



Pourquoi rétablir la continuité écologique des cours d'eau ?



Sommaire

6 ■■■ Plus de 60 000 seuils et barrages sur les cours d'eau en France

- Le référentiel des obstacles à l'écoulement : mieux connaître les obstacles et évaluer leurs impacts

8 ■■■ Une entrave à la continuité écologique

- Des écoulements et un régime hydrologique fortement modifiés
- Des sédiments immobilisés à l'amont de l'ouvrage
- La mobilité des espèces et l'accès à leurs habitats restreints, voire condamnés

12 ■■■ Un contexte réglementaire à l'origine d'intervention de restauration des milieux aquatiques

- Atteindre le bon état des eaux d'ici 2015 : une forte ambition nationale et un objectif fixé par une directive européenne
- Sécuriser les ouvrages hydrauliques : un impératif du code de l'environnement

14 ■■■ Améliorer ou rétablir la continuité écologique : des solutions pour agir

- Effacer les ouvrages
- Abaisser les ouvrages
- Ouvrir les vannes
- Installer des dispositifs de franchissement
- Ne pas intervenir

19 ■■■ Quand la rivière retrouve sa continuité

- Le retour à un écoulement et à un régime hydrologique naturel
- Le rétablissement du transport des matériaux
- Des habitats redevenus accessibles aux organismes vivants

23 ■■■ D'autres avantages issus de ces interventions

- L'amélioration de la pratique des sports d'eaux vives
- La reconquête des terrains libérés par la retenue
- La reconquête des berges de la rivière pour des chemins de randonnées
- Le renouveau d'une pêche amateur sportive

26 ■■■ Glossaire



Liste des exemples illustrant l'amélioration du rétablissement de la continuité écologique

- 1 ■ Effacement du barrage de Fatou sur la Beume (Haute-Loire) - 2007
- 2 ■ Abaissement du seuil du moulin de Régereau sur le Vicoïn (Mayenne) - 2009
- 3 ■ Gestion coordonnée des ouvrages de vannage sur l'Oudon (Mayenne et Maine-et-Loire) - 2008
- 4 ■ Ouverture des vannes de plusieurs ouvrages sur la Vence (Ardennes) - 2004
- 5 ■ Effondrement du seuil de Vecoux sur la Moselle amont (Vosges) - 2000
- 6 ■ Etude globale d'aménagements d'ouvrages sur la Sèvre nantaise (Vendée et Deux-Sèvres) - 2005
- 7 ■ Ouverture d'un seuil sur l'Aume (Charente) - 2008
- 8 ■ Effacement du seuil de Cussy sur le ruisseau de la Maria (Nièvre) - 2004
- 9 ■ Effacements et abaissements de seuils sur le Vicoïn (Mayenne) - 2008
- 10 ■ Effacement du barrage de Maisons-Rouges sur la Vienne (Indre-et-Loire) - 1998
- 11 ■ Effacement d'un seuil sur la Corrèze (Corrèze) - 2008
- 12 ■ Effacement du barrage de Kernansquillec sur le Léguer (Côtes d'Armor) - 1996
- 13 ■ Effacement du barrage de Kernansquillec sur le Léguer (Côtes d'Armor) - 1996
- 14 ■ Effacement du seuil du Moulin du Viard sur l'Orne (Calvados) - 1997

Introduction

En France, plus de 60 000 ouvrages¹ – barrages, écluses, seuils, moulins - ont été recensés sur les cours d'eau et sont potentiellement des obstacles à la continuité écologique. La directive cadre européenne (DCE), la loi sur l'eau de décembre 2006, le plan national de gestion pour l'anguille² et aujourd'hui la loi Grenelle 1 du 3 août 2009 avec son objectif de mise en place d'une « trame verte et bleue », convergent vers la nécessité d'assurer la continuité biologique entre les grands ensembles naturels et dans les milieux aquatiques. Concrètement, ces textes réglementaires nous conduisent collectivement à augmenter les efforts et à démultiplier les actions en faveur de la restauration de la continuité écologique des cours d'eau. L'objectif ambitieux est le retour au bon état écologique des eaux d'ici à 2015 pour au moins deux tiers des masses d'eau.

Qu'est ce que la continuité écologique ?

Notion introduite en 2000 par la directive cadre sur l'eau, la continuité écologique d'un cours d'eau est définie comme la libre circulation des organismes vivants et leur accès aux zones indispensables à leur 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, notamment latérales, et conditions hydrologiques favorables)³.

© Onema



Ouvrage sur la Maria (Nièvre)

conçu pour l'alimentation en eau potable en 1932 mais abandonné 20 ans plus tard. Cet obstacle a été effacé en 2004.

1- Données du référentiel national des obstacles à l'écoulement version de mars 2010

2- Plan adopté par la France en décembre 2008 conformément à la mise en œuvre du règlement européen R(CE) n° 1100/2007 identifiant 1555 ouvrages prioritaires

3- Article R214-109 du code de l'environnement définissant un obstacle à la continuité écologique

Plus de 60 000 seuils et barrages sur les cours d'eau en France

Depuis l'antiquité, les hommes ont construit des seuils et des barrages dans les rivières pour produire de l'énergie, rendre possible la navigation, prélever et transporter de l'eau pour la consommer ou pour irriguer ou encore créer des étangs de pisciculture. En France, les rivières ont ainsi été marquées par l'aménagement de très nombreux ouvrages, essentiellement des moulins.

La découverte de nouveaux moyens de production d'énergie - machines à vapeur, turbines hydro-électriques - a conduit ensuite à leur déclin : le nombre de moulins en activité a ainsi fortement

diminué dès la fin du XIX^{ème} siècle. Mais au cours des dernières décennies, de nombreux travaux hydrauliques (stabilisation des cours d'eau, protection des infrastructures...) ont conduit à la multiplication des seuils, dont la plupart ont une hauteur inférieure à deux mètres.

Début 2010, plus de 60 000 ouvrages sont recensés sur les cours d'eau en France. D'après un inventaire national réalisé par l'Office national de l'eau et des milieux aquatiques (Onema), plus de la moitié n'ont pas d'usage avéré.

© Henri Carmé - ONEMA - 2005



Seuil du Moulin Marin sur la Besbre – Allier

Un seuil⁴ est un ouvrage, fixe ou mobile, qui barre tout ou partie du lit mineur d'un cours d'eau. Sa hauteur est en général inférieure à 5 mètres.

