923 empêchait la progression des espèces de poissons migrateurs et l'accès aux sites de reproduction. En 1998, la concession d'exploitation arrivant à son terme et l'ouvrage devenant vétuste, l'arasement a été décidé dans le cadre du plan Loire grandeur nature pour tenter de favoriser le retour des migrateurs. Après son effacement, les résultats concernant la reconquête de la Vienne et de ses affluents à l'amont du barrage furent remarquables : l'aloise a recolonisé dès l'année suivante les 35 km de cours d'eau rendus accessibles. Les résultats sont encore plus spectaculaires pour la lamproie marine dont les géniteurs ont largement investi les nouvelles frayères disponibles, plus de 80 nids ont été comptés. Les poissons migrateurs n'ont pas été les seuls à bénéficier de cet effacement : les oiseaux sont réapparus, notamment les espèces rhéophiles comme la bergeronnette des ruisseaux qui niche auprès des radiers ou le petit gravelot. La destruction du barrage a surtout permis de revitaliser ce nouveau linéaire, créant des habitats propices au développement des espèces. Ainsi dix radiers et des îlots graveleux se sont matérialisés.

## MAINTENIR OU RECREER UNE CONTINUITÉ LE LONG DU COURS D'EAU

Les aménagements anthropiques sur les cours d'eau peuvent conduire à de fortes ruptures de connexions longitudinales et latérales. Des solutions ont été mises en œuvre par diverses structures pour diminuer les impacts mais également tendre vers une redynamisation naturelle d'un cours d'eau.

## Le traitement, l'effacement d'ouvrages

Parmi ces solutions, le traitement des ouvrages à l'origine de ces ruptures de connexion constitue l'un des moyens. Le plus efficace et pérenne est l'effacement de l'ouvrage. Il est envisageable dans les cas où celui-ci est abandonné, sans usage ou sans intérêt qu'il soit économique, patrimonial ou paysager. Cette option présente beaucoup d'avantages en termes de rétablissement complet de la continuité écologique et de simplicité de gestion par la suite.

Attention toutefois à l'attachement porté à l'ouvrage par la population locale : en Ardèche, le rôle important d'un seuil durant la Résistance a marqué suffisamment les esprits pour qu'une protestation vive s'exerce encore un demi-siècle plus tard contre le projet de son effacement. L'impact d'un tel chantier est également à étudier sur le fonctionnement global du cours d'eau.



© G. Coulet

## Ouvrages Girardon sur le Rhône : effacement et réactivation de la dynamique fluviale

La morphologie du Rhône a été marquée au cours des siècles par les aménagements. D'abord à la fin du XIX<sup>e</sup> par les travaux d'amélioration de la navigation : aménagement des digues et épis Girardons, augmentant la période navigable de 100 à 350 j/an mais conduisant à la concentration de l'écoulement dans le chenal principal ; puis à la fin du XX<sup>e</sup> siècle, avec la création d'ouvrages hydro-électriques à vocation multiples : navigation agriculture et énergie. Dans le cadre du plan Rhône 2007-2013, des travaux expérimentaux ont été conduits avec pour objectif d'inverser la tendance de sédimentation et donc d'améliorer le fonctionnement du cours d'eau et de faciliter l'écoulement des crues.

L'étude historique à partir de photos aériennes a permis de cibler trois sites favorables à cette restauration dans le département de l'Ardèche :

- Cornas dans un environnement très construit,
- le Roubion à l'extérieur de la courbe du fleuve,
- une petite Ile au bord d'un champ.

► **Les berges érodées.**  
Les rivières dynamiques n'épargnent guères leurs méandres et c'est là une source d'un renouvellement nécessaire des milieux. Peut-être est-il nécessaire d'anticiper sur la disparition des parcelles agricoles grignotées.



© Ch. Monneret

### + ATTENTION PCB !

De nombreux cours d'eau connaissent la problématique de pollution aux PCB (polychlorobiphényles), dérivés chimiques chlorés longtemps utilisés dans l'industrie s'accumulant dans les sédiments et contaminant la chaîne alimentaire. Un programme national de lutte est en cours. Toutefois, lorsqu'un projet nécessite le remaniement des sédiments fins accumulés sur les marges d'un cours d'eau, il est nécessaire de procéder à une analyse pour déterminer l'état de contamination. Selon le taux observé, un plan de restauration des matériaux contaminés doit être mené, souvent coûteux et conduisant au report de nombreux projets.



© CNR

◀ Avant et après les travaux.

A gauche, une ancienne digue ensablée et modifiée par des travaux de terrassement menés par CNR ; à droite une berge redevenue inondable lors des crues morphogènes, enrichie de nouveaux milieux telle que la mare qu'on aperçoit sur la droite.

### LES TRAVAUX RÉALISÉS EN 2011 ET LEURS RÉSULTATS SUR LES OUVRAGES GIRARDON

Il s'agit d'ouvertures de brèches dans les digues longitudinales et du démantèlement d'épis transversaux, engagés par CNR.

En termes de volumes, 42 000 m<sup>3</sup> ont été extraits sur l'ensemble des trois sites évoqués plus haut. Les suivis géomorphologiques et écologiques après travaux ont montré des effets positifs avec l'apparition de plusieurs zones d'érosion et de dépôt sur deux sites malgré l'absence d'événements hydrologiques importants. Concernant les habitats et les espèces, les invasives ont colonisé la première année les habitats mis à nu pour être remplacés ensuite par des milieux et des espèces typiques avec la création d'une mare et l'installation d'une roselière.

Au bout de trois années de suivi, la dynamique du fleuve est redevenue partielle. Pour retrouver une dynamique plus appropriée, l'effacement total des ouvrages avec un prélèvement plus important de matériaux semble nécessaire. Cette solution s'avère pour l'heure toutefois difficile en termes d'acceptation car les riverains et certains acteurs considèrent ces épis et digues comme une protection. De nouveaux projets plus poussés dans le démantèlement des ouvrages sont en cours avec une sensibilisation accentuée des acteurs et riverains.

▼ Le cincle plongeur.



## DES DISPOSITIFS POUR LE FRANCHISSEMENT

### Le cas des poissons

Lorsque l'effacement d'un ouvrage n'est pas envisageable pour des raisons socio-économiques ou administratives, et si l'objectif est l'amélioration de la continuité pour la migration piscicole, des aménagements pour le franchissement des espèces peuvent être mis en place. Pour chaque nouveau projet, la réflexion concernant le franchissement piscicole doit se faire automatiquement à l'amont. Les installations de passes à poissons se multiplient ces dernières années sur différents obstacles à la continuité piscicole.

