

Morphologie des cours d'eau

> JANVIER 2010





© Francis Massias

SOMMAIRE

5 - Chap. 1 - QU'EST CE QUE LA MORPHOLOGIE DES COURS D'EAU ?

- 5 > Définition de la qualité « physique » du milieu
- 6 > Le fonctionnement « normal » d'un cours d'eau
- 8 > Incidence sur la biologie, et donc sur l'état écologique
- 9 > L'interaction avec l'hydrologie
- 9 > Le bassin versant : berceau de la rivière

10 - Chap. 2 - LES ALTÉRATIONS ET LEURS CONSÉQUENCES

- 11 > La modification du lit des cours d'eau : travaux d'hydraulique destructeurs !
- 13 > Les barrages et seuils : plus d'effet que l'on ne le croit...
- 16 > Le cas de l'hydroélectricité
- 17 > Les modifications sur le bassin versant : des effets discrets, mais bien réels

18 - Chap. 3 - LA DCE AU SECOURS DES RIVIÈRES MALMENÉES

- 19 > Le contexte : la DCE et son application en France
- 20 > Ce que montre l'état des lieux
- 20 > Les dispositions sur la morphologie dans les SDAGE 2010-2015
- 22 > Les montants et mesures dans les programmes

24 - Chap. 4 - LES MÉTHODES DE RESTAURATION

- 26 > L'intervention sur les ouvrages hydrauliques
- 29 > La restauration du lit mineur et des berges

34 - Chap. 5 - QUELQUES POINTS ESSENTIELS DE LA RÉGLEMENTATION

36 - GLOSSAIRE

37 - QUELQUES SITES À CONSULTER

37 - QUELQUES PUBLICATIONS



Un cours d'eau naturel est en constante évolution au fil des saisons et des années. Il est soumis aux **étiages** (périodes de basses eaux), aux crues, et aux inondations. Un équilibre dynamique s'établit entre le **débit solide** (mouvement des sédiments), le **débit liquide** (déplacement de l'eau), la taille des matériaux transportés, les phénomènes de dépôts, de transport et d'érosion, tous ces facteurs conditionnant l'évolution morphologique du lit. Ce dernier est remodelé en permanence, de façon plus ou moins importante en fonction de l'énergie transportée par l'eau, diversifiant ainsi les habitats et les espèces. Cette variabilité est depuis toujours un phénomène difficilement acceptable pour les sociétés humaines qui cherchent à s'en soustraire, car cela gêne certaines de leurs activités.

De fait, l'homme a façonné les rivières selon ses besoins et ses perceptions visuelles. Dès le 8^{ème} siècle déjà les moines ont construit de nombreux moulins destinés à moudre le grain. Les premiers barrages hydroélectriques ont vu le jour à la fin du 19^{ème}, et leur essor s'est confirmé tout au long du 20^{ème} siècle. L'après-guerre a vu le début des travaux de remembrement et avec eux, les aménagements hydrauliques agricoles. Les cours d'eau tels que nous les connaissons aujourd'hui sont la résultante de toutes ces modifications opérées au fil des années, qu'elles soient à des fins agronomiques, énergétiques, touristiques ou de protection des inondations.

Aujourd'hui, les impacts de ces aménagements sur la qualité des milieux sont de plus en plus connus et ne laissent plus indifférents. Ils sont pourtant dénoncés depuis longtemps par les hydroécologues et environnementalistes. Combinés à la dégradation généralisée de la qualité physicochimique de l'eau, due aux pollutions urbaines, industrielles et agricoles, ils conduisent à une modification profonde de la composition des peuplements biologiques aquatiques, qui se traduit par leur appauvrissement et leur simplification. Le « réacteur biologique », assurant l'équilibre et le maintien des espèces naturellement présentes, est en panne dans bien des cours d'eau... rendant ainsi le milieu encore plus vulnérable aux multiples atteintes dont il fait l'objet.

La Directive Cadre sur l'Eau vient nous rappeler que toutes ces années de modification sont révolues, et qu'il faut maintenant penser à réhabiliter ces milieux de manière à voir apparaître à nouveau les espèces d'antan. Mais dans la restauration morphologique des cours d'eau, rien n'est simple : les travaux coûtent chers, les idées reçues sont tenaces et les résistances nombreuses...

La morphologie des cours d'eau a été identifiée comme l'un des principaux facteurs de dégradation des cours d'eau français. De ce fait, nous devons clairement « changer de braquet » et mener une politique volontariste et ambitieuse de restauration. Et cela est impossible sans la connaissance du sujet d'une part, et sans la sensibilisation aux dysfonctionnements provoqués par ces aménagements passés d'autre part. La bataille du bon état écologique ne se gagnera pas sans la morphologie, et celle-ci sera impossible à reconquérir sans l'appui des collectivités et l'opinion générale...

*Alors expérimentons, expliquons, coopérons, restaurons, mutualisons...
Toute reste à faire dans ce vaste domaine et pourtant il y a urgence !*

Qu'est-ce que la MORPHOLOGIE

- > DÉFINITION DE LA QUALITÉ « PHYSIQUE » DU MILIEU
- > LE FONCTIONNEMENT NORMAL D'UN COURS D'EAU
- > INCIDENCE SUR LA BILOGIE ET DONC SUR L'ÉTAT ÉCOLOGIQUE
- > L'INTERACTION AVEC L'HYDROLOGIE
- > LE BASSIN VERSANT : BERCEAU DE LA RIVIÈRE

des COURS d'EAU

1 > DÉFINITION DE LA QUALITÉ « PHYSIQUE » DU MILIEU

Sous ce terme un peu barbare est désigné **tout ce qui se rapporte à la « forme » du cours d'eau**, qui résulte de l'action millénaire des écoulements : l'eau modèle la forme du lit, les berges, la granulométrie du fond... La morphologie fait donc référence aux caractéristiques physiques du « contenant » par opposition à l'eau, le « contenu ».

La qualité physique du cours d'eau est classiquement évaluée selon 5 paramètres distincts, appelés « compartiments » :

- **Le lit mineur** : partie du lit où l'écoulement se fait hors période de crue ;

- **Le lit majeur** et les annexes : le lit majeur correspond à la surface soumise aux débordements. Les annexes hydrauliques sont les bras et affluents connectés en permanence (ruisseaux, cours d'eau) ou de façon temporaire (boires, bras morts, mares...). Ces compartiments sont en étroite relation avec la nappe alluviale qui accompagne le cours d'eau, où l'accumulation de sédiments est importante ;

- **Les berges et la ripisylve** ;

- **La ligne d'eau** : il s'agit de l'écoulement de l'eau (vitesse, hauteur, turbulence...), sans tenir compte du débit ;

- **La continuité écologique** : capacité des organismes aquatiques et des sédiments à effectuer leurs déplacements selon les 3 axes : longitudinal (amont-aval ou aval-amont) ; latéral (cours principal-annexes et vice-versa) ; vertical (cours d'eau-substrat et nappe d'accompagnement).