© Agence de l'eau Adour Garonne



Barrage de Grandval sur la Truyère - Cantal -

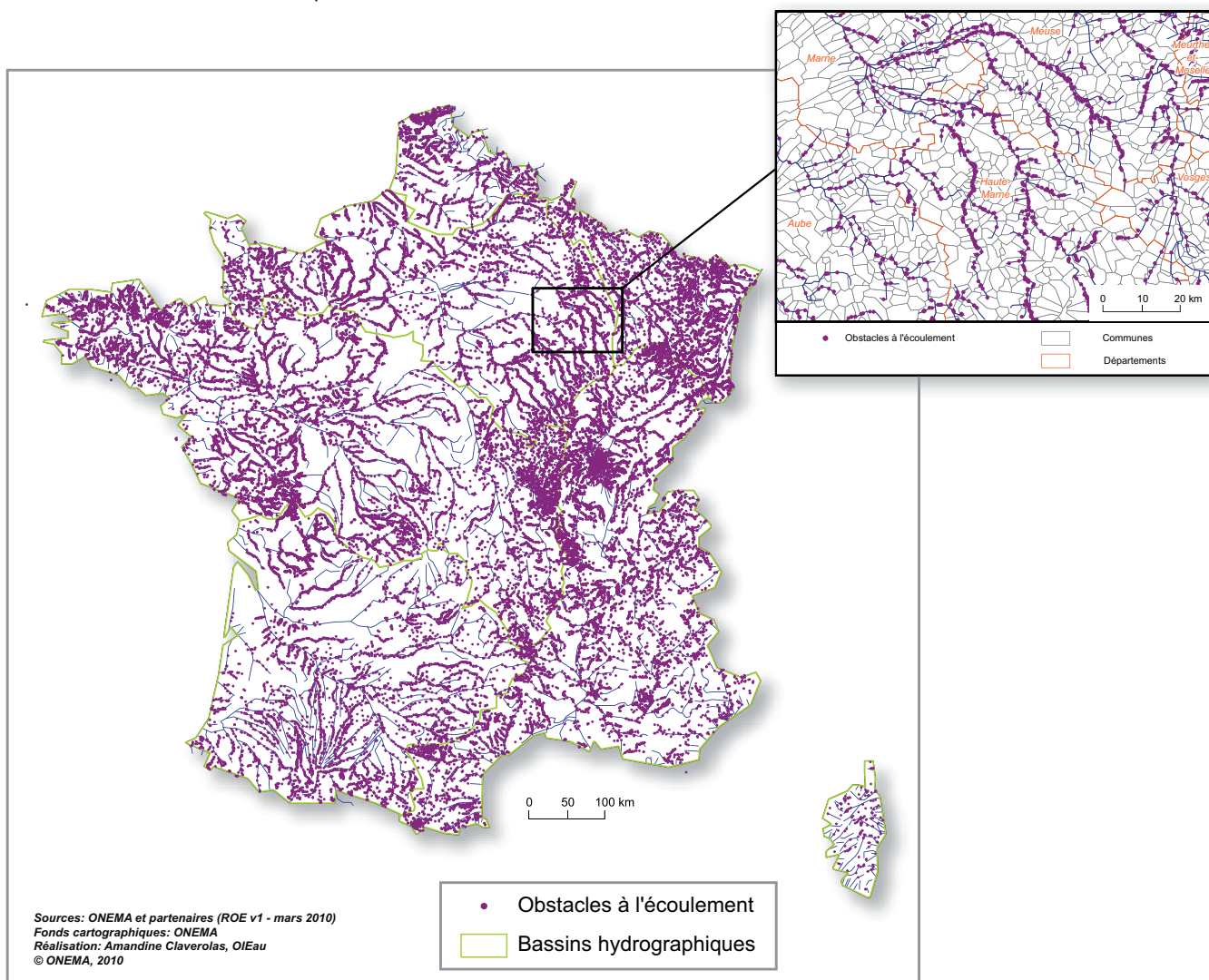
Un barrage⁴ est un ouvrage qui barre plus que le lit mineur d'un cours d'eau permanent ou intermittent ou un talweg*. Sa hauteur est presque toujours supérieure à 5 m.

Le référentiel des obstacles à l'écoulement : mieux connaître les obstacles et évaluer leurs impacts

Afin de mieux connaître les seuils et les barrages qui fragmentent nos rivières, l'Onema met en place, avec ses partenaires, un référentiel des obstacles à l'écoulement (ROE). L'objectif ? Répertorier l'ensemble des ouvrages déjà identifiés sur le territoire national sous la forme d'une banque de données. Cette dernière contient des informations restreintes - code national unique, localisation, caractéristiques - mais essentielles et communes pour l'ensemble des acteurs de l'eau et de l'aménagement du territoire. Ce référentiel est diffusé sur le site Eaufrance⁵ et permet de visualiser la position des obstacles sur des cartes ou sur des photographies aériennes et de télécharger les données de chaque ouvrage.

Progressivement, ce référentiel sera enrichi d'une base de données sur la continuité écologique (ICE) des ouvrages. Elle s'intéressera notamment à l'évaluation des possibilités de leur franchissement par les espèces piscicoles et au risque d'impact sur le transport sédimentaire. Les données nécessaires à l'évaluation seront collectées selon un protocole national harmonisé. La méthodologie de recueil de données sur le terrain, puis d'évaluation du risque d'impact est actuellement en cours d'élaboration.

Les obstacles à l'écoulement recensés en France métropolitaine dans la base ROE



Une entrave à la continuité écologique

Des obstacles présents sur les rivières induisent des perturbations et des impacts sur la continuité écologique, plus ou moins importants selon leur hauteur, leur emplacement - de l'embouchure à la source du cours d'eau - et selon l'effet cumulé de leur succession. Ainsi, un impact important sur le cours d'eau peut résulter d'un unique ouvrage très pénalisant tout comme du cumul le long du cours d'eau de petits ouvrages chacun éventuellement de faible impact. Pour exemple, le département des Landes qui possède un relief relativement plat compte plus de 239 mètres⁶ de hauteur de chute cumulée sur l'ensemble de ces cours d'eau.

L'altération de la continuité écologique est donc à étudier de manière globale, en prenant en compte le cumul des effets.

Cependant, au vu de la diversité des ouvrages et des cours d'eau, les impacts décrits ci-après ne sont pas généralisables, n'apparaissent pas dans le même temps ni de manière systématique. Leur connaissance apporte néanmoins des éléments de compréhension des différents phénomènes observables.

Des écoulements et un régime hydrologique fortement modifiés

En créant des chutes d'eau artificielles lors de la construction d'un ou de plusieurs ouvrages, la ligne d'eau et la pente naturelle du cours d'eau sont modifiées. Les eaux courantes se transforment alors en une succession de retenues d'eau stagnante, pouvant provoquer :

- un ralentissement et une uniformisation de l'écoulement;
- une modification de la température;
- une augmentation de l'eutrophisation, représentée notamment par les proliférations algales, du fait d'un apport en éléments nutritifs (phosphore, azote...) en provenance du bassin versant et du faible renouvellement des eaux;
- une baisse de la quantité d'oxygène dissout dans l'eau;
- une diminution de la quantité d'eau à l'étiage*, due à l'évaporation plus forte des eaux stagnantes en période estivale;

- un débit réduit à l'aval de l'ouvrage (débit réservé) ou encore de brusques variations de débits (éclusées) en cas de dérivation des eaux;
- une diminution⁷ de la capacité auto-épuratrice du cours d'eau;
- une augmentation des hauteurs d'eau en amont de l'obstacle, accompagnée d'une immersion des berges par un élargissement plus ou moins important du cours d'eau selon la hauteur de l'ouvrage.

6- M. Chanseau « La démarche mise en œuvre par le département des Landes » Séminaire : Restaurer la continuité écologique : un axe phare du plan de gestion de l'anguille, janvier 2010.