Toutefois, certains préalables sont nécessaires avant la mise en place du dispositif de franchissement. En effet, les caractéristiques de l'ouvrage à équiper, du cours d'eau et de l'espèce cible pour laquelle l'action est engagée, déterminent le type de dispositif à mettre en place.

La construction d'une passe à poissons représente un investissement important, environ 36 000 €/m de chute selon l'Agence de l'eau. Il s'agit donc d'équiper les ouvrages les plus néfastes pour l'espèce cible tout en pensant globalement sur l'ensemble du cours d'eau ou tronçon et de ses milieux. Dans le cadre du programme LIFE et du plan national d'actions pour l'apron, des secteurs prioritaires de restauration de la continuité écologique ont été déterminés. En Ardèche, sept ouvrages à équiper ont été recensés. En parallèle, une étude génétique sur l'impact du cloisonnement de l'apron a été réalisée mettant en relief les ouvrages les plus préjudiciables pour le développement de l'espèce et de ses populations.

### CHOISIR LE MODÈLE DE PASSE À POISSON

Chaque espèce a un comportement différent au franchissement. Plusieurs préalables pour le choix du modèle de passe à poisson sont nécessaires :

- **connaître son ou ses espèces cibles et ses besoins** : une passe à poisson doit être dimensionnée en fonction d'une ou plusieurs espèces cibles, de ses capacités de nage, de saut, de ses besoins en débit. Durant le programme Life concernant l'apron du Rhône, une étude sur les critères spécifiques de ce poisson a permis d'en savoir plus sur son comportement de franchissement d'obstacles : pas de marches, pas d'affouillement à l'entrée et à la sortie, une rugosité indispensable du fond pour que l'espèce s'abrite derrière les cailloux ;
- **connaître le fonctionnement du cours d'eau** : définir un module de cours d'eau pour caractériser un débit moyen qui permettra de dimensionner l'ouvrage de franchissement. Un débit minimum doit être préservé pour le bon fonctionnement de l'ouvrage, notamment là où la migration s'effectue. Le poisson est attiré par les débits les plus forts, le positionnement de l'ouvrage devra en tenir compte sinon il convient de recréer un débit d'attrait pour que le poisson emprunte la passe ;
- **penser à l'entretien de la passe à poissons**, éviter son comblement progressif, ôter les embâcles ;
- **réaliser un suivi très fin des travaux** : plans précis des ouvrages, réalisation de blocs témoins, test de mise en eau ;
- **penser au suivi piscicole** : un système de piégeage avec nasse ou caméra permettra de connaître l'efficacité de la passe à poisson. Le temps de collecte ou de visionnage est à prendre en compte également.

► Une rivière de contournement à macro-rugosités et plots pour casser le courant, un exemple fonctionnel de passe à poissons à Livron.



◄ Des passes à poissons adaptées au franchissement de l'obstacle par l'apron et efficaces pour l'ensemble du peuplement piscicole.



© S. Pradelle - CentRA

© M. Georget - CentRA

© M. Georget - CentRA

## Le cas des petits mammifères

Il est vrai que les ouvrages impactent prioritairement les communautés piscicoles mais pas seulement. Les petits mammifères comme la loutre ou le castor vivant et se nourrissant sur le cours d'eau sont perturbés par la fragmentation de leurs habitats. Plusieurs dispositifs existent pour favoriser le franchissement de ces obstacles par les petits mammifères.

### UN DISPOSITIF ÉCHAPPATOIRE POUR LE CASTOR AU BARRAGE DE JONS/NIÉVROZ

A Jons, le canal alimentant la centrale de Cusset a été identifié comme un piège régulier pour les castors qui deviennent prisonniers du courant ne pouvant pas remonter ce dernier. Cette situation s'avérait problématique à la fois pour ces mammifères qui dépensaient de l'énergie pour lutter contre le courant et également pour le gestionnaire du barrage qui devait arrêter le fonctionnement de la centrale.

Un partenariat entre la *FRAPNA Rhône* et *EDF* a permis l'installation en 2010 d'un dispositif permettant aux nombreux castors de s'échapper grâce à une rampe inclinée en acier installée sur le coté du canal. Quelques conditions ont dû être respectées pour garantir la compatibilité entre les besoins du gestionnaire et le passage du castor : cette rampe ne devait pas gêner la maintenance de l'ouvrage, la passe devait être immergée de 20 cm à son extrémité, des matériaux non glissants ont dû être utilisés, etc.

▲ ► Un dispositif de suivi mis en place, pour mesurer l'efficacité de l'installation, sur la commune de Jons. La présence d'animaux à sang chaud déclenche une vidéo, avec quatre relevés par an. Plus aucun castor n'a été retrouvé coincé dans le canal et deux d'entre eux ont pu être filmés, ainsi qu'une loutre !



© Framma

## Des dispositifs de dévalaison ? Le cas de l'anguille

Bien que des efforts aient été effectués afin de rétablir les montaisons, la question de la dévalaison n'a pas bénéficié de la même attention. Contrairement à la majorité des espèces de notre territoire, l'anguille descend les cours d'eau pour se reproduire, généralement en mer des Sargasses, au large du golfe du Mexique. Les civelles, quant à elles, remontent les cours d'eau pour se développer. Elles peuvent par ailleurs emprunter les passes à poissons. Toutefois, la majorité des systèmes mis en place s'avèrent inappropriés pour la descente, même les passes à anguille basées sur la capacité de reptation de l'espèce ne sont pas adaptées. Il en résulte une mortalité importante impactant grandement la reproduction de ces dernières et donc à terme ses effectifs. Selon le type de turbine (gros ou petit diamètre), la mortalité varie de 10 à 100%. Pour éviter ces problèmes de mortalité sur les individus en dévalaison, l'installation de barrières physiques par l'intermédiaire de grilles fines constitue une solution efficace. L'aménagement de turbines adaptées à la dévalaison est à l'étude.

Des travaux ont été réalisés sur l'aménagement hydro-électrique CNR de Montélimar. ►

### COMMENT FONCTIONNE LE SYSTÈME DE GRILLES FINES ?

Les anguilles ont tendance à aller au contact de la grille, voire à forcer le passage au travers. L'espacement entre les grilles doit être adapté à la taille des individus pour les arrêter efficacement. Généralement, un espacement de 15 – 20 mm est préconisé pour stopper des anguilles de plus de 50 cm.

Le biais apporté au plan de grille guide les animaux vers l'exutoire. Ici, Les conditions hydrauliques sont primordiales à son bon fonctionnement : éviter les turbulences, modérer les vitesses d'écoulement, réguler le niveau en cas de variation du débit, etc. Après le passage dans l'exutoire, les poissons sont transférés sans dommage vers l'aval par un canal ouvert ou une conduite. Les systèmes de contrôle de débit sont également utiles pour la mise hors d'eau de ces systèmes de transfert dans le cas de leur entretien.