Ces paramètres ne s'appliquent donc qu'à un seul type de masse d'eau, le cours d'eau. Ces différentes composantes et les altérations auxquelles ils sont soumis sont abordées dans le paragraphe suivant.



La Rimèze à Pont Archat (48)
© Bernard Rousseau

2 > LE FONCTIONNEMENT « NORMAL » D'UN COURS D'EAU

La typologie de Verneaux (1978) indique la composition des peuplements piscicoles théoriques en fonction de plusieurs paramètres : rang du cours d'eau¹, pente, largeur, débits, température, taux d'oxygène... En connaissance de ces éléments et en l'absence de modifications, il est aisé de déterminer quelles espèces doivent être présentes, et en quelles proportions : par exemple, si le domaine est déterminé comme cours d'eau à truites, la truite doit être dominante, sans pour autant que soient absentes les autres espèces. Les différents types de cours d'eau commencent à la classe 0, puis 1 (présence de l'omble ou du saumon de fontaine) puis 2 (ruisseaux froids et rapides, où l'on trouve truites et chabots) jusqu'à la classe 9 (cours d'eau lents et très larges de plaine, tièdes, domaine des brèmes et autres cyprinidés d'eau lente).

Chaque modification morphologique a pour effet de modifier la classe du cours d'eau, toujours vers une classe plus élevée. Ce sont principalement les effets de la banalisation du milieu et de la suppression des habitats qui provoquent une dérive typologique.

Les éléments suivants ont une importance toute particulière :

- La physicochimie générale

Le taux d'oxygène et la température ont un rôle de premier ordre : ce sont 2 facteurs très **limitants** pour les espèces sensibles, comme certains invertébrés aquatiques. Au contraire, dès que l'eau se réchauffe, en présence d'un barrage ou suite à la disparition de l'ombrage de la ripisylve, des espèces de classe plus élevée (cyprinidés),

parfois « nuisibles » (Perche soleil, Poisson-chat...) peuvent apparaître. Les **nutriments** jouent également un grand rôle.

- Le lit mineur

Il correspond à la partie du cours d'eau où se fait l'écoulement en période de **débit de plein bord**. Les éléments qui le caractérisent sont la granulométrie du fond (taille et composition), les profils en long, plan et travers (**sinuosité** du cours d'eau, pente, largeur, forme du fond...). Il comprend notamment le lit d'étiage et les berges.

- Les tracés : en long, en plan, en travers

La succession des pentes, la forme transversale du lit, la sinuosité sont des facteurs déterminants, notamment dans la répartition et la diversité des écoulements et des micro-milieus. Ils déterminent la répartition et l'action des flux, les déplacements de sédiments, la granulométrie du fond. Leur simplification entraîne toujours une baisse de la diversité des habitats, une modification du couple oxygène/température et donc une modification et un appauvrissement des peuplements.

- La diversité des faciès d'écoulement

Il existe de multiples faciès d'écoulement, déterminés en fonction de la hauteur d'eau et de la vitesse du courant ainsi que la taille de la granulométrie dominante.

Leur diversité est gage de bonne conservation des milieux, et donc de diversité biologique. Les travaux sur cours d'eau tels que les recalibrages et les rectifications, ou encore la présence d'ouvrages, ont tendance à réduire le nombre de faciès présents et à favoriser les plus lents, donc les plus pénalisants du point de vue de la richesse des peuplements.

- La ripisylve

Il s'agit de la végétation de bords de cours d'eau. Composée de plusieurs strates (herbacée, arbustive, arborée) comme tout boisement, elle revêt un triple rôle :

- **Habitat pour de nombreux organismes biologiques**, que ce soit dans sa partie aérienne ou dans sa partie aquatique (racines noyées, branches tombantes...);
- **L'enracinement permet de stabiliser la berge**, de piéger les sédiments, voire même d'épurer l'eau en assimilant les nutriments et en filtrant les éléments apportés par

l'érosion de surface (sédiments, nitrates, pesticides...);

- **Le feuillage constitue un ombrage qui agit notamment sur la température de l'eau.**

Lorsqu'il n'existe pas de ripisylve ou que celle-ci est très dégradée, d'importants problèmes de déstabilisation de berge et de réchauffement de l'eau peuvent intervenir. Certaines ripisylves plantées, comme celles constituées de peupliers blancs, n'assurent peu ou pas les fonctions dédiées à cette structure : mauvaise stabilisation des berges, acidification des sols, intérêt nul en termes d'habitats.

- Les annexes hydrauliques

On entend par annexes hydrauliques les parties aquatiques ne faisant pas partie du cours d'eau à proprement dit, mais étant connectées à celui-ci, en surface ou via le sous-sol : bras morts, petits affluents permanents ou temporaires, zones humides, mares, plaines d'inondation... Elles jouent un rôle important du point de vue de la régulation des crues (zones d'expansion), du soutien d'étiage (restitution en été de l'eau accumulée l'hiver), de l'habitat naturel (zone de frai du brochet, de reproduction de nombreuses espèces, de nurserie pour les jeunes poissons...).

- L'espace de mobilité, ou fuseau de divagation

La plupart des cours d'eau, en configuration naturelle, ne sont pas « figés » dans un lit précis. Celui-ci varie en fonction des crues, des phénomènes d'érosion naturelle, selon un équilibre qui peut évoluer dans le temps. L'espace à l'intérieur duquel il évolue au cours des décennies correspond au fuseau de divagation. La canalisation et la construction de digues réduisent fortement ce fuseau, empêchant alors le cours d'eau de trouver son équilibre naturel entre **débits solides** (les sédiments charriés) et liquide. La diversité des habitats à l'intérieur des fuseaux de divagation sont propices à une multitude d'espèces intéressantes, en particulier les espèces pionnières favorisées par l'éternel renouvellement des habitats (érosion d'une berge, déplacement de bancs de sables, etc.).

- Le lit majeur

Ce lit correspond à l'espace occupé par l'eau en période de crue. On l'appelle également zone d'expansion de crue. Il joue un rôle fondamental dans la réduction des inondations et la régulation des débits. Il comprend toutes les zones humides alentours et les annexes. Cette zone, notamment dans les vallées alluviales, est riche en sédiments de grande qualité (sables et graviers notamment) et les échanges entre la rivière et sa nappe alluviale rythment le fonctionnement du système : reprise ou dépôt de sédiments, stockage de l'eau par la nappe en hautes eaux d'hiver, alimentation de la rivière en étiage² ...