7- P. Namour (1999). Auto-épuration des rejets organiques domestiques. Nature de la matière organique résiduaire et son effet en rivière. LYON 1, Université Claude Bernard : 164



Prolifération d'une végétation aquatique liée aux eaux stagnantes sur une retenue du Couasnon (Maine et Loire)



Etiage prononcé à l'aval d'un ouvrage sur la Touyre (Ariège)

Lorsque ces ouvrages sont associés à une prise d'eau ou une dérivation alimentant un moulin par exemple, ils contribuent à l'uniformisation du débit du cours d'eau à un très faible niveau sur

une grande partie de l'année et réduisent la fréquence des variations de débits liées en particulier aux petites crues.

Des sédiments immobilisés à l'amont de l'ouvrage

La rivière est un flux continu de matériaux solides, fins ou grossiers, arrachés au bassin versant. De manière générale, l'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. Transport solide et transport liquide étant naturellement équilibrés dans la dynamique fonctionnelle d'un cours d'eau, le déficit génère souvent une érosion du lit en aval de la retenue et

provoque la disparition des substrats favorables à la vie et à la reproduction des espèces aquatiques. Selon l'importance du piégeage des sédiments par l'obstacle, on assiste à des phénomènes d'érosion et d'enfoncement du lit à l'aval pouvant aboutir au déchaussement de ponts et autres ouvrages d'art.

© Jean-René Malavoi



Les sédiments du cours d'eau (l'Ardèche) sont piégés en amont du seuil

Zone de dépôt des sédiments bloqués par l'obstacle

Absence de matériaux solides

La mobilité des espèces et l'accès à leurs habitats restreints, voire condamnés

Les possibilités de déplacement des espèces sont fortement réduites en raison des obstacles à l'écoulement, plus ou moins infranchissables, et de la segmentation du cours d'eau induite par la succession d'obstacles.

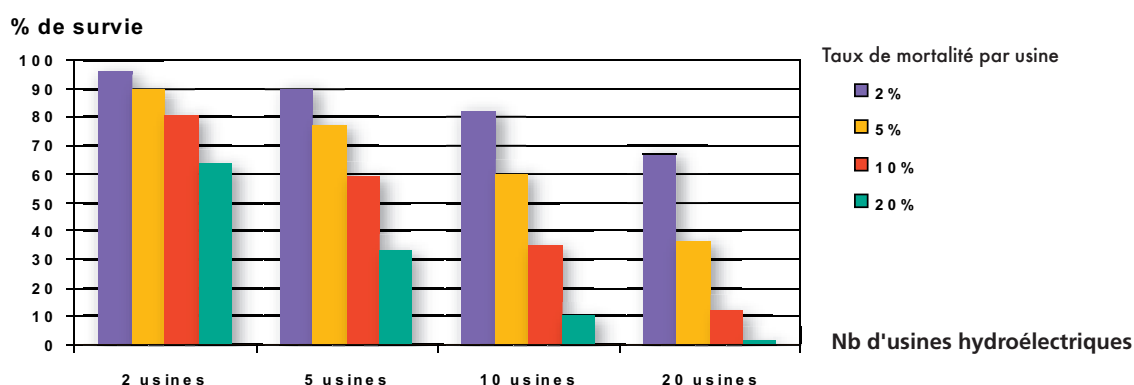
Selon les estimations, les ouvrages seraient responsables de la diminution de 44% de la densité d'anguilles depuis 1983 tandis que les turbines des centrales hydroélectriques provoqueraient un taux de mortalité des anguilles retournant en mer de l'ordre de 10% à 20% pour les moins dommageables⁸.

Or, toutes les espèces de poissons ont besoin de circuler sur un linéaire plus ou moins long de la rivière afin d'accomplir leur cycle de vie : reproduction, alimentation, croissance... Les grandes espèces migratrices amphihalines* - anguilles, saumons, aloses, lamproies...-, qui peuvent avoir un parcours long de plusieurs centaines de kilomètres entre l'estuaire et l'amont des bassins versants, sont particulièrement concernées. Cette

progression vers les lieux de croissance ou de reproduction est de plus en plus difficile, voire totalement impossible. Il en résulte un retard ou une absence des géniteurs sur les lieux de ponte et par conséquent, une réduction du renouvellement des populations. Résultat : une nette diminution des effectifs, voire l'extinction de l'espèce⁹. Le saumon sauvage, considéré comme vulnérable en France, a ainsi disparu de la plupart des grands fleuves français : Rhin, Seine, Garonne...

Enfin, la fragmentation des aires de répartition favorise l'isolement des populations. Ce cloisonnement empêche tout échange génétique entre les différents groupes d'une même espèce, augmente les risques en cas de pathologies et réduit les possibilités de fuite et d'éventuelles recolonisations lors de perturbations accidentelles (pollutions,...). Ces impacts influent sur l'état des populations en combinaison à d'autres facteurs anthropiques, à la pression liée à la pêche et aux évolutions globales des biotopes et des espèces.

Pourcentage de survie en fonction du nombre d'usines et du % de mortalité dans chacune des usines



■ Ce schéma illustre bien l'impact de l'effet cumulé des obstacles à l'écoulement sur les populations de poissons migrateurs. Par exemple, si 1000 anguilles doivent franchir une série de 20 turbines ayant chacune un taux de mortalité de 10%, seulement 120 anguilles atteindront la mer.

8- Plan de gestion anguille de la France - volet national - approuvé le 15 février 2010 en application du règlement R(CE) n°1100/2007 du 18 septembre 2007, MEEDM, MAP, Onema : 116 p. + annexes.

9- Cas notamment de l'anguille, de l'esturgeon ou de l'apron du Rhône classés sur la liste rouge 2008 de l'UICN (Union internationale pour la conservation de la nature)

Un contexte réglementaire à l'origine d'intervention de restauration des milieux aquatiques

L'ensemble des contraintes sur les milieux aquatiques conduit de plus en plus à la mise en place d'une régle-

mentation avec pour objectif l'atteinte du bon état des eaux imposée par l'Europe d'ici à 2015.

Atteindre le bon état des eaux d'ici 2015 : une forte ambition nationale et un objectif de résultat fixé par une directive européenne

La directive cadre sur l'eau (DCE) du 23 octobre 2000 fixe aux États membres un objectif de non dégradation et d'atteinte du bon état des cours d'eau d'ici à 2015. Le « bon état » est fondé sur l'évaluation de l'état chimique et écologique de nos cours d'eau. L'état écologique comprend des paramètres physico-chimiques et biologiques, dont notamment la diversité et l'abondance des espèces animales - invertébrés et poissons - et végétales présentes dans nos rivières.

Il existe cependant un risque important de ne pas atteindre le bon état. L'état des lieux en 2004 faisait ressortir en effet que 50% des masses d'eau de surface présentent un risque de « non atteinte de bon état des eaux » dont la dégradation des conditions hydromorphologiques des cours d'eau est souvent un facteur déterminant. Cette dégradation, qui résulte principalement de la rectification, du recalibrage ou de la chenalisation des cours d'eau et de leur fragmentation par les obstacles, altère la qualité des habitats des différentes espèces aquatiques. Pourtant, ces habitats permettent la fixation de nombreux invertébrés et végétaux, constituent des zones refuges

et sont indispensables à la reproduction de plusieurs espèces de poissons. Ce sont également des zones de ponte pour les espèces d'eaux vives, telles que les saumons, les truites, les barbeaux ou encore les goujons. De la diversité et de la qualité des habitats dépendent la diversité et l'abondance des espèces.