© MVM

## LA RESTAURATION DE L'ÉQUILIBRE HYDRO-SÉDIMENTAIRE

L'intervention sur les ouvrages constituant des obstacles longitudinaux permet d'améliorer la continuité piscicole et sédimentaire. Néanmoins, pour atteindre le bon état écologique du cours d'eau, une intervention sur son fonctionnement hydromorphologique et notamment sa capacité hydraulique complètent le processus de restauration.

Un projet de renaturation du Vieux-Rhin (projet allemand IRP) vise à rétablir une protection naturelle des riverains contre les crues en rétablissant des zones alluviales inondables favorables au laminage des crues et à la reconstitution d'une forêt alluviale connectée à la nappe. Un autre projet complète ces mesures en intervenant sur le lit lui-même afin de redynamiser et diversifier les habitats aquatiques. Pour ce faire, plusieurs scénarios ont été étudiés pour retrouver un cours plus dynamique sur ce tronçon du fleuve. Le plus favorable prévoit de créer des zones d'élargissement et de réintroduire des sédiments par injection artificielle en amont et en aval sur une longueur de 12 à 25 km permettant au fleuve de retrouver une dynamique favorable à la diversité d'habitats.



© Ch. Blum

▲ **Injection expérimentale de sédiments dans le cours d'eau, sur le Vieux-Rhin, pour que celui-ci retrouve une dynamique sédimentaire.**

Une première expérimentation d'injection de sédiments a permis de confirmer que ce type de restauration ne posait pas de problème pour l'exercice des usages et la sécurité des personnes : les sédiments ont parcouru une distance moyenne de 150 mètres par an au cours des deux années de suivi où trois crues d'ampleur annuelle ont été observées. L'injection a localement affiné le substrat mais n'a pas occasionné une modification significative des formes du lit. Les réponses écologiques sont encore modérées, compte tenu de la faible ampleur géographique de l'expérimentation, mais ont été suffisantes pour motiver les acteurs à s'investir davantage dans la restauration du fleuve.

L'Yzeron restaurée au coeur de la ville d'Oullins : avant les travaux ► et après ►►

### RESTAURATION D'UN COURS D'EAU EN VILLE MOTIVÉE PAR LA LUTTE CONTRE LES INONDATIONS

Le bassin de l'Yzeron situé en périphérie de Lyon a connu une augmentation des épisodes de crues au cours des années 1980 et 1990. Le besoin d'aménager le cours d'eau pour limiter les inondations est alors apparu comme une évidence. En 1991, le *Syndicat intercommunal du bassin de l'Yzeron* a vu le jour : en plus du ralentissement dynamique des crues en amont du bassin versant à l'aide de barrages excréteurs, l'élargissement du cours d'eau sur un linéaire de 5 km est programmé dans les traversées urbaines exposées aux inondations afin de retrouver une section d'écoulement suffisante pour éviter les débordements. A l'origine basés sur des dimensionnements hydrauliques, ces aménagements répondent également aux objectifs de la DCE offrant une réelle opportunité de restauration écologique des rivières très artificialisées (création d'habitats favorables à la faune aquatique). Ainsi, dans le centre-ville d'Oullins, une voirie a été condamnée afin de retrouver un espace de fonctionnalité suffisant pour la rivière. Dans les endroits plus contraints, en particulier près des habitations, des ouvrages de protection ont été mis en place sous la forme de digues en génie civil. L'originalité du projet est de concilier la protection des personnes et des biens et la restauration environnementale et paysagère de la rivière qui permet une réappropriation du milieu par les riverains qui se sentent à la fois protégés et retrouvent un cadre de vie agréable.



© Sogyr



## La concertation : une étape nécessaire

La concertation est une étape essentielle au bon déroulement d'un projet, que ce soit un effacement d'ouvrages, la mise en place de dispositifs de franchissement ou la restauration du lit du cours d'eau. La prise en compte à l'amont du projet des acteurs du territoire, notamment les propriétaires (les ouvrages sont généralement des biens privés), mais aussi des usagers comme les pêcheurs, permet d'identifier les attentes de chacun et d'intégrer le projet dans son paysage culturel environnant.

Au-delà d'une concertation spécifique pour le montage d'un projet local, l'élaboration de documents de planification d'importance font appel à des instances plus institutionnelles comme le SAGE avec sa CLE (Commission locale sur l'eau).



© F. Didier - CemBA

## La recharge sédimentaire, une première solution

Pour répondre à la diminution du transport solide et à la modification associée des habitats benthiques et riverains, la recharge sédimentaire par l'injection mécanique de sédiments dans le cours d'eau constitue une alternative qui tend à se répandre.

C'est le choix qui a été fait sur la basse vallée de l'Ain, compte tenu de son déficit sédimentaire important, évalué à 15 000 m<sup>3</sup>/an et de l'incapacité de la rivière à le faire elle-même.

Ce déficit est à l'origine d'une stabilisation progressive des bancs limitant les possibilités de régénération des saulaies pionnières, suite à l'absence de remobilisation des sédiments par les crues.

### LA RECHARGE SÉDIMENTAIRE ET SON COÛT

Les bénéfices de la recharge sédimentaire dans un cours d'eau ne sont plus à prouver. Il est d'ailleurs souvent plus judicieux financièrement et écologiquement d'envisager ces mesures à l'aval des barrages plutôt que le relèvement de débits morphogènes.

Afin de minimiser l'empreinte carbone, il est judicieux de solliciter des ressources proches pour éviter les nombreux convois de camions.

### LA CLE D'UN SAGE : PARLEMENT DE L'EAU À L'ÉCHELLE DU BASSIN

Commission administrative sans personnalité juridique propre, elle organise et gère l'ensemble de la procédure d'élaboration, de consultation puis de mise en œuvre. Composée des élus de la collectivité, des usagers, associations ainsi que de l'Etat et de ses services, elle constitue en outre le lieu privilégié de la concertation, du débat, de la mobilisation et de la prise de décisions. La CLE étant une instance de concertation n'a pas de capacité exécutive, elle s'appuie donc sur une structure porteuse qui assure l'animation ainsi que la maîtrise d'ouvrage pour des missions spécifiques.