2 - Un m³ de sédiments en zone alluviale peut stocker jusqu'à 200 litres d'eau. Jusqu'à 10 milliards de m³ d'eau sont stockées dans les zones alluviales de la Loire

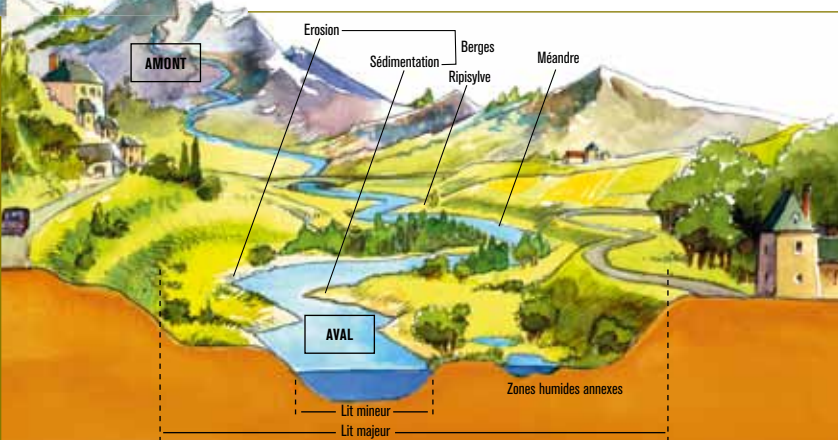
Ripisylve sur la Colagne (48)
© Bernard Rousseau



Portion de cours d'eau en bon état hydromorphologique avec méandre et berges basses et diversité de substrats : Les Garnaudières (86)
© Michel Bramard

Bancs de sable en lit majeur de la Loire à Jargeau (45)
© Bernard Rousseau

1 - Rang : sous-entendu rang de Strahler. Donne une image du nombre de confluences ayant précédé le cours d'eau. Les cours d'eau de rang 1 sont plutôt vers les sources et les fleuves en aval ont des rangs élevés.



La rivière et son bassin versant - © Dominique Charron

3 > INCIDENCE SUR LA BIOLOGIE ET DONC SUR L'ÉTAT ÉCOLOGIQUE

3 - *Espèce repère* : espèce de référence pour un type de cours d'eau donné, sur laquelle on évaluera le bon déroulement du cycle biologique.

Les espèces repères habituellement employées sont la Truite commune pour le domaine salmonicole (cours d'eau rapide, souvent petits, froids et oxygénés), l'Ombre commun pour le domaine intermédiaire, le Brochet pour le domaine cyprinicole (cours d'eau lent de plaine).

4 - *L'état biologique d'un cours d'eau est évalué à partir de plusieurs paramètres* : les poissons, les macro-invertébrés, les diatomées (algues microscopiques) et la végétation aquatique. La qualité du peuplement de macro-invertébrés est calculée à partir du nombre de taxons présents, et du taxon présent le plus sensible (dit « taxon indicateur »).

Autant une très mauvaise qualité d'eau est rédhibitoire pour l'établissement d'une biocénose de qualité, autant **une bonne qualité morphologique est indispensable au bon déroulement du cycle de vie des espèces vivantes**. La morphologie agit principalement sur 2 niveaux de la qualité du milieu :

- **La qualité des habitats**, pour assurer de manière satisfaisante les fonctions auxquelles ils sont rattachés (en fonction des espèces et des stades de reproduction : naissance, grossissement, nourrissage, repos, reproduction...);

- **La diversité des habitats**, pour assurer un maximum de fonctions et/ou héberger le plus grand nombre d'espèces ou de stades (œuf, larve, adulte...) possible.

Ainsi, la truite espèce repère³ des plus petits cours d'eau frais et oxygénés, doit avoir à disposition des zones peu profondes, rapides et couvertes de graviers pour se reproduire, des caches

en bord de cours d'eau pour se reposer, des obstacles pour chasser à l'affût, des zones où le courant est moins fort pour les jeunes...

Il en va de même pour les macro-invertébrés aquatiques, autres indicateurs du bon état biologique⁴. Si la qualité de l'eau détermine la présence (ou l'absence) des **taxons** les plus sensibles, la qualité et la diversité du milieu détermine lui le nombre d'espèces différentes qui seront présentes. C'est également valable pour l'ensemble des espèces vivantes ou presque...



La Santoire (15)

© Fédération de pêche du Cantal

4 > L'INTERACTION AVEC L'HYDROLOGIE

L'hydrologie, qui correspond en fait aux « débits » du cours d'eau, a une grande influence sur le fonctionnement biologique et morphologique de celui-ci. Tant et si bien qu'elle est considérée comme un compartiment à part entière de « l'hydromorphologie ».

En effet les débits conditionnent :

- **Le « modelage » du lit mineur** : différenciation des granulométries, pentes, érosion de l'extérieur des méandres et sédimentation à l'intérieur, alternance de zones de radier et zone de fonds... ;

- **Le « modelage » de la berge** ;

- **L'oxygénation et la température de l'eau**, paramètres déterminants pour nombre d'espèces sensibles d'invertébrés et de poissons d'eau vive. La Truite commune par exemple supporte mal les températures supérieures à 20°C.

Par conséquent une rivière en bon état morphologique peut ne pas présenter un bon état biologique du seul fait des dysfonctionnements hydrologiques : le manque ou l'absence d'eau à une période de l'année peut être très pénalisant, comme les variations brusques de débits à l'aval des barrages hydroélectriques par exemple.

Un débit insuffisant aura aussi beaucoup de difficulté à sculpter un lit mineur varié et à assurer un transport solide suffisant. Il convient donc de ne jamais considérer la morphologie sans la mettre en perspective avec les débits et leurs variations. Toutes les composantes du régime de débit (valeur du débit, fréquence, durée, prévisibilité et stabilité) influencent la morphologie et donc la distribution des habitats.



Beau méandre avec érosion-sédimentation sur la Truyère à Lestival (48)

© Bernard Rousseau

5 - **RCS** : Réseau de Contrôle de Surveillance. Il représente le volet patrimonial du programme de suivi. Il doit permettre de donner une image cohérente et représentative de l'état des eaux.

6 - **RCO** : Réseau de Contrôle Opérationnel. Il permet de suivre l'impact des pressions significatives recensées et les effets du programme d'actions.

5 > LE BASSIN VERSANT : BERCEAU DE LA RIVIÈRE



Le Triboulin, affluent de la Truyère (48)

© Bernard Rousseau

7 - Voir les 2 plaquettes de Nature Centre intitulées :

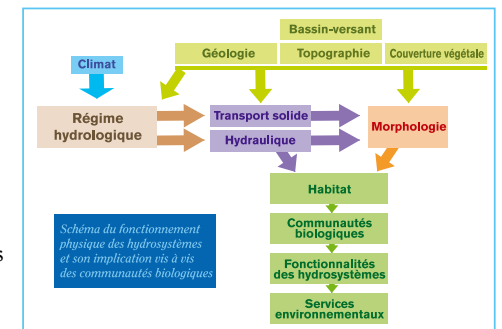
- *Les milieux aquatiques : véritable machine biologique, octobre 2006*

- *Autour de ma rivière, un bassin versant, octobre 2004*

La rivière est un milieu naturel au fonctionnement complexe, un milieu de vie, ouvert sur sa vallée, et son état est très intimement lié à celui de son bassin versant. Le bassin versant influence sur les paramètres physico-chimiques de l'eau, le régime hydrologique, la nature et la quantité de sédiments transportés, et donc sur la dynamique fluviale.