Or, les habitats dépendent directement de trois grands paramètres, en interaction permanente :

- l'hydrologie : quantité d'eau, vitesse et hétérogénéité de l'écoulement, variations saisonnières des débits ;
- les conditions physico-chimiques : luminosité, température de l'eau, teneur en oxygène, conductivité, acidité, teneur en polluants, salinité ;
- les conditions morphologiques : profil du lit de la rivière, hétérogénéité des faciès* d'habitats - alternance de zones d'eaux vives, calmes, profondes - et de la structure des berges.

Ainsi, l'amélioration des conditions hydromorphologiques et de la continuité écologique, nécessaire au rétablissement d'un bon fonctionnement écologique du cours d'eau, contribue à l'atteinte du bon état des masses d'eau requis par la directive européenne et au soutien de la biodiversité.

Sécuriser les ouvrages hydrauliques : un impératif du code de l'environnement

Outre les obligations de la DCE liées au respect de la continuité écologique, les ouvrages hydrauliques sont soumis à des règles de sécurité définies par le code de l'environnement. L'ensemble des ouvrages supérieurs à deux mètres est désormais concerné¹⁰ puisque de nouvelles dispositions visent à assurer la sécurité des ouvrages hydrauliques autres que les barrages hydroélectriques. Les retours d'expérience sur les opérations récentes de

restauration de cours d'eau (reconquête d'un hydrosystème courant) montrent que la sécurité publique est la principale raison au nom de laquelle est effectué un effacement d'obstacle. Les avantages environnementaux de ces interventions - rétablissement pérenne de la continuité - sont cependant très régulièrement pris en compte dans l'analyse des solutions envisageables et confortent ainsi la prise de décision motivée initialement par la sécurité publique.

Lancement du plan national de restauration des cours d'eau en 2009

Le 13 novembre 2009, la secrétaire d'État chargée du développement durable, a annoncé le lancement d'un plan d'action national pour la restauration de la continuité écologique des cours d'eau articulé autour de cinq piliers :

1

le renforcement de la connaissance sur les seuils et barrages, avec notamment la mise en place du référentiel national des obstacles à l'écoulement des eaux, accompagné d'une évaluation de l'impact de chaque obstacle sur la continuité écologique;

2

la définition de priorités d'intervention par bassin, partagées par l'ensemble des services de l'état et des établissements publics. Elle s'appuiera sur les schémas d'aménagement et de gestion des eaux, les programmes de mesures* et les initiatives locales, en prenant en compte également l'obligation de résultat lié au règlement anguille¹¹;

3

la révision des 9^{es} programmes des agences de l'eau et des contrats d'objectifs, permettant de dégager les financements nécessaires pour mobiliser des maîtrises d'ouvrages et aménager 1200 ouvrages prioritaires d'ici 2012;

4

la mise en œuvre de la police de l'eau : un programme pluriannuel d'interventions sur les obstacles les plus perturbants pour les migrations piscicoles sera mis en place de façon à coordonner l'action de la police de l'eau et l'action incitative des agences de l'eau;

5

L'évaluation des bénéfices environnementaux des mesures mises en œuvre

La restauration de la continuité écologique concerne l'ensemble du linéaire du cours d'eau, des premiers ouvrages à la mer tels les ouvrages de déconnexion fluvio-estuarien jusqu'aux ouvrages situés à l'amont et doit ainsi mobiliser les acteurs publics et privés liés à cette importante problématique.

Le plan visera de préférence l'effacement ou l'arasement des ouvrages n'ayant plus d'usage économique avéré et privilégiera des solutions de gestion ou d'aménagement pour les seuils et barrages ayant conservé un usage¹².

Lors du lancement du plan national, la secrétaire d'État a annoncé la décision d'effacer les grands barrages de Vezins et la Roche-qui-Boit sur la Sélune (département de la Manche), deux ouvrages impossibles à aménager pour la circulation des poissons migrateurs, alors que la rivière est classée en ce sens. Les opérations d'effacement incluront un plan d'accompagnement technique et financier des collectivités impactées et seront conduites de manière exemplaire avec l'ensemble des parties prenantes.

© DREAL



Barrage de Vezins (Manche)
d'une hauteur de 36 mètres dont
l'effacement prochain a été annoncé
en novembre 2009 par la secrétaire
d'État au développement durable

11- Le plan de gestion anguille de la France - volet national - approuvé le 15 février 2010 inclut des engagements de franchissabilité à la montaison* et à la dévalaison* sur 1555 ouvrages identifiés dans la Zone d'Action Prioritaire (ZAP) – Cf paragraphe VI.6.2.3 : Les objectifs de l'identification de la zone d'action prioritaire (ZAP)

12- Circulaire du 25 janvier 2010 relative à la mise en œuvre par l'État et ses établissements publics d'un plan d'actions pour la restauration de la continuité écologique des cours d'eau

Améliorer ou rétablir la continuité écologique : des solutions pour agir

Plusieurs solutions existent pour annuler ou *a minima* réduire les impacts négatifs liés à ces ouvrages, de l'effacement total à l'aménagement d'un dispositif de

franchissement. Ces solutions ont des niveaux d'ambition très variables ; leur efficacité et leur sélection sont fortement liées au contexte local.

Choisir entre des solutions aux niveaux d'ambitions variables

Effacer les ouvrages

L'un des moyens les plus efficaces et les plus pérennes pour contribuer à l'amélioration du fonctionnement des milieux aquatiques et à la qualité des masses d'eau est probablement l'effacement d'ouvrages. La solution de l'effacement est à préconiser pour les ouvrages aujourd'hui abandonnés, sans usage ou sans intérêt, qu'il soit économique, patrimonial ou paysager. Cette option présente en effet beaucoup d'avantages en termes de rétablissement complet de la continuité écologique et de simplicité de gestion par la suite.

L'effacement d'un ouvrage hydraulique autorisé¹³ peut

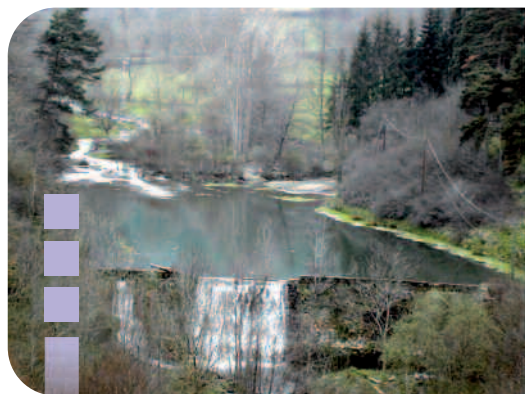
être envisagé, à la demande du propriétaire, lorsque les frais d'entretien et de mise aux normes de l'ouvrage excèdent l'utilité de son maintien. Une remise en état du cours d'eau avec effacement de l'obstacle peut également être envisagée par le préfet lorsque ces ouvrages hydrauliques sont incompatibles avec les enjeux environnementaux et notamment les engagements de la France relatifs à la législation européenne : directive cadre sur l'eau, plan anguille, espèce en danger critique d'extinction, directive habitat-faune-flore.