### ▼ Recharge sédimentaire sur la rivière d'Ain.



© CemBA

### LA RECHARGE SÉDIMENTAIRE SUR LA BASSE VALLÉE DE L'AIN

Dans le cadre du programme LIFE, le creusement des lônes sur le tronçon affecté par le déficit sédimentaire a permis de disposer d'alluvions grossières alors mises à disposition du lit afin de maintenir le transit sédimentaire et limiter la dégradation des écosystèmes en aval. Plus de 90 000 m<sup>3</sup> de graviers ont été ainsi déposés sur des bancs de convexité proches. Au bout de quelques années, cette recharge sédimentaire a constitué un réel bénéfice pour la rivière d'un point de vue physique : les matériaux ont été rapidement remobilisés pour se répartir sur toute la largeur du lit et recréer des habitats benthiques de qualité.

Ces retours positifs permettent d'envisager un programme plus ambitieux d'injections tout en reconnectant la plaine alluviale très asséchée.

## OUVRIR LE PASSAGE AUX SÉDIMENTS

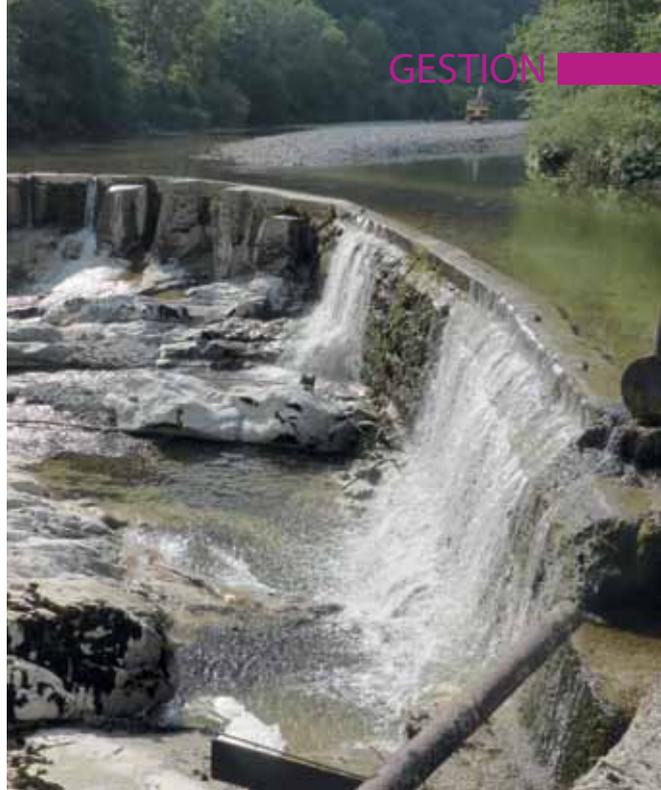
La mise en place de vannes de fond peut constituer une solution permettant de réactiver le transit sédimentaire lorsque les conditions hydrauliques le permettent et que l'apport de sédiments est encore effectif. C'est le cas pour le seuil de Banges sur le Chéran où deux vannes de fond sont installées.

Datant de 1940, l'aménagement s'engraissait (environ 25 000 m<sup>3</sup>/an) entraînant à la fois une perte de production (obstacle à la prise d'eau), un exhaussement du lit en amont et le creusement à l'aval ainsi que la disparition d'habitats propices au développement des poissons. Le curage du canal d'amenée d'eau a été expérimenté mais s'avérait peu soutenable dans le temps, défilé à la moindre crue et relativement coûteux.

### Seuil de Banges : un classement ROE suivi d'actions positives

Le classement du seuil au *référentiel des obstacles à l'écoulement* qui impose une mise en conformité et permet d'obtenir des aides à hauteur de 50% a fini par convaincre l'exploitant à engager une réflexion sur le sujet. Accompagné des services de l'Etat (DDT et ONEMA) et soutenu par le *Syndicat mixte interdépartemental d'aménagement du Chéran*, un bureau d'études hydrauliques a été ainsi mandaté pour solutionner le problème et concilier les enjeux économiques et environnementaux. L'équipement de deux vannes de décharge automatisées a été choisi. Les travaux sont actuellement en cours. La gestion de ces vannes est également à l'étude pour être au plus près du fonctionnement de la rivière.

Un suivi technique est effectué sur un an pour étudier le comportement de la rivière avec ce nouvel aménagement et déterminer le débit minimal pour actionner les vannes. Une échelle limnimétrique sera positionnée en aval du seuil pour aider à la décision.



© Hydrotech

► Le seuil de Banges sur le Chéran.

## RETROUVER UNE DYNAMIQUE AUTOUR DES COURS D'EAU

La préservation ou la restauration de l'espace de bon fonctionnement des cours d'eau dans l'espace et le temps est un enjeu important pour la gestion globale et équilibrée des corridors fluviaux. Plusieurs outils présentés ci-après contribuent à cet objectif.

### La maîtrise foncière de l'espace de bon fonctionnement

La maîtrise foncière est une possibilité d'action efficace pour préserver des milieux liés au cours d'eau non soumis à un régime de protection réglementaire particulier. Pour la restauration, l'expérience montre que, dans la majorité des cas, l'espace attribué à la rivière est trop faible pour engager des actions ambitieuses, ce qui conduit souvent à restreindre les objectifs du projet. Pour ne pas s'autocensurer et mener les actions de restauration nécessaires, il peut être opportun pour le maître d'ouvrage d'avoir recours à la maîtrise foncière des abords du cours d'eau. L'acquisition de zones à risque, de zones d'érosion, peut être une solution pour éviter le conflit avec le propriétaire. Divers systèmes de contractualisation peuvent aussi être mis à profit, souvent de manière plus souple et rapide.

Pour plus de détails sur l'animation foncière voir le cahier technique sur cette thématique.

#### ➤ À LIRE

Un guide technique du SDAGE Rhône Méditerranée propose une méthodologie pour définir et cartographier l'espace de mobilité d'un cours d'eau. Plusieurs approches sont présentées. Elles aboutissent à trois espaces de mobilité emboîtés prenant graduellement en compte le fonctionnement récent et les contraintes anthropiques actuelles du cours d'eau. Les méthodologies disposent d'un degré de précision adapté à chaque contexte. Une grille d'analyse liste les approches possibles en fonction des enjeux et des problèmes identifiés.

### L'ABAISSMENT DE LA NAPPE ALLUVIALE ?

Certains travaux visent à abaisser altimétriquement la plaine alluviale pour permettre de bien connecter les peuplements au chenal. C'est un enjeu qui se pose par exemple pour la restauration du canal de Miribel, en amont de Lyon. C'est aussi l'enjeu du programme IRP sur le Rhin (évoqué page 19). Le gravier peut être commercialisé et partiellement réintroduit dans le cours d'eau pour favoriser le transport solide et financer des opérations de restauration ambitieuses. La Région Alsace porte une étude économique sur la faisabilité d'une telle opération de recharge sédimentaire couplée à une optimisation de production de matériaux. Une solution gagnant/gagnant !