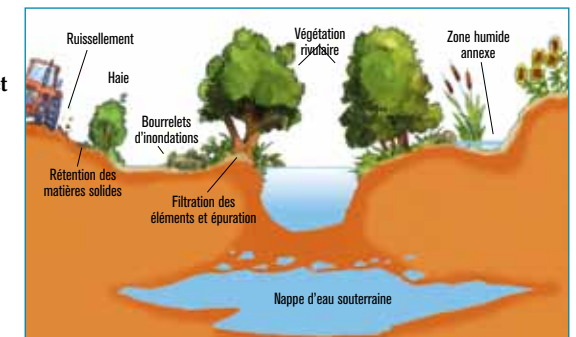
Le cours d'eau respire donc avec le milieu qui l'entoure : il est le reflet de son bassin versant.

Par conséquent, l'ensemble de cette machine biologique ne fonctionne bien que si le bassin versant alimentant la rivière est peu perturbé et comporte une organisation biologique en bon état de marche⁷.



© CSP-ONEMA - Extrait de

« Le débit, élément clé de la vie des cours d'eau, 2007 »



La rivière et ses milieux associés, véritable filtre biologique

© Dominique Charron

Il existe 2 outils développés par l'ONEMA, permettant d'évaluer les pressions et dégradations sur les milieux aquatiques. Il s'agit de « Réseau d'Observation des Milieux » (ROM) et du « Réseau d'Expertise des Habitats » (REH).

• **Le ROM** analyse à partir d'espèces indicatrices les perturbations et les impacts liés aux activités humaines. Les poissons se trouvant au sommet de la chaîne alimentaire, ce sont de bons indicateurs de l'état de perturbation de l'ensemble du milieu biologique. Une rivière en bon état est donc une rivière dans laquelle on peut trouver les espèces de poissons indicatrices dans la quantité et la diversité qu'autorisent les caractéristiques du milieu naturel.

• **Le REH** donne une évaluation « objective » de l'état de dégradation de chacun des compartiments caractérisant l'état morphologique des cours d'eau. Ces perturbations peuvent concerner la construction de barrages, l'absence de ripisylve, le recalibrage du lit, la disparition de zones humides annexes... Il résulte d'une connaissance fine des cours d'eau évalués, et renseigne sur les éventuelles causes d'un mauvais état biologique du cours d'eau.

Il existe aussi plusieurs méthodes d'évaluation et de suivi de la qualité hydromorphologique :

• **CarHyCE** : Protocole national standardisé de suivi des *Caractéristiques Hydromorphologiques des Cours d'Eau*. Il caractérise les cours d'eau au niveau d'une station, afin de permettre le suivi hydromorphologique des réseaux de surveillance DCE (RCS⁵ et RCO⁶) et la définition du très bon état.

• **IAM** : Indice d'Attractivité Morphodynamique : méthode standard d'analyse de la qualité de l'habitat aquatique à l'échelle de la station couplée à une cartographie

• **Score d'hétérogénéité** d'habitat...

Par ailleurs, l'ONEMA coordonne l'élaboration de projets nouveaux :

- une méthode de suivi et d'évaluation d'opérations de restauration physique du cours d'eau ;

- le **SYstème Relationnel d'Audit de l'Hydromorphologie des Cours d'Eau (SYRAH-CE)** : outil multi-échelle d'aide à la décision pour la gestion des cours d'eau qui permet une évaluation du risque d'altération.

Les ALTERATIONS et LEURS CO

NSÉQUENCES

- > LA MODIFICATION DU LIT DES COURS D'EAU : TRAVAUX HYDRAULIQUES DESTRUCTEURS !
- > LES BARRAGES ET SEUILS : PLUS D'EFFETS QUE L'ON NE LE CROIT...
- > LE CAS DE L'HYDROÉLECTRICITÉ
- > LES MODIFICATIONS SUR LE BASSIN VERSANT : DES EFFETS DISCRETS, MAIS BIEN RÉELS

1 > LA MODIFICATION DU LIT DES COURS D'EAU : TRAVAUX HYDRAULIQUES DESTRUCTEURS !

Ces pratiques ont été particulièrement employées dans la période de remembrement. Il s'agissait de simplifier le tracé des cours d'eau et d'accélérer les écoulements pour améliorer le drainage des terres et faciliter l'exercice de l'agriculture productiviste.

Mais certains syndicats d'aménagement mènent encore des politiques de ce type, obnubilés par la « propreté » des cours d'eau ou encore l'amélioration de l'écoulement et la prévention des inondations. Elles sont souvent accompagnées de curages systématiques, et parfois d'implantation de seuils successifs, pour maintenir artificiellement un niveau d'eau réclamé par différents acteurs.



Rectification, recalibrage et drainage sur le ruisseau de l'étang à Availles Limouzine, mai 2008 (86) - © Michel Bramard

LE RECALIBRAGE :

- **Description** : il s'agit d'un élargissement et d'un approfondissement du cours d'eau. Les berges sont totalement découpées et reprofilées, en général à 45° minimum. Les écoulements se font alors dans le fond d'un « fossé anti-char », de manière linéaire sans que la moindre diversité d'habitat ne puisse se recréer. Ainsi transformés, les cours d'eau font alors également office d'exutoire pour les collecteurs de drains, et accélèrent les écoulements, pouvant provoquer, dans les régions où ces dispositifs sont nombreux, des inondations à l'aval lors des épisodes de pluie importants.

Lâcher d'eau au barrage du Chastang sur la Dordogne, octobre 2008 (19)
© Bernard Rousseau

8 - Le curage ne doit être exercé qu'à titre exceptionnel pour remédier à un dysfonctionnement du transport naturel des sédiments, lutter contre l'eutrophisation ou bien dans le cadre de la création ou la restauration d'un ouvrage ou d'un aménagement.



Travaux sur l'Aauthion (49)
© Vincent Molinier



Forte incision du cours d'eau et racinaires à nu sur le Réau, juillet 2008 (37) - © Michel Bramard

9 - Affouillement : érosion située « sous » un élément, type pile de pont, rocher, etc.

- Conséquences :

- Toute qualité et diversité d'habitat est annihilée. Les écoulements sont totalement homogènes, de même que la granulométrie du fond, et la forme des berges ; l'oxygénation est nettement affaiblie, entraînant l'absence des espèces les plus sensibles à ce paramètre. Du fait du curage systématique qui accompagne souvent cette pratique, la disparition de la plupart des espèces aquatiques est rapide, via en particulier l'absence de tout support de reproduction (absence de bois mort, de caches sous berge, de rochers, de fonds de graviers...);
- Les cours d'eau, incapables de ralentir le courant (rugosité du fond nulle), ni même de déborder, ne jouent plus le rôle de limitation des crues à l'aval ; au contraire, le courant est accéléré. Certaines annexes hydrauliques sont déconnectées, du fait de l'enfoncement du lit : des bras secondaires et autres zones humides se trouvent alors asséchées, perdant ainsi leur rôle hydrologique (limitation des crues, soutien d'étiage) et biologique initial (zone de reproduction, en particulier du brochet).
- Le phénomène d'autoépuration, conditionné par des écoulements turbulents et une bonne oxygénation de l'eau, est lui aussi réduit à néant. Au contraire, si l'écoulement est lent, les phénomènes d'eutrophisation sont favorisés ; la présence de barrages accentue encore ce phénomène.