Exemple

1

Effacement du barrage de Fatou sur la Beume (Haute-Loire) - 2007

Construit en 1907 sur une hauteur de plus de 6 mètres, le barrage de Fatou était destiné à la production hydroélectrique. Son exploitation s'étant arrêtée dans les années 1960, l'Etablissement Public Loire en est devenu le propriétaire. L'ouvrage était alors en mauvais état et bloquait le passage des populations de poissons ainsi que les 6000 m³ de sédiments accumulés en amont. Compte tenu des problèmes de sécurité publique et de continuité écologique, l'ouvrage a été démantelé lors de l'été 2007.



La Beume, affluent de la Loire avant effacement du barrage de Fatou



La Beume après effacement, au niveau de l'ancienne retenue

A baisser les ouvrages

La réduction de la hauteur de l'ouvrage ou l'ouverture permanente d'une brèche localisée, associée à une amélioration de la gestion, peut aussi être envisagée comme une solution alternative dans le cas

d'ouvrages conservant par exemple un intérêt patrimonial ou paysager. Cette solution peut être engagée pour des raisons techniques ou comme étape intermédiaire en prévision d'un effacement total.

Exemple

2

Abaissement du seuil du moulin de Régereau sur le Vicoin (Mayenne) - 2009

Le syndicat de bassin du Vicoin s'est engagé dans un programme pluriannuel de restauration de la morphologie du cours d'eau. A la suite d'interventions importantes entreprises en 2008 sur d'autres ouvrages, une nouvelle réalisation spectaculaire et exemplaire a eu lieu à l'automne 2009 sur le Moulin de Régereau (Origné). Un ouvrage, situé très en aval, conditionnait à lui seul la migration piscicole sur tout l'axe du Vicoin. Afin de permettre le franchissement de cet obstacle, le syndicat s'est mis en relation avec les propriétaires. Attachés à leur patrimoine, ces derniers ont été convaincus de l'utilité du projet mais souhaitaient conserver l'alimentation du moulin. La solution technique adoptée a alors consisté à abaisser le déversoir du moulin d'une hauteur d'1 m30 par rapport à une hauteur de chute de 2m. Le dénivelé restant a été compensé par la mise en place de bassins successifs. Le résultat est une réussite esthétique qui satisfait pleinement les propriétaires et également écologique puisque depuis la remise en eau du site, ces derniers témoignent de la remontée des poissons dans la rivière.

© M. Boileau - syndicat du bassin du Vicoin



L'abaissement du seuil permet de concilier continuité écologique et conservation du patrimoine

Ouvrir les vannes

Lorsque l'ouvrage conserve un fort intérêt paysager ou patrimonial, l'ouverture des vannes (temporaire, périodique ou permanente selon les cas) est une

solution intermédiaire intéressante. Cette solution peut notamment être prévue par le règlement des schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE).

Exemple

3

Gestion coordonnée des ouvrages sur l'Oudon (Mayenne et Maine-et-Loire) - 2008

La Commission locale de l'eau du SAGE Oudon, les fédérations de pêche de Mayenne et de Maine-et-Loire ainsi que les deux syndicats de rivière gestionnaire de l'Oudon ont signé une charte de gestion coordonnée des ouvrages de vannage assurant l'ouverture des ouvrages pendant la période hivernale. Les propriétaires privés, non signataires mais destinataires de cette charte, sont invités à suivre les recommandations de gestion programmées.

Ouverture des vannes de plusieurs ouvrages sur la Vence (Ardennes) - 2004

La présence de 11 vannages sur la Vence, affluent de la Meuse, a perturbé la continuité écologique de la rivière. Si ces ouvrages n'ont plus aujourd'hui l'usage hydroélectrique qui a valu leur construction autrefois, ils conservent néanmoins un fort intérêt patrimonial. Compte tenu de cet intérêt et de la forte opposition générale à un éventuel effacement de ces ouvrages, il a été convenu de maintenir de façon permanente l'ouverture des vannes de plusieurs vannages.

© Josée Peress - Onema - 2007



L'ouverture des vannes d'un ouvrage sur la Vence, synonyme de rétablissement de la continuité écologique

Installer des dispositifs de franchissement

Lorsque les solutions précédentes ne sont pas envisageables et si l'objectif est la préservation de la continuité pour la migration piscicole, des aménagements permettant le franchissement de l'ouvrage par les poissons peuvent être mis en place. Cependant, ces aménagements sont souvent spécifiques à une ou plusieurs espèces, ne possèdent qu'une efficacité

relative et réclament un suivi et un entretien important pour garantir leur bon fonctionnement. En dépit des progrès des techniques, de la recherche et du développement toujours en cours, le meilleur des dispositifs reste moins efficace qu'une situation sans obstacle.

La recherche & développement au service des solutions techniques pour améliorer la continuité écologique

Des solutions techniques issues des recherches appliquées en hydraulique et sur le comportement des poissons ont été mises au point au cours des 30 dernières années par le pôle écohydraulique de Toulouse afin de limiter les impacts des ouvrages transversaux et des usages associés, notamment hydroélectriques. Les dispositifs ont été dimensionnés au départ pour permettre le franchissement des salmonidés. Ils ont ensuite évolué afin d'assurer celui d'un nombre d'espèces de plus en plus important : anguilles, saumons, brochets, cyprinidés*, lamproies, cabots bouches-rondes de la Réunion... Cet important travail qui se poursuit encore actuellement permet de disposer d'un très large panel de solutions techniques s'adaptant à de nombreux contextes. En accord avec le plan de gestion pour l'anguille, de nouvelles techniques, concernant notamment la dévalaison* de cette espèce sont en cours d'élaboration dans le cadre d'un programme spécifique de recherche et développement conclu entre l'Onema et les producteurs d'hydroélectricité. Ceci étant, ces évolutions constantes n'empêchent pas la mise en place de solutions temporaires ou expérimentales (exemple des périodes d'arrêt de turbinage lors des pics de migration)¹⁴.

14- P. Baran (Onema), F. Travade (EDF). « Présentation des actions R&D » Séminaire : restaurer la continuité écologique : un axe phare du plan national de gestion de l'anguille, janvier 2010.

Des techniques rendant possible la remontée des poissons

Pour la montaison*, les dispositifs doivent être dimensionnés afin que les conditions hydrauliques soient compatibles avec les capacités de déplacements des poissons (nage, saut, reptation). Ces capacités, variables selon les espèces, leur taille, leur état de santé, de fatigue et les conditions environnementales, obligent à proposer un large éventail de solutions. Les passes à poissons dites « techniques » sont des

ouvrages équipés soit de systèmes de ralentisseurs soit de successions de cloisons et bassins. A ce type d'ouvrage, il faut ajouter les dispositifs mécaniques que sont les ascenseurs et les écluses. Les passes à poissons dites « naturelles » sont constituées de structures se rapprochant de radiers naturels de cours d'eau à savoir des rampes équipées de rugosité sur le fond.