## ACQUISITION À L'AMIABLE DE ZONES ÉRODABLES DANS L'ALLIER

L'Allier présente sur 260 km une dynamique fluviale active avec des érosions de berge à l'origine de la formation et la migration de méandres. Ce potentiel de mobilité est réduit par de nombreuses protections de berges bloquant la divagation de la rivière et altérant le fonctionnement général de l'hydrosystème. Pour inciter la mise en place d'actions de préservation ou de restauration et contribuer également à l'élaboration du SAGE Allier aval, un inventaire des protections de berges et zones d'érosion a été réalisé : 790 ouvrages recensés pour un linéaire de 120 km soit 23 % du linéaire, 203 zones d'érosion identifiées.

A partir de ce diagnostic, les Conservatoires d'espaces naturels d'Allier et d'Auvergne ont établi un programme pluriannuel d'achat en définissant des zones prioritaires d'intervention : zones érodables à 50 ans et dans l'espace optimum de mobilité qui a résulté du croisement du cadastre et des enjeux socio-économiques. Un partenariat avec la SAFER a permis d'identifier les propriétaires et de mieux connaître le contexte local.

Un premier contact téléphonique est conduit pour informer et sensibiliser le propriétaire, puis une prise de rendez-vous pour discuter à l'amiable de la vente des parcelles. L'expérience de plusieurs années d'intervention des Cen sur le territoire a été facilitateur dans l'acquisition qui s'est prioritairement portée sur des ensembles de propriétés privées cohérentes. Les baux emphytéotiques ont été privilégiés sur les propriétés publiques. Résultat : 40 hectares acquis dans l'Allier et 80 hectares sur la Loire après un travail similaire de définition des zones d'enjeux.

## De l'amiable à l'expropriation

Les politiques sont variables selon le contexte, les besoins d'intervention et l'identité du maître d'ouvrage. Sur l'Allier (cf encadré) l'acquisition s'est faite essentiellement à l'amiable. Sur l'Arve, la méthode a utilisé plusieurs outils.

En effet, dans le cadre du contrat de rivière Arve, le foncier constituait une thématique et un objectif sous-jacent à l'ensemble des actions prévues. Ainsi, 270 hectares ont été acquis sur des zones qui ont été identifiées au préalable pour la lutte contre les inondations, pour la préservation de l'espace de mobilité et du bon fonctionnement de la rivière en lien avec la restauration de la dynamique alluviale mais aussi pour garantir l'accès aux chantiers, à la surveillance et l'entretien des berges.

La négociation à l'amiable a permis d'acquérir une majeure partie des parcelles. Mais quand les propriétaires n'étaient soit pas satisfaits du prix, soit étaient attachés à leurs biens refusant de le vendre, l'expropriation, dans le cadre d'une déclaration d'utilité publique, a été un choix pour venir à bout de l'acquisition et accélérer le processus.



© Cen Allier

▲ La rivière d'Allier et ses berges érodables.

▼ L'Arve. Des parcelles acquises.

L'animation foncière notamment l'acquisition de parcelles constitue un préalable à tout projet de restauration ou de préservation. Elle a permis de manière générale au syndicat de réaliser des travaux hydrauliques pour la protection des inondations ou de préserver des espaces sensibles.



© SMA

## UN ESPACE DE MOBILITÉ VARIABLE

Des cas concrets ont montré les limites de la délimitation de l'espace de mobilité : un terrain de football n'avait pas été pointé comme enjeu lors de la démarche de définition de l'espace de mobilité de la rivière. Il était menacé par la rivière érodant ses berges. Un enrochement a dû être mis en place afin de protéger l'installation et la berge opposée a été redynamisée. La définition d'un espace de liberté permet de limiter les pressions et la multiplication des enjeux en bord de rivière. Mais lorsque ceux-ci existent, leur protection est toujours délicate et coûteuse.

## DU NOUVEAU POUR LE BROCHET EN SAÔNE

Les capacités de frai du brochet sur la Saône sont soumises à rude épreuve depuis la perte progressive en prairies inondables et la déconnection du lit mineur. Face à ces difficultés, deux projets ont émergé ces dernières années, associant divers partenaires :

- **L'amélioration de la fonctionnalité d'une frayère existante** sur Saint-Georges-de-Reneins, en 2014. L'objectif : renforcer la submersion du site et sa connexion avec la Saône sur un ancien bassin de pisciculture, potentiellement favorable à la reproduction du brochet. Les opérations, portées par la *Fédération de pêche du Rhône* avec le *Cen Rhône-Alpes*, ont nécessité du terrassement, l'obtention préalable d'une autorisation relative à la loi sur l'eau et à la réglementation sur les espèces protégées. Les matériaux extraits ont été valorisés dans l'amélioration de la qualité du milieu sur un site tout proche ;
- **la création d'une nouvelle frayère en site agricole** à Quincieux. La *Fédération de pêche du Rhône*, avec l'implication des pêcheurs et chasseurs locaux, a travaillé avec l'exploitant agricole des parcelles pour transformer un champ de maïs de 2,6 ha en prairie inondable, après terrassement, semis et plantations. Un gros travail a été mené pour améliorer la gestion des vannes et favoriser la continuité écologique latérale en période de crue. La parcelle a également été ceinturée d'une haie permettant la filtration des polluants et favorisant la faune terrestre. Cette action a bénéficié d'un large soutien car elle permettait également d'améliorer la protection d'un champ de captage d'eau potable. Elle se situe donc au carrefour des enjeux d'eau potable, de zones humides, de préservation des populations piscicoles et de la faune terrestre et de restauration des champs d'expansion des crues.

## + DÉMARCHES ADMINISTRATIVES

Tous les projets touchant la modification de l'écoulement ou l'installation d'ouvrages ou plus généralement l'aménagement d'un cours d'eau sont soumis à des contraintes réglementaires :

- **La déclaration d'intérêt général (DIG)** permet à un maître d'ouvrage public d'entreprendre l'étude, l'exécution et l'exploitation de tous travaux, actions, ouvrages ou installations présentant un caractère d'intérêt général ou d'urgence. C'est aussi la possibilité d'utiliser des fonds publics en terrains privés et de pénétrer sur les propriétés privées riveraines des cours d'eau.
- **L'élaboration d'un dossier loi sur l'eau**, de demande d'autorisation ou de déclaration, au titre des articles L214-1 à L.214-6 du code de l'environnement, est nécessaire lorsqu'un projet a un impact direct ou indirect sur le milieu aquatique. L'objectif est de préserver la ressource en eau (qualité et quantité).
- Dans le cas d'un site Natura 2000, **un dossier d'évaluation d'incidences** doit être présenté par le porteur du projet. L'objectif est de vérifier la compatibilité d'une activité avec les objectifs de conservation du site, de déterminer si le projet a un effet significatif sur les habitats et les espèces ayant justifié la désignation du site.
- Dans le cas d'espèces protégées, **un dossier d'instruction au Conseil national de la protection de la nature** est nécessaire.