LA RECTIFICATION :

- **Description** : l'action consiste à supprimer les méandres du cours d'eau, de manière à obtenir un tracé rectiligne. Cela permet de raccourcir la rivière, et donc, d'augmenter sa pente, ce qui accélère l'écoulement. Ceci permet de diminuer l'emprise de la rivière sur le foncier. La rectification est la plupart du temps accompagnée d'un recalibrage.

- Conséquences :

- Homogénéisation des écoulements, et donc disparition de nombreux micro-habitats. En particulier, disparition du phénomène d'érosion à l'extérieur des méandres et de dépôt à l'intérieur ;
- Accélération de l'écoulement pouvant entraîner une érosion verticale et donc une incision du lit. Des annexes et zones humides peuvent ne plus être alimentées.
- Suppression du matelas alluvial, des substrats et des habitats naturels.

LE CURAGE :

- **Description** : retrait de tout ce qui se trouve dans le lit d'un cours d'eau : matière organique, sédiments, branchages, etc. Souvent effectué à la pelleuse, il a pour objectif de « nettoyer » le cours d'eau.

- **Conséquences** : outre la destruction ponctuelle des espèces vivant dans le cours d'eau, cela retire de la rivière tous les supports intéressants qui pourraient servir à de nombreux organismes biologiques. Le fond est totalement banalisé et la diversité de micro habitats est réduite à néant. A noter que le curage est notamment employé dans le cas des rivières fortement influencées par les barrages. Il s'agit de lutter contre l'accumulation de sédiments, en particulier à l'amont des petits barrages, par une action récurrente (1 fois par an en général). Considéré comme une pratique normale par ses auteurs, il n'est qu'un palliatif aux désordres causés par les barrages, et est de toute façon strictement encadré⁸ depuis la loi sur l'eau de 2006 (article 8).



Rectification et recalibrage à Servon (86)
© Michel Bramard

LES ENROCHEMENTS :

- **Description** : rochers mis en place au niveau de la berge pour stabiliser celle-ci. Les rochers, souvent des blocs de granite bleus ou gris, voire rouges, sont alors posés voire enfoncés dans la berge pour éviter que celle-ci ne s'érode.

- Conséquences :

- L'implantation d'une végétation naturelle de bord de cours d'eau devient très difficile. D'une manière générale, les peuplements de bords de cours d'eau, aquatiques, semi aquatiques ou terrestres, ne trouvent pas les conditions convenables à leur installation ou leur maintien ;
- Cela empêche l'érosion naturelle de certaines berges. Dans ce cas là, l'énergie du cours d'eau ne peut être dissipée, elle se décuple et se reporte alors sur les berges situées juste derrière les enrochements. Ceci provoque affouillement⁹ et point d'érosion très importants, allant parfois jusqu'à la déstabilisation d'ouvrages d'art (ponts) ou de routes ;
- De la même manière, le processus d'érosion/dépôt à l'extérieur/l'intérieur des méandres est déséquilibré, pouvant entraîner localement un déficit ou un surplus de sédiments.

Il est à noter qu'hormis des cas d'extrême nécessité, toute protection de berge n'est qu'une mauvaise réponse à un dysfonctionnement provoqué par d'autres aménagements (retrait d'une ripisylve, reprofilage de berge, déviation de cours d'eau...) ou pour enrayer un processus naturel d'érosion en contraignant l'espace de mobilité du cours d'eau.



Travaux au camping de Mende en 2006 (48)
© Bernard Rousseau

10 - Soutien d'étiage : action de réalimentation du cours d'eau en été afin de « soutenir » son débit. Cette action est rendue obligatoire dans le cas de certaines centrales nucléaires, afin de diluer leurs rejets d'eau chaude et radioactive.

11 - On estime actuellement que 95% des ouvrages ne servent à rien...



Enrochements et recalibrage sur le Dhuy à Sandillon (45) - © Bernard Rousseau

2 > LES BARRAGES ET SEUILS : PLUS D'EFFETS QUE L'ON NE LE CROIT...

En France, on compte actuellement plus de 60 000 barrages, dont moins de 10% ont un usage avéré... Le bassin de la Seine en compte 8 000 et celui de la Loire plus de 10 000. Les inventaires sont en cours de réalisation et il est probable que ces chiffres soient encore sous estimés.

Les ouvrages transversaux au cours d'eau sont nommés de différentes manières selon leur fonction, taille, constitution, forme... et leur impact sera différent à chaque fois. Qu'ils soient destinés à la production d'électricité, d'eau potable, au soutien d'étiage¹⁰ ou à la création de plan d'eau de loisir, voire à rien¹¹, les barrages ont un point commun évident : ils entravent la migration des organismes aquatiques, mais aussi des sédiments.

Mais pas seulement : en fonction de leur taille, ils ralentissent et homogénéisent les écoulements à l'amont, entraînant dépôt de sédiments, réchauffement de l'eau, évaporation accrue, désoxygénation, et parfois eutrophisation. L'ennoisement des habitats intéressants, comme c'est le cas à l'amont de Poutes Monistrol sur plusieurs kilomètres (disparition de frayères à saumons), est également une dégradation importante.

L'interruption du transport de sédiments provoque l'enfoncement du lit à l'aval, dont

Cartographie des ouvrages sur le bassin Seine-Normandie - © AESN, 2004



les sédiments arrachés par le courant ne sont plus compensés par ceux arrivant de l'amont.

On peut distinguer plusieurs catégories, selon leur taille et leur fonctionnement :

- Les petits barrages ou « seuils » : ce sont habituellement ceux qui mesurent moins de 5m de hauteur. Ils ont vocation à relever le niveau d'eau, ils peuvent être fixes ou mobiles. Ils peuvent prendre plusieurs formes, souvent utilisées complémentaires sur un même seuil :

- Les vannes levantes : plaques verticales qui peuvent être levées pour faire passer l'eau,

- Le clapet : plaque verticale mue par un vérin qui permet l'abaissement et donc l'écoulement de l'eau ;

- La chaussée ou déversoir : ouvrage en béton fixe par-dessus lequel l'eau passe et qu'accompagne régulièrement clapet, écluse ou vannages ;

- L'écluse ;

- Les digues d'étang...