© 1- Henri Carnié - Onema
2- Hervé Jacquot - Onema
3- Michel Larinier - Onema
4 -5- DR - Onema



1 - Passe à ralentisseurs - 2 - Passe à bassins successifs - 3 - Passe « naturelle » - 4 - Ascenseur - 5 - Dispositif particulier pour l'anguille à la montaison* – permet la reptation entre les plots

Des techniques pour réduire le risque de mortalité lors de la dévalaison* et du retour à la mer pour les espèces amphihalines*

Les solutions techniques pour la dévalaison* reposent sur des dispositifs de blocage des poissons les empêchant d'accéder aux turbines des centrales hydroélectriques (causes de blessures et de mortalités), accompagnés ensuite d'un guidage vers l'aval. Les systèmes les plus efficaces sont constitués de grilles à faible espacement de barreaux, à condition que la force du courant reste compatible avec les capacités de nage des poissons. Les barrières com-

portementales composées de systèmes lumineux, sonores ou électriques sont moins efficaces et beaucoup plus difficiles à contrôler et à entretenir. Au cours des dernières années, des types de turbines ont été développées afin de limiter la mortalité des poissons (turbines ichtyo-compatibles), particulièrement des anguilles. Leur principe repose sur une faible vitesse de rotation et des formes particulières de pâles.

Des suivis au service de l'amélioration des technologies

Le suivi des poissons au niveau des ouvrages assure un retour d'expérience essentiel à l'amélioration des technologies. Une synthèse sur sept ouvrages en France donne des valeurs moyennes de 120 poissons/jour de comptage. Certains sites ont même pu dénombrer plus de 30 espèces de poissons et des journées à plus de 400 poissons (données MIGADO, LOGRAMI¹⁵, Association Saumon Rhin). L'approche

par radio-télémetrie utilisée pour le saumon atlantique et pour la grande alose ont permis d'observer des efficacités de franchissement de barrages variant de 10% à plus de 90%. Ces variations importantes tiennent aux caractéristiques hydrauliques de la passe à poissons, à son entretien ou sa position au niveau de l'ouvrage mais également aux conditions environnementales (débit et température).

N e pas intervenir

Certains seuils peuvent s'effondrer naturellement par manque d'entretien et par vétusté. Il est alors nécessaire de s'assurer de l'absence de conséquences

indésirables et le cas échéant de mettre en place des mesures d'accompagnement importantes selon les enjeux.

15- LOGRAMI : Association Loire grands migrateurs

MIGADO : Association pour la restauration et la gestion des poissons migrateurs du bassin de la Garonne et de la Dordogne

Effondrement du seuil de Vecoux sur la Moselle amont (Vosges) - 2000

© Florence Schmitt - Onema



Le seuil de Vecoux, d'une hauteur de 2 mètres pour une longueur de 25 mètres, a été détruit par une crue en 2000. La reprise de l'érosion a provoqué l'effondrement d'une berge en rive gauche. L'érosion est localisée sur une partie de berge sans occupation du sol particulière et où la ripisylve* est absente. Sans prendre de mesure particulière, le syndicat de rivière assure uniquement une surveillance de ce processus.

Seuil de Vecoux, seules les assises sur les berges sont restées en place

P rivilégier une gestion d'ensemble

Selon les cas, l'effacement d'ouvrage peut induire des effets secondaires indésirables : phénomènes d'érosion ou d'enfoncement du lit, reprise des sédiments de l'ancienne retenue pouvant générer un apport intense en aval, risque de disparition de la ripisylve* lié à la suppression du plan d'eau, assèchement des zones humides éventuelles connectées à l'ancienne retenue, remplacement d'un paysage de plan d'eau par un paysage de cours d'eau, etc. Des techniques de prévention peuvent cependant maîtriser ces effets secondaires¹⁶.

Il faut également prendre en compte l'ensemble des pressions et des altérations présentes sur le cours d'eau afin d'évaluer au mieux les effets prévisibles de l'effacement. La présence d'obstacles à l'écoulement est

souvent associée à d'autres interventions rectification du lit, recalibrage, protection de berges, présence d'autres ouvrages...- qui pourraient annuler ou diminuer les gains attendus par l'opération de restauration ou bien allonger le délai d'obtention des résultats.

Dans l'ensemble des cas et comme tout projet sur les milieux aquatiques, il est souhaitable de mener une étude globale sur les effets attendus par l'opération de restauration et à une échelle suffisamment importante pour prendre en compte les éléments susceptibles d'avoir un impact sur les résultats souhaités. Le choix de la technique de restauration de la continuité sera donc fonction du niveau d'ambition et du meilleur compromis ressortant de l'étude et de la concertation locale.

Etude globale d'aménagements d'ouvrages sur la Sèvre nantaise (Vendée & Deux-Sèvres) - 2005

La Sèvre nantaise possède de nombreux seuils de moulins sur son cours, d'où sa forte sensibilité aux pollutions et aux phénomènes d'eutrophisation. En 2003 et 2004, l'eutrophisation a conduit à la restriction d'usages sur certains tronçons. Depuis, des efforts sont fournis par l'ensemble des usagers et des collectivités afin d'aménager les ouvrages et réduire ces effets néfastes. Ainsi, une évaluation de l'intérêt global des ouvrages a permis de préconiser l'abaissement de deux d'entre eux et l'ouverture permanente d'un vannage, tandis que d'autres ouvrages sont encore à l'étude. En revanche, en amont de la commune de Mallièvre, il a été décidé de conserver des ouvrages car ceux-ci favorisent la diversification des zones humides, zones très favorables à la reproduction du brochet.



Zone humide sur la Sèvre amont - le maintien d'un ouvrage permet l'alimentation en eau de ce milieu

© Institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Nantaise

Quand la rivière retrouve sa continuité : des exemples parlants

De plus en plus de décisions locales conduisent des maîtres d'ouvrages publics ou privés à engager des travaux pour rétablir la continuité écologique. Le moteur de la décision est souvent lié à la sécurité publique pour les effacements d'ouvrages, les effets positifs sur la continuité écologique étant totalement intégrés à la démarche. L'abaissement de seuil et l'ouverture de vannes deviennent de plus en plus courants et

correspondent souvent à une volonté de retour au bon état du cours d'eau. L'aménagement de dispositifs de franchissement, techniques employées depuis plusieurs décennies, se poursuit également. Parmi ces opérations de rétablissement de la continuité écologique, certaines d'entre elles, peu courantes, méritent d'être connues.

Le retour à un écoulement et à un régime hydrologique naturel

Selon les cas, l'effacement d'ouvrage peut induire :

- un rétablissement de la pente naturelle, qui permet à la rivière de retrouver à la fois des écoulements diversifiés et ses berges auparavant inondées par le plan d'eau artificiel;
- une disparition des phénomènes de prolifération végétale liés aux eaux stagnantes du plan d'eau;
- une bonne oxygénation du milieu assurée par le renouvellement des eaux et le retour à un faciès* « vif et courant »;

- un retour à l'homogénéité amont/aval de la température et des différentes concentrations en éléments nutritifs;
- la reconstitution d'habitats différenciés caractéristiques des conditions d'écoulement;
- une augmentation de la quantité d'eau à l'étiage*, du fait de la suppression du plan d'eau et d'une plus faible évaporation des eaux courantes.

Exemple

7

Ouverture d'un seuil sur l'Aume (Charente) - 2008

Un seuil d'une hauteur de 1 mètre situé sur l'Aume faisait obstacle à la continuité écologique. La retenue d'eau formée était fortement eutrophisée avec un envasement important et un fort réchauffement, rendant l'eau extrêmement turbide. La suppression des madriers (poutres en bois) tout en conservant la structure béton a permis la diminution de la lame d'eau et la réactivation de zones d'eaux vives. Du fait du rétablissement de l'écoulement de l'Aume, les problèmes liés à l'eutrophisation et à la turbidité de l'eau ont aujourd'hui totalement disparu.