## Une prise en compte nécessaire dans les SCOT et PLU

Pour une meilleure gestion et protection de l'espace de mobilité, son inscription aux documents d'urbanisme est garante d'une certaine pérennité. L'inscription au SCOT de l'espace de mobilité sur la rivière d'Ain en est une illustration : Il est défini en 1999 dans le cadre du SAGE avec comme principal enjeu la restauration de la dynamique fluviale. Une analyse diachronique s'appuie sur le fait de retrouver le maximum de liberté avec le croisement d'enjeux particuliers tels que des ponts, des voies ferrées, etc. Un travail au sein de la *Commission locale sur l'eau* et une consultation des communes ont été menés en parallèle. Les plans locaux d'urbanisme ont été mis à jour au fur et à mesure de leur révision reconnaissant l'espace de mobilité de la rivière. Sa retranscription est variable : généralement en zone N (naturelle ou boisée) ou A (agricole). L'espace est alors préservé de toute construction ou projet d'aménagement et laisse libre cours à la dynamique de la rivière.

## + LA RECHERCHE AVANCE

Le suivi des effets de la restauration des îlots a démontré que la durée de connexion des bras et leurs caractéristiques hydrauliques jouent un rôle déterminant sur la composition des peuplements de macro-invertébrés. Chaque type de îlot dispose ainsi de son propre cortège d'espèces. Ainsi, la caractérisation des macro-invertébrés combinée à des mesures hydrauliques peuvent maintenant aider à définir les modalités de restauration écologiques des îlots en définissant précisément les travaux nécessaires pour obtenir le niveau de connexion désiré. Ce type de recherche est coordonné au niveau du bassin du Rhône par la ZABR (*Zone atelier bassin du Rhône*) et notamment sur le fleuve Rhône dans le cadre de l'OHM (*Observatoire Homme Milieux*) Vallée du Rhône.

Pour en savoir plus : <http://www.graie.org/zabr> ou <http://ohm-vr.org/>

▼ L'espace de mobilité de l'Ain.



© Ch. Monneret



Les travaux sur la Lemme.

◀ avant et après.

## Des travaux de restauration de zones humides et de reméandrage du cours d'eau

L'amélioration de la continuité d'un cours d'eau dans sa dimension latérale mais également verticale peut comprendre la restauration de milieux naturels connectés à leur lit majeur. Ces milieux sont indissociables du cours d'eau par leur rôle de stockage en eau, d'alimentation et de refuge pour les espèces. Une intervention sur ces derniers fait ainsi partie des solutions d'amélioration de la continuité.

La Lemme, petite rivière des plateaux jurassiens, a connu de nombreuses modifications au cours des derniers siècles : le lit autrefois sinueux a été chenalisé, des seuils ont été montés, de nombreux fossés ont été creusés dans une optique d'assainissement des zones humides qu'elle traverse. Cette dégradation a entraîné la régression des peuplements de truite fario et de nombreuses autres espèces typiques de la tête de bassin versant ainsi que l'assèchement et l'embroussaillage des zones humides. Pour remédier à cet état, le *Parc naturel régional du Haut-Jura*, en partenariat avec l'*Agence de l'eau* et les acteurs locaux notamment les pêcheurs, a mené une opération ambitieuse de restauration portant à la fois sur le cours d'eau et ses zones humides adjacentes, dans l'objectif de rendre à la rivière un fonctionnement naturel.

### LA RENATURATION DE PEUPLERAIES PAR VNF

*Voies navigables de France* mène plusieurs opérations de restauration de peupleraies sur les francs bords de Saône, planifiées dans le contrat de vallée inondable et en partie avec l'appui de l'*Agence de l'eau RMC*. L'enjeu est dans un premier temps de sécuriser l'espace, le bois de peuplier étant cassant. Dans un second temps et après abattage des arbres, il s'agit de restaurer la morphologie des lieux à travers la valorisation de prairies inondables, entretenues ensuite par une convention de pâturage avec un éleveur. Il s'agit aussi de redonner vie à une frayère à brochet, après reprofilage et travail sur l'alimentation en eau.



### DES TRAVAUX SUR LA LEMME

Le projet est issu d'une analyse des données historiques avec des relevés topographiques de hautes précisions issues d'un levé Lidar et validés par des calculs hydrauliques. A proximité de deux vastes zones humides, le tracé du lit de la rivière a été recalibré pour rétablir les échanges entre le cours d'eau et les zones humides. Ainsi, 2 500 mètres de rivière ont été reméandrés pour atteindre un linéaire de 4 800 mètres. Une attention particulière a été portée à la diversification des substrats afin de favoriser le frai des truites. En parallèle, les matériaux extraits lors du recalibrage ont été utilisés pour combler les fossés qui drainaient la tourbière. Afin d'améliorer le continuum entre les deux sites, 4 seuils ont été effacés. Un important programme d'information a concerné l'école située à proximité et des riverains. Les résultats de ces opérations ne se sont pas fait attendre : des populations de truite fario ont rapidement colonisé le cours d'eau et des plantes remarquables sont réapparues dans le marais.

La réhabilitation d'une gravière en bord de Saône.

▼ La société Vicat a choisi d'épandre un foin issu d'un marais proche pour réensemencer le site en espèces autochtones.



◀ Restauration d'une peupleraie sur la île du Breuil, à Gergy (Saône-et-Loire) avec abattage des arbres puis reprofilage du terrain : 3,5 ha ainsi remis en prairie avec un coût d'abattage d'environ 25 K€ pour 340 arbres.

## Augmenter les débits réservés et restaurer la connectivité latérale : le cas du Vieux-Rhône

Suite à la crue du Rhône en 1990, un important programme de réhabilitation écologique, porté par CNR, a été mis en œuvre sur le secteur amont du fleuve, rassemblant 28 communes riveraines et mobilisant un budget de 22 millions d'euros.

Une des mesures principales de ce programme a été la reconnexion de 23 lônes représentant un linéaire cumulé de 10 km combinée à une augmentation du débit réservé avec pour ambition de redonner au fleuve son aspect plus courant. Un état des lieux avant travaux a été dressé afin de réaliser les travaux nécessaires en fonction du type de lône et aussi d'évaluer les effets écologiques de la restauration. L'objectif est de recréer des lônes ayant des fonctionnements hydrauliques et hydro-géologiques les plus différenciés afin de maximiser les conditions d'habitats à l'échelle de chacun des tronçons d'intervention, ces derniers sont délimités par les barrages.