- Les barrages plus importants : ils sont en général fixes, mesurent plus de 5m de hauteur et comportent souvent un système de vidange, servant à retirer périodiquement les sédiments et autres embâcles bloqués dans la retenue. Les usages principaux sont au nombre de 3, et peuvent être combinés :

- La création de retenue pour l'eau potable, l'irrigation, voire les loisirs (baignade, navigation, pêche...);



Barrage et retenue du Lanouz, juillet 2008 (66)
© Romain Suaudeau



Barrage sur le canal de Roanne, juillet 2008 (42)
© René Fessy

- La gestion des crues et des étiages : ils se remplissent en période de hautes eaux pour différer la montée à l'aval, et relâchent progressivement leur eau à l'étiage pour maintenir un débit suffisant pour les activités à l'aval (en particulier pour le refroidissement des centrales nucléaires). C'est le cas des barrages de Villerest sur la Loire et de Naussac sur l'Allier, construits en partie pour garantir le bon fonctionnement des centrales sur la Loire moyenne (Belleville sur Loire, Dampierre en Burly, Saint Laurent des Eaux, Chinon) ;

Barrage à aiguilles sur le Cher à Chisseaux, octobre 2009 (37)
© Romain Suaudeau



Seuil sur l'Anglin à Angles sur l'Anglin, mars 2008 (86) - © Romain Suaudeau



Écluse et seuil sur l'Aulne canalisée à Lennon, avril 2007 (29)
© Romain Suaudeau



Barrage de Chardes sur la Vienne, octobre 2007 (86)
© Romain Suaudeau

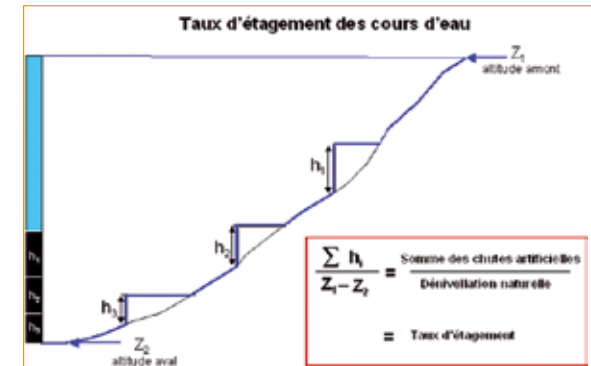
- L'hydroélectricité : la création des ouvrages permet d'augmenter la puissance potentielle de l'eau turbinée. Ainsi, plus le barrage est haut, plus il est « puissant » et donc productif. De tels ouvrages peuvent fonctionner au fil de l'eau ou en écluse, occasionnant alors des variations de débit à l'aval, qui constituent une dégradation supplémentaire des milieux aquatiques pouvant empêcher toute vie sur plusieurs centaines de mètres. Plus d'informations dans la partie x consacrée à l'hydroélectricité.

Les petits barrages peuvent être rendus franchissables relativement facilement, au moyen d'une passe à poissons ; mais leur transparence ne sera jamais complète à moins de le détruire¹². En outre, cela ne résout qu'une faible partie des dysfonctionnements provoqués. Ils sont en général nombreux sur un même cours d'eau ; c'est alors l'effet cumulé de l'ensemble des ouvrages qui devient réellement néfaste. Le caractère privé de la plupart d'entre eux et l'attachement affectif à la rivière dans son état actuel rend leur destruction délicate, pourtant beaucoup moins onéreuse qu'une passe à poissons.

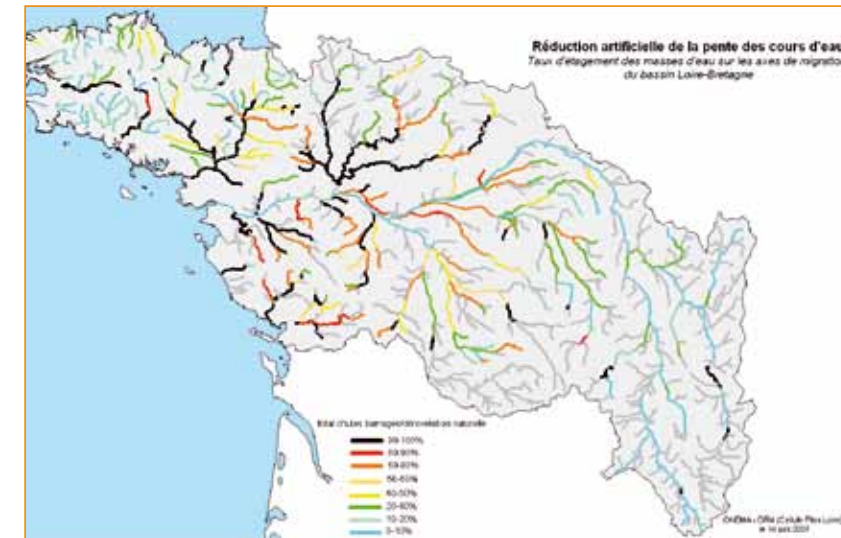
Les grands ouvrages ne peuvent pas être équipés d'une passe¹³ ; seule leur destruction est efficace. Celle-ci n'est généralement possible que lorsque l'ouvrage n'assure pas un usage d'intérêt général, tel que l'alimentation en eau potable ou le soutien d'étiage notamment. Et même dans ce cas, la défense d'intérêts particuliers rend difficile toute destruction.

L'ensemble des dégradations provoquées par les barrages sur un cours d'eau peut être évalué grâce à un indice élaboré par le Conseil Supérieur de la Pêche (renommé **ONEMA** dorénavant) : le **taux d'étagement**. Il s'agit de faire la somme des hauteurs de barrages présents sur le cours d'eau et de la diviser ensuite par le dénivelé naturel du cours d'eau ; on obtient ainsi la proportion de la pente qui est annulée par les barrages, où l'écoulement n'est plus libre.

Ainsi un cours d'eau étagé à moins de 20% garde une grande partie de son cours en écoulement libre (cas de la Loire par exemple) alors qu'un cours d'eau étagé à plus de 80% est fortement artificialisé, quasiment entièrement constitué d'écoulements très lents (cas de toute les rivières navigables : Vilaine, Mayenne aval, Rhône, Seine, mais aussi d'autres rivières dont les seuils n'ont plus d'usages comme le Loir, le Cher, l'Aulne...).



Mode de calcul du taux d'étagement des cours d'eau



Carte du taux d'étagement sur le bassin Loire-Bretagne, 2007 © ONEMA



Saumon au déversoir du moulin de Kergueffiou (22)
© Samuel Jouan

12 - Les passes à poissons ont en général une efficacité inférieure à 50% ; et même dans ce cas, au bout de la 4^{ème} passe, il ne reste plus que 6% des poissons à les avoir franchies... Les salmonidés (Truites, Saumons...) ont des capacités de franchissement élevées, au contraire des aloses qui, ne sautant pas, ont besoin de passes beaucoup moins sélectives.

Le rendement des passes est d'autant plus aléatoire qu'elles sont souvent mal entretenues et « calées » par rapport à un débit pas toujours disponible en fonction des variations interannuelles ou saisonnières, ou de la gestion réalisée par les exploitants, ce qui a pour conséquence de les rendre totalement inefficaces une bonne partie de l'année. Enfin, elles ne résolvent pas forcément les problèmes de dévalaison.

13 - Seules des passes pour les petites anguilles, de type « brosses » peuvent parfois équiper ce type d'ouvrage.