Seuil avant travaux :
présence d'une retenue d'eau stagnante - 2008



Seuil pendant travaux :
retour à un écoulement libre 2008



Après travaux :
absence de problèmes d'eutrophisation 2009

Ancien seuil

© Syndicat Intercommunal de l'Aume
Couture - 2008

Le rétablissement du transport des matériaux

L'effacement d'ouvrage permet le rétablissement du transport naturel par le cours d'eau des sédiments accumulés derrière l'ouvrage et leur dépôt temporaire - mais renouvelé - vers l'aval, rétablissant ainsi une plus grande diversité d'habitats aquatiques. Les problèmes d'érosion des berges à l'aval et/ou à l'amont de l'ouvrage effacé ne sont généralement que temporaires. Ils s'atténuent, voire disparaissent après l'effacement. Lorsqu'il existe un fort enjeu de protection

- notamment quand il s'agit d'ouvrages d'art tels que ponts, digues..., des actions localisées peuvent être envisagées.

Le démantèlement permet également de s'affranchir des opérations de vidange des retenues, très dommageables sur le plan environnemental et par ailleurs très coûteuses.

Exemple

8

Effacement du seuil de Cussy sur le ruisseau de la Maria (Nièvre) - 2004

Le seuil de Cussy, d'une hauteur de 2 mètres et datant de 1932, bloquait le transport sédimentaire constitué de sables et de graviers. Dans les zones situées à l'aval du seuil – dépourvues d'apports en sédiments – les populations de truites avaient disparu. En effet, l'habitat de reproduction des truites de rivière doit être constitué de graviers. En 2004, il a été décidé de procéder à l'effacement du seuil. Rapidement, le transport solide fut rétabli recréant ainsi les conditions favorables à la reproduction de la truite, dont les effectifs à l'aval du seuil sont depuis 2004 en constante augmentation.

© PNR Morvan



Seuil de Cussy – les matériaux (sables, graviers) charriés par la rivière s'accumulent derrière l'obstacle - 2003

© Jean-Christophe Baudin - Onema



La Maria 5 ans après l'effacement – un retour à la libre circulation des sédiments - 2009

Effacements et abaissements de seuils sur le Vicoin (Mayenne) - 2008

Le Vicoin est entravé par de nombreux seuils sur son cours qui bloquent le transport des sédiments. Conséquence : les retenues d'eau connaissent des problèmes récurrents d'envasement. C'était notamment le cas du plan d'eau de loisirs de Saint-Berthevin. Face à la nécessité de réaliser tous les six ans une opération de curage et face au coût prohibitif d'un tel curage (110 000 €), les acteurs locaux, qui souhaitaient restaurer la continuité de leur rivière, ont décidé de démanteler le seuil. Cette opération a été réalisée en 2008. La réussite du projet a alors eu un effet « boule de neige » : des projets d'aménagements adaptés à chaque situation ont vu le jour pour 26 autres ouvrages présentant des problèmes similaires d'envasement.

© Mairie de Saint-Berthevin



Plan d'eau envasé

© Fédération de pêche de Mayenne - 2008



Cours d'eau après effacement :
les curages pour désenvaser le
plan d'eau n'ont plus lieu d'être

Des habitats redevenus accessibles aux organismes vivants

L'effacement de l'ouvrage permet le rétablissement de la circulation de tous les organismes vivants. Ces derniers peuvent dès lors reconquérir les habitats jusqu'alors inaccessibles ou difficilement accessibles, notamment ceux essentiels pour la reproduction. Les populations de poissons migrateurs amphihalins* sont les bénéficiaires les plus visibles du rétablissement de

la libre circulation du cours d'eau. Toutefois, d'autres espèces aquatiques y trouvent également profits (brochet, truite, loutre, castor) comme l'ont montré plusieurs cas d'effacement d'obstacles, aux États Unis et en France notamment. Par ailleurs, la suppression d'un ouvrage permet le décloisonnement génétique des populations.

Effacement du barrage de Maisons-Rouges sur la Vienne (Indre et Loire) - 1998

Le barrage de Maisons-Rouges, depuis sa construction en 1923, empêchait la progression des espèces de poissons migrateurs et bloquait ainsi l'accès aux sites de reproduction. Après son effacement en 1998, les résultats¹⁷ concernant la reconquête de la Vienne et de ses affluents à l'amont de Maisons-Rouges furent remarquables.

L'alose a recolonisé dès l'année suivante les 35 kilomètres 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. Pour le saumon, vu seulement de façon épisodique en amont du barrage depuis 1920, 9 géniteurs en 1999 puis 54 en 2004 ont été comptabilisés. Ainsi, toute une partie de la rivière et l'ensemble de ses affluents ont été rapidement et fortement recolonisés par les grands migrateurs. Que ce soit sur la Vienne ou sur son affluent, la Creuse, la recolonisation a été stoppée plus en amont, du fait de la présence d'autres barrages. Néanmoins, elle se poursuit progressivement grâce à différents équipements : barrage de Châtellerault en 2004, seuils de Bonneuil et de Saint-Mars en 2009 sur la Vienne, barrage de Descartes en 2007 sur la Creuse.

© Nicolas Dieu



Vue aérienne du barrage de Maisons-Rouges – le barrage contraint voire empêche le passage des poissons

© Gilbert Cochet



Le site après l'effacement du barrage

Emplacement de l'ancien barrage

17- P.M. Chapon, Conseil supérieur de la pêche, délégation régionale de Poitiers, cellule Migrateurs, 2001, effacement du barrage de Maisons-Rouges - État de la recolonisation du bassin de la Vienne par les poissons migrateurs, Le Courrier de l'environnement n°42, INRA.

D'autres avantages issus de ces interventions

Les avantages écologiques d'un retour à une continuité écologique des cours d'eau peuvent être couplés à d'autres bénéfiques dont les collectivités et les riverains sont susceptibles de tirer profit.

L'amélioration de la pratique des sports d'eaux vives

Exemple

11

Effacement d'un seuil sur la Corrèze (Corrèze) - 2008

En 2008, la création d'un parcours de canoës déclenche un projet de restauration de la continuité d'un tronçon de la Corrèze. Quatre seuils présents au niveau de la ville de Tulle sont concernés. Après résultat de l'étude d'impact globale, un seuil sur les quatre, présentant une hauteur de chute de 3 mètres, a fait l'objet d'un effacement. Cet arasement a conduit à l'amélioration de la continuité piscicole, du transport sédimentaire et de la qualité des habitats. Sur les trois autres seuils, deux sont déjà franchissables par les canoës et le dernier, situé en aval et posant les mêmes problèmes de continuité écologique, va faire l'objet d'un aménagement permettant ultérieurement l'agrandissement du parcours. Le club de kayak de la ville de Tulle a été fortement impliqué dès le début du projet. Ainsi, l'aménagement d'un parcours de canoë-kayak a vu le jour sur le tronçon de rivière anciennement bloqué par la présence de l'obstacle.