Ainsi sur ces tronçons, une diversité fonctionnelle a été recherchée, certaines lônes étant connectées en aval, d'autres connectées aux deux extrémités, et certaines complètement déconnectées.



© SHF

▲ Les travaux menés par le Syndicat du Haut-Rhône sur une lône.



### Qu'en est-il aujourd'hui ?

Recreusées, ces lônes bénéficient de suivis scientifiques pour évaluer les bénéfices potentiels du programme de restauration. De manière générale, les augmentations des débits réservés ont entraîné des augmentations de hauteurs et de profondeur moyenne importantes ainsi que de vitesses d'écoulement.

Le suivi hydromorphologique de ces lônes a montré que les travaux ont avant tout rajeuni les formes sans pour autant modifier le fonctionnement hydro-sédimentaire des bras. En outre, ces opérations ont favorisé des espèces de poissons d'eaux courantes (vandoise, hotu, barbeau, ombre commun) et des taxons de macro-invertébrés plus caractéristiques des grands cours d'eau. Par ailleurs, une plus grande diversité des communautés de macro-invertébrés est également constatée en lien avec la nouvelle diversité. Des réponses écologiques fortes sont constatées dans les secteurs où les débits ont été fortement augmentés et une diversité de lônes est présente. C'est le cas sur Pierre-Bénite et sur la Chautagne.

Pour plus d'informations sur la restauration des lônes, consulter le cahier technique des annexes fluviales.



© O. Norotte

◀ La lône de Jassans-Riottier. La restauration par terrassement d'un bras "mort" de la Saône en 2007 et une vue du même bras devenu fonctionnel deux ans plus tard.



© O. Norotte

▼ Le petit gravelot.



### QU'EN EST-IL SUR LA SAÔNE ?

Les lônes sont sujettes à une forte sédimentation qui obture les connexions avec le chenal principal. Des interventions sont nécessaires pour améliorer leur fonctionnalité. Ainsi, *Voies navigables de France* a porté des actions de restauration sur plusieurs lônes dont celles d'Uchizy et de Jassans.

Plusieurs principes ont guidé leurs actions :

- le besoin de réouvrir le milieu par abattage d'arbres (notamment de la peupleraie) ;
- le terrassement de points bas pour permettre de conserver un niveau d'eau favorable pour le frai des poissons et des réalisations de chenaux (connexions hydrauliques entre différents points de la lône) ;
- le terrassement de la connexion avec la Saône pour garantir un niveau d'eau suffisant en période de frai des poissons et éviter qu'ils ne se retrouvent bloqués dans la lône ;
- les aménagements et plantations avec des espèces adaptées : roselière pour le frai, ensemencement et plantations d'espèces ligneuses adaptées pour l'ombrage et lutter contre les espèces invasives.

Ces travaux ont dû se faire hors crues et les abattages d'arbres se caler entre la reproduction des oiseaux et l'hivernation des chauves-souris.

L'évolution de la Durance.

▼ Entre 1997 (début du programme de restauration) et 2013, le lit actif de la Durance est passé d'une largeur moyenne de 240 à 350 m sur les 4 km de rivière concernés, soit une augmentation de 50 hectares, plus de 40 %.

## Le recul de digues, l'élargissement de l'espace de fonctionnalité

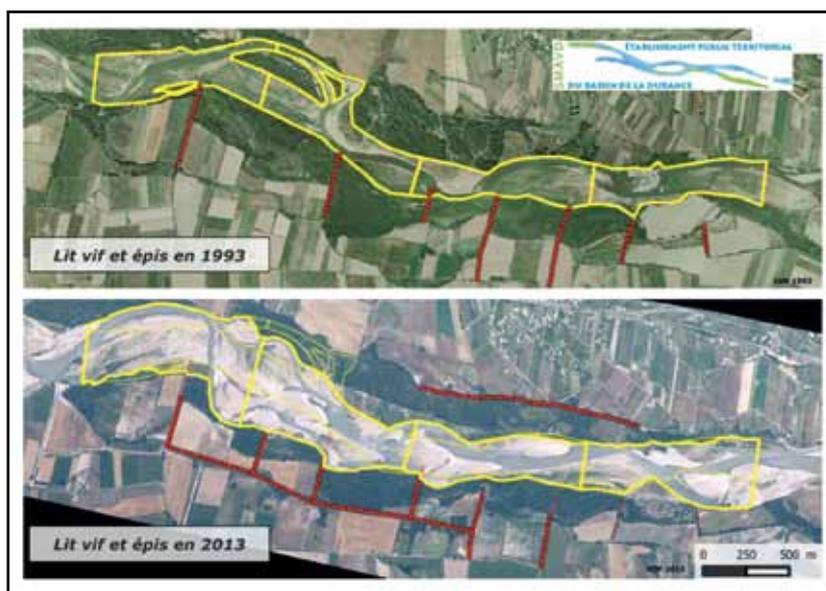
Le recul de digues s'avère une solution efficace pour la reconquête de l'espace latéral du cours d'eau profitant ainsi à la biodiversité qui en dépend.

La Durance est une rivière dynamique caractérisée par son lit en tresse et des milieux adaptés à ces conditions particulières. Elle a été profondément marquée par de nombreux aménagements notamment le barrage de Serre-Ponçon et le canal EDF mais aussi de multiples épis perturbant son fonctionnement naturel. Les crues de 1994 ont par ailleurs révélé les dangers induits par les profondes transformations du lit mineur causant d'importants dommages. Les collectivités territoriales riveraines regroupées au sein du *Syndicat mixte d'aménagement de la vallée de la Durance* ont ainsi souhaité redonner à la Durance sa juste place dans sa vallée et cela en particulier à travers le contrat de rivière du val de Durance.

### Les objectifs du contrat

Le premier est de rendre à la rivière un espace de mobilité et de bon fonctionnement suffisant, tout en protégeant les activités humaines présentes dans le lit majeur. Cette « reconquête » a débuté dès la fin des années 1990 par la mise en œuvre d'un important programme de restauration consistant au recul et l'arasement partiel ou total d'une dizaine d'épis.

Le secteur de la Roque d'Anthéron a fait partie de la première tranche de réalisation et montre des résultats significatifs suite aux travaux effectués.



### Un bénéfice réciproque

Cette reconquête partielle de l'espace de mobilité par divagation latérale est aussi un gain net pour les habitats typiques de la rivière en tresse qui, du fait de cette mobilité retrouvée, s'expriment sous forme de mosaïques mobiles favorables à de nombreuses espèces patrimoniales telles le petit gravelot ou le corisperme de France.