3 > LE CAS DE L'HYDRO ÉLECTRICITÉ

L'hydroélectricité est classée comme énergie renouvelable. L'eau faisant tourner une turbine, la puissance du système dépend de la pente et du débit de la rivière. Plus ceux-ci sont importants, plus la production hydroélectrique est grande. Elle constitue en France, avec un productible de 68 TWh, la première source d'énergie renouvelable en France (29% des énergies renouvelables). Cela correspond à près de 12% de l'électricité produite annuellement, mais seulement 2,5% de l'énergie totale consommée en France.

Mais renouvelable ne signifie pas pour autant « sans impact ».

On peut distinguer plusieurs types d'hydroélectricité :

- **La grande hydroélectricité**, mise en place sur des ouvrages de grande taille, qui produit la majorité de l'hydroélectricité française. Aujourd'hui, la totalité des sites pouvant accueillir un tel dispositif sont équipés, le potentiel restant est nul, sauf à détruire des zones encore vierges et situées dans des entités hautement protégées au niveau national (zones centrales de parcs nationaux, réserves naturelles, etc.) ;

- **La petite hydroélectricité**, exploitant des seuils de dimension réduite, qui a une production modeste. Le potentiel restant à mobiliser est négligeable au vu des faibles puissances potentielles (cours d'eau de plaine à pentes faibles) : il faudrait construire des milliers de microcentrales pour obtenir un gain très faible (environ 500 à 1000, voire plus, pour produire 3 TWh supplémentaires), mais cela aurait pour conséquence de détruire les derniers cours d'eau encore préservés.

Ces installations peuvent fonctionner selon différents modes :

- **Au fil de l'eau** : on turbine en temps réel les débits arrivant à l'installation. La production est à peu près constante et ne répond donc pas aux besoins en période de pointe de consommation. Les petits ouvrages fonctionnent sur ce mode ;

- **En écluse** : on laisse la retenue se remplir avant de turbiner sur un temps très court son contenu, générant ainsi une grande quantité d'énergie sur une période réduite, permettant ainsi de subvenir aux pointes de consommations (et en sus de vendre l'électricité plus cher !). Les

installations fonctionnant sur ce mode sont en général de plus grande taille.

Un système dérivé du fonctionnement par écluses a été élaboré pour augmenter la quantité d'électricité disponible pour la pointe : il s'agit des Stations de Transfert d'Énergie par Pompage (STEP). Cela consiste à pomper une partie de l'eau qui vient d'être turbinée pour la renvoyer dans un réservoir situé plus à l'amont, parfois même sur un bassin voisin. L'eau stockée forme ainsi un réservoir d'énergie potentielle facilement mobilisable. Le rendement d'une telle installation est d'environ 70% par rapport au fonctionnement classique (pertes dues à l'énergie utilisée pour le pompage), mais il est compensé par une meilleure substituabilité aux autres énergies de pointe (charbon, gaz...) fortement émettrices de gaz à effet de serre et autres polluants. Les sites où créer ces installations sont encore plus difficiles à trouver puisqu'il faut en théorie deux réservoirs distincts.

L'hydroélectricité ne peut se passer de barrage : c'est déjà en soit une cause de dégradation. Mais il y a des effets supplémentaires liés à cette activité :

- **Les turbines** blessent ou tuent souvent les poissons, notamment dans le sens amont-aval (dévalaison) ;

- **Le fonctionnement par écluses** a des conséquences néfastes sur l'aval du barrage, la rivière voit tantôt ses écoulements très réduits, mettant à sec certains secteurs, notamment les zones de frayères, tantôt voit des courants violents endommager les milieux et piéger la faune toute espèce confondue lors de la redescente. Ce fonctionnement rend impossible l'établissement d'un équilibre biologique et réduit le potentiel nutritif par la diminution des espèces d'invertébrés ;

- **Les marnages** à l'amont des grandes retenues pérennes ne permettent pas le développement des écosystèmes fonctionnels. Ils ne permettent pas non plus l'établissement d'activités économiques de loisir (dépôts d'algues et/ou de boue importants)...

Souvent présentées comme un facteur de développement économique et touristique, les grandes installations hydroélectriques cachent en réalité de nombreux inconvénients qui leur confèrent une rentabilité économique pas si évidente.

4 > LES MODIFICATIONS SUR LE BASSIN VERSANT : DES EFFETS DISCRETS, MAIS BIEN RÉELS

Bien que n'atteignant pas directement les cours d'eau, les interventions sur le bassin versant ont un impact parfois catastrophique sur le fonctionnement de ceux-ci.

Elles sont de diverses natures :

- **Le drainage**, qui fait disparaître des milieux humides tampons et auto-épuration, et qui permet un ressuyage des sols plus rapide, en retirant l'eau du territoire en question plus rapidement que la normale ;

- **La destruction des éléments tampons (haies, talus, mares...)**, qui outre l'accélération des écoulements sur le bassin pouvant entraîner ponctuellement ou localement des inondations, fait disparaître des filtres épuration qui consomment les nutriments et bloquent sédiments et molécules nocives ;

- **Les sols laissés à nu**, qui de fait ne jouent plus leur rôle de ralentisseur des écoulements et de rétention d'éléments chimiques, favorisent par ailleurs les pertes de sol ;

Au final, c'est bien la qualité physique du bassin versant qui est affectée, ce qui a pour effet d'accélérer le ruissellement et d'y adjoindre des sédiments, ainsi que des éléments pollués (phosphates, nitrates, pesticides).

Les principales conséquences au niveau de la morphologie sont les suivantes :

- disparition des zones humides et des annexes hydrauliques, qui assurent de nombreuses fonctionnalités fondamentales telles que les zones tampons pour les crues, la réalimentation en été, les zones de reproduction... ;

- colmatage des fonds des cours d'eau qui fait disparaître les frayères.



Chute du barrage du Châtelot sur le Doubs (25) de 74m, août 2006 © Jean Wencker



Barrage du Refrain sur le Doubs, août 2006 (25) © Jean Wencker



Colmatage du substrat la Garnaudière, janvier 2009 (86) © Michel Bramard



Ruissellement et perte de sol, janvier 2009 © Eau et Rivières de Bretagne



Piétinement bovins, ruisseau des Charbonnières, mai 2009 (89) - © Michel Bramard



Coupe à blanc de la ripisylve à St Saturnin, décembre 2006 (63) - © Aurélien Mathevon

La DCE AU SECOURS des RIVIÈRES MALMENÉES

- > LE CONTEXTE : LA DCE ET SON APPLICATION EN FRANCE
- > CE QUE MONTRE L'ÉTAT DES LIEUX
- > LES DISPOSITIONS SUR LA MORPHOLOGIE DANS LES SDAGE 2010 - 2015
- > LES MONTANTS ET MESURES DANS LES PROGRAMMES

1 > LE CONTEXTE : LA DCE ET SON APPLICATION EN FRANCE

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) a été adoptée le 23 octobre 2000, et transposée en droit français le 21 avril 2004. Celle-ci impose l'atteinte du « bon état des eaux » en 2015. S'entend par bon état un état pas trop éloigné de l'état naturel, à la fois sur les plan physico-chimique et biologique.