© Service départemental de Corrèze - Onema



La Corrèze avant effacement (juin 2008)

© Service départemental de Corrèze - Onema



La Corrèze après effacement : le parcours de canoë-kayak s'agrandit (déc. 2008)

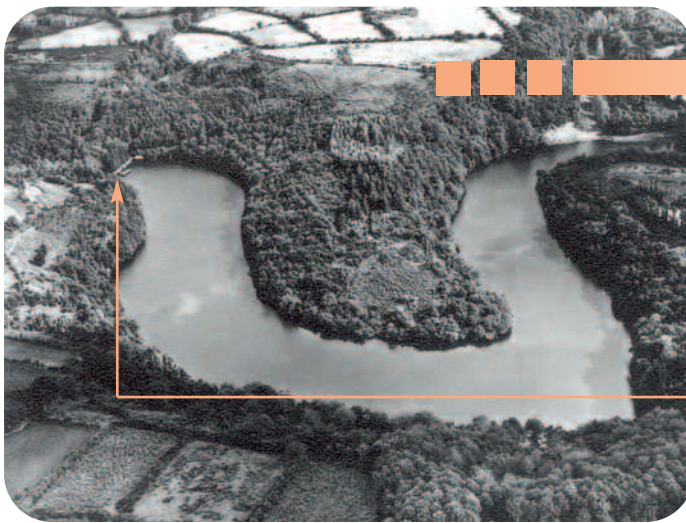
La reconquête des terrains libérés par la retenue

Exemple

12

Effacement du barrage de Kernansquillec sur le Léguer (Côtes d'Armor) - 1996

Sur les rives du Léguer, après l'effacement du barrage d'une hauteur de 15 mètres en 1996, 12 hectares de terrain ont été réhabilités sur 2 km de linéaire en bordure de la rivière. Le site de Kernansquillec devient le plus grand espace naturel public de la vallée du Léguer. Sept hectares de parcelles sont alors utilisés comme site d'estive par deux éleveurs en agriculture biologique, le pâturage extensif contribuant ainsi à l'entretien du site.



Retenue de Kernansquillec avant effacement

Barrage



Espaces libérés par la retenue, laissant place à une zone de pâturage

Niveau de l'eau de l'ancienne retenue

© Association du Léguer - 2009

La reconquête des berges de la rivière pour des chemins de randonnées

Exemple

13 Effacement du barrage de Kernansquillec sur le Léguer (Côtes d'Armor) - 1996

Suite à la suppression du barrage, la création de sentiers de randonnée sur des terrains anciennement sous les eaux a été mise en place et fortement médiatisée. Ce parcours est référencé dans les circuits de petite randonnée et de nombreuses revues l'ont publié parmi les plus beaux sentiers de randonnée de Bretagne. L'opération est un succès et le site est aujourd'hui fortement fréquenté par les randonneurs.

1- © Corinne Foist
2- © Association du Léguer - 2009



Sentier de randonnée longeant la ripisylve*

sentier de randonnée dans l'ancienne retenue du Léguer

Le renouveau d'une pêche amateur sportive

Exemple

14 Effacement du seuil du Moulin du Viard sur l'Orne (Calvados) - 1997

En 1997, le seuil de 1,7 mètre de haut de l'ancien moulin de Viard a été effacé sur le fleuve Orne, à 30 km de la mer. Dès lors, la libération des écoulements et la reprise de l'activité physique du cours d'eau recréent rapidement une grande diversité de faciès* d'écoulements et d'habitats. Le profil naturel de l'Orne réapparaît : les secteurs les plus courants, propices aux frayères* de salmonidés migrateurs et lamproies marines, sont complétés de grands plats riches en herbiers aquatiques et entrecoupés de zones plus profondes.

La fédération de pêche du Calvados, maître d'ouvrage de l'opération, voit aujourd'hui avec satisfaction diverses pêches se pratiquer activement sur le secteur renaturé. Celui-ci offre à la fois des postes pour la pêche à la mouche (truite de mer), pour la friture (goujons), ainsi que pour les poissons blancs et les carnassiers.

Ces dernières années, s'est même développée une nouvelle pêche sportive aux leurres de surface en progressant dans l'eau parmi les herbiers, et offrant de nombreuses captures (perches, chevesnes, et même truites et brochets). Les craintes initiales des habitués de l'ancienne retenue de voir disparaître les poissons sont bien révolues.

© J.F. Jolimaitre



Pêcheur au leurre de surface au Val de Viard - Orne

Glossaire

Amphihalín : poisson vivant alternativement dans les eaux douces et dans les eaux salées

Cyprinidés : famille de poissons d'eau douce comprenant la carpe, le goujon, le gardon...

Dévalaison : descente des poissons migrateurs vers l'aval d'un cours d'eau pour rejoindre le milieu marin

Etiage : correspond à la période de faible débit, généralement l'été pour les régimes pluviaux

Faciès : toute portion de cours d'eau, présentant sur une certaine longueur une physionomie homogène de la pente, de la hauteur d'eau, des vitesses du courant et de la granulométrie du substrat

Frayère : lieu de reproduction et de dépôt des œufs des poissons

Hydromorphologie : étude de la morphologie des cours d'eau, c'est-à-dire de la forme du lit et des berges qui est façonnée par le régime hydrologique de la rivière

Montaison : remontée des poissons migrateurs vers les zones de reproduction situées en amont de l'embouchure des fleuves

Programme de mesures : programme qui précise les mesures à mettre en place pour respecter les dispositions et objectifs contenus dans le SDAGE et le bon état de la DCE. Les mesures peuvent être d'ordre, réglementaire, financier ou contractuel.

Ripisylve : formations végétales qui se développent sur les bords des cours d'eau

Talweg : ligne au fond d'une vallée, suivant laquelle se dirigent les eaux

Publication d'un recueil d'expériences

L'Onema a publié un recueil d'une soixantaine d'exemples de restauration de cours d'eau dans tous les bassins. Il résulte d'un travail de capitalisation réalisé par l'Onema et les agences de l'eau.

Les exemples de restauration sont répartis selon des typologies d'opération en lien avec la continuité écologique des cours d'eau : reméandrage, reconnexion des annexes alluviales, effacement ou aménagement d'obstacles transversaux, remise à ciel ouvert d'un cours d'eau, suppression d'étangs sur le cours d'eau...

Ces retours d'expériences sont également disponibles sur internet : <http://www.onema.fr/Hydromorphologie,510>

Pour en savoir plus : www.zones-humides.eaufrance.fr rubrique Agir / Actions concrètes réalisées / Retours d'expériences

Conception – rédaction :
Franck Weingertner - Direction du contrôle
des usages et de l'action territoriale
Claire Roussel - Délégation à la communication

Contributions :
Josée Peress - Direction du contrôle des usages
et de l'action territoriale
Philippe Baran - Pôle écohydraulique
de Toulouse

Coordination :
Camille Barnetche - Direction du contrôle
des usages et de l'action territoriale

Secrétariat de rédaction :
Béatrice Gentil - Délégation à la communication

Maquette :
Béatrice Saurel - saurelb@free.fr

Impression :
IME
Impression sur papier issu de forêts
gérées durablement



Montage photo couverture
Onema : J.P. Borda, M. Bramard, H. Carmié, C. Pinel, A. Richard
M. Monsay