Il convient également de noter que ce programme est intervenu dans une conjoncture hydrologique particulièrement favorable, marquée par de fréquents épisodes de crues morphogènes. En parallèle, des négociations avec le gestionnaire des principaux barrages de la rivière ont été menées pour la mise en transparence de ces derniers lors des crues afin de favoriser un meilleur transit sédimentaire. Aujourd'hui, cet important programme de restauration de l'espace de mobilité se poursuit.

## Augmenter la continuité en berges anthropisées

Les digues présentes le long des cours d'eau, malgré leur nature ordinaire, représentent des corridors écologiques pour les espèces permettant de relier des réservoirs biologiques. La gestion de ces ouvrages est alors primordiale.

Sur le Haut-Rhône, outre la récupération de terres pâturables, les digues CNR sont pâturées par des troupeaux de moutons. Cette gestion permet de maintenir une surface enherbée, de limiter le développement d'arbres et d'espèces envahissantes et de maintenir une mosaïque d'habitats.

## Travailler avec les continuités verticales ?

Celles-ci ne ressortent guère dans les exemples cités, n'étant en général pas l'objectif principal de chaque projet. Les échanges nécessaires avec la nappe sont favorisés dans la plupart des projets.

Toutefois, il serait intéressant de suivre les effets de tels programmes sur la nappe et la qualité de l'eau. Ce type d'observation est actuellement mené sur la rivière d'Ain, suite à la recharge sédimentaire du cours d'eau, pour mesurer les effets des actions sur la zone hyporhéique. Une affaire à suivre !

### RIVIÈRE RHONE-ALPES, UN RÉSEAU DE PROFESSIONNELS

L'association Rivière Rhône-Alpes anime un réseau d'acteurs des milieux aquatiques et de l'eau. L'enjeu est de favoriser la connaissance et l'échange entre professionnels et, par ce biais, améliorer l'état des milieux aquatiques.

Un forum de discussion permet à chacun de trouver des réponses à ses questions, des témoignages qui peuvent ainsi compléter les propos tenus dans ce cahier technique. Plusieurs personnes de ce réseau ont d'ailleurs porté leur concours à l'élaboration du présent document, convaincus de l'intérêt commun de créer les passerelles nécessaires entre praticiens.

<http://www.riviererhonealpes.org/>



© P. Gadiot - SMRICA

## BIBLIOGRAPHIE

**Georget M**, 2010. *Les passes à poissons adaptées à l'Apron du Rhône, conception et retour d'expériences.*

**Datry T. et al.** 2008. *La zone hyporhéique, une composante à ne pas négliger dans l'état des lieux et la restauration des cours d'eau.*

**Castella E et al**, 2009. *Les communautés de macroinvertébrés de 18 lônes du Haut-Rhône dans les secteurs de Belley et Brégnier-Cordon.*

**Boyer M**, 2009. *Une nouvelle technique d'éradication mécanique des Renouées du Japon attestée avec succès au bord de l'Ain et de l'Isère.* Ingénieries n°57-58 - pages 17 à 31.

**Onema**, 2012. *De la qualité des milieux aquatiques dépendent de nombreux services rendus à la société.*

**Bouni Ch**, 2014. *Comment développer un projet ambitieux de restauration d'un cours d'eau.* ONEMA - 28 pages.

**Vecchio Y**, 2011. *La révision des classements de protection des cours d'eau, un outil en faveur du bon état écologique et de la biodiversité - ONEMA.*

**Gaydou P**, 2013. Rapport de synthèse. *Schéma directeur de réactivation de la dynamique fluviale des marges du Rhône.* Observatoire des sédiments.

**Olivier J-M. et al**, 2014. *Suivi scientifique du programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône.* Synthèse.

**ARRA/LPO Rhône-Alpes**, 2014. *Gestion des milieux aquatiques et préservation de la faune.* Colloque. A télécharger sur : <http://rhone-alpes.lpo.fr/actions/colloques-et-seminaires/seminaire-gestion-des-milieux/>



▲ Le guide méthodologique pour la définition de l'espace de mobilité. A venir en 2016 : le guide technique de définition de l'espace de bon fonctionnement.

### TROIS SITE À CONSULTER :

<http://www.onema.fr/Preserver-et-restaurer-l-hydromorphologie-et-la-continuite-des-cours-d-eau>

<http://www.eaurmc.fr/aides-et-redevances/aides-pour-le-bassin-rhone-mediterranee/preserver-et-restaurer-les-milieux-aquatiques/restaurer-la-qualite-physique-des-milieux-aquatiques.html>

<http://www.planrhone.fr>

## L'ENJEU DE CE CAHIER TECHNIQUE

Les continuités écologiques sont maintenant au cœur des préoccupations environnementales, avec le développement de nouvelles politiques sur la trame verte et bleue et une prise en compte dans les documents de planification qui incite les acteurs de l'aménagement du territoire à raisonner de manière plus globale.

Le *Conservatoire d'espaces naturels Rhône-Alpes* soutenu par l'*Agence de l'Eau* et la *Région Rhône-Alpes* a ainsi pris l'initiative de rassembler dans cet ouvrage expériences et analyses qui préoccupent les gestionnaires de cours d'eau et de leurs abords, qu'ils soient collectivités ou concessionnaires d'infrastructures. La *Compagnie nationale du Rhône* et *Électricité de France* se sont fortement impliqués dans la réflexion, ainsi que divers opérateurs autour de l'association *Rivière Rhône-Alpes*.

L'enjeu est de tirer parti des retours d'expériences afin de mutualiser les savoir-faire et apporter à chacun les moyens de faire mieux en matière de préservation et de gestion des fonctionnalités des cours d'eau.

Ce cahier technique vise l'ensemble des personnes intervenant sur les cours d'eau : les gestionnaires, les collectivités locales, les associations, les concessionnaires privés, les services de l'Etat et même les riverains. Pour répondre à une diversité de regards, un comité de rédaction d'une quinzaine de personnes a été mis en place.

## L'AUTEUR



### Le Cen Rhône-Alpes

a animé la première phase du volet biodiversité du *plan Rhône* et oeuvre notamment pour retrouver des cours d'eau dynamiques, en appui aux collectivités locales.

### Kristell Clary,

jeune écologue, a apporté, durant son travail au Cen, un regard neuf et transversal sur cette problématique de maintien d'une continuité d'espaces naturels le long des cours d'eau, croisant subtilement les données issues de la recherche avec celles remontant des expériences de terrain.

AUTOMNE 2015