La biodiversité des milieux aquatiques étant étroitement liée à la qualité de ceux-ci, il apparaît dès lors évident que les altérations morphologiques jouent un grand rôle dans l'atteinte (ou non !) du bon état.

Pour y remédier, la DCE impose l'élaboration de **SDAGE**, documents d'orientation des politiques de l'eau¹⁶.

¹⁶ - Pour aller plus loin, voir le guide élaboré par FNE intitulé « La Directive Cadre sur l'Eau, juin 2008 ».

Cours d'eau et cultures près de Saumur (49)
© Gabriel Mutos

La Vienne à Maisons rouges à l'endroit de l'ancien barrage, juillet 2008 (37)
© Michel Bramard



2 > CE QUE MONTRE L'ÉTAT DES LIEUX



La Glane (87)
© Josselin De Lespinay

Dans tous les bassins, les dégradations morphologiques sont ciblées comme étant l'une des principales voire la principale cause de risque de non atteinte du bon état des cours d'eau en 2015. Par exemple, sur le bassin Loire-Bretagne, 62% des masses d'eau n'atteindront le bon état qu'en 2021 voire 2027... voire jamais, pour cause de perturbation morphologique. Les compartiments les plus touchés sont en général le lit mineur (rectification et recalibrage) pour les cours d'eau les plus petits, et la continuité (et par conséquent la ligne d'eau) pour les rivières plus importantes.

Le manque de maître d'ouvrage dans ce secteur a aussi été pointé du doigt, ainsi que les connaissances faibles de la majorité des acteurs en ce qui concerne la restauration morphologique. Enfin, les obstacles financiers (coût des travaux importants) et sociologiques (attachement aux ouvrages, à la ligne d'eau élevée, crainte des **assecs** et des inondations...), seront longs à lever.



La Céphons (36)
© Michel Bramard



Le Don à Port Rolland (44)
© Gérard Carpentier

3 > LES DISPOSITIONS SUR LA MORPHOLOGIE DANS LES SDAGE 2010 - 2015

Elles sont en général peu précises et manquent d'ambition. Certains principes cependant tendent à être admis et appliqués partout :

- **Le principe de non dégradation est explicitement rappelé dans chacun des SDAGE.** Il concerne notamment les conditions d'entretien des cours d'eau, conformément à la **LEMA**, qui ne doivent plus comprendre curages systématiques, recalibrages, coupes à blanc de la végétation, et qui doit être orienté vers un bon fonctionnement des écosystèmes aquatiques. Cependant les entorses à ce principe sont souvent tolérées modérant justification et/ou compensation ;

- **La continuité écologique doit être restaurée**, et si possible en privilégiant les opérations d'effacement de barrage. Cependant aucune obligation n'en découle ;

- **La préservation des cours d'eau à migrateurs, des réservoirs biologiques, des têtes de bassin versant et des zones humides est admise comme un principe général.** Mais cela ne se traduit pas dans les faits par des dispositions à la portée juridique avérée, et les cours d'eau concernés (en particulier ceux candidats au classement en « **réservoirs biologiques** ») sont peu nombreux.

Les bonnes intentions sont donc nombreuses dans les **SDAGE**, mais les dispositions réellement opposables aux

décisions de l'administration demeurent rares. « L'exposé des motifs » prend souvent le pas sur le contenu de la disposition, qui dans les faits est souvent facilement contournable.

- **Pour la continuité écologique et le taux d'étagement¹⁷, aucun SDAGE ne fixe d'objectif précis à atteindre.** Au mieux, le document confie le soin aux **SAGE** de fixer un objectif et de mettre en place un plan d'action pour le faire (ex : principe de réduction du taux d'étagement en Loire-Bretagne). Les nouveaux barrages ne sont jamais interdits : ils sont simplement déconseillés (Rhin-Meuse, Seine-Normandie), ou bien autorisés sous réserve de compensation (Loire-Bretagne).

- **La création de nouveaux plans d'eau est encore largement possible.** Ils sont interdits seulement dans certains secteurs, telles que les **ZRE¹⁸**, les zones denses en plan d'eau, les réservoirs biologiques..., contraintes variables selon les bassins. Parfois, ils sont seulement déconseillés (Seine-Normandie). Dans les faits, il est

tout à fait possible de créer un plan d'eau d'une surface inférieure à 1 000 m² (seuil de déclaration) n'importe où, et d'une surface inférieure à 3 hectares (seuil d'autorisation) hors des zones très protégées. Les zones de têtes de bassins versant et les cours d'eau de première catégorie ne sont pas spécialement protégés...

- **La destruction des zones humides est traitée de la même manière, même si une notion de compensation apparaît dans certains SDAGE.** La protection intangible des zones humides est loin d'être assurée, d'autant plus que les travaux concernant des zones inférieures au seuil de déclaration (0,1 ha) ne sont pas encadrés. L'inventaire des zones humides et leur protection sont confiés aux collectivités chargées d'élaborer les plans locaux d'urbanisme. Des plans de reconquête sont bien prévus (Loire-Bretagne, Rhône-Méditerranée, Seine-Normandie...) mais ni les critères de sélection, ni les objectifs ne sont explicités. Enfin il n'y a pas, outre les **ZSGE¹⁹** et **ZHIEP²⁰**, de distinction de zones humides particulièrement importantes pour le fonctionnement des écosystèmes qu'il faudrait préserver à tout prix (celles situées en tête de bassin par exemple).

Le marais de grande Brière (44)
© Sandrine Babonneau

17 - Taux d'étagement de cours d'eau défini comme le rapport entre la somme des hauteurs de chutes artificielles créées en étiage par les obstacles transversaux et le dénivelé naturel du cours d'eau.

18 - ZRE : Zone de Répartition des Eaux :

19 - ZSGE : Zone Humide Stratégique pour la Gestion de l'Eau. Zonage défini par la loi DTR du 20 février 2005, désignant les zones participant à l'alimentation et la préservation des ressources en eau utilisées notamment pour l'alimentation en eau potable, etc.

20 - ZHIEP : Zones Humides d'Intérêt Environnemental Particulier. Zonage défini par la loi DTR du 20 février 2005, désignant les zones humides présentant des fonctionnalités écologiques (habitat naturel, fonctions hydrologiques et auto-épuration...) remarquables.

EXEMPLES DE DISPOSITION :

- **T3 - 03.1.2 - D2 du SDAGE Rhin-Meuse :** En terme de protection de berges, limiter les interventions lourdes (enrochement, canalisation, etc.) aux seules zones correspondant à un enjeu fort en terme d'intérêt général (exemples : protection des ponts, routes, villages ; évitement des désordres hydrauliques).

- **IB1 du SDAGE Loire-Bretagne :** Le SAGE identifie les ouvrages qui doivent être effacés, ceux qui peuvent être arasés ou ouverts partiellement, ceux qui peuvent être aménagés avec des dispositifs de franchissement efficaces, et ceux dont la gestion doit être adaptée ou améliorée (ouverture des vannages...). Il comprend un objectif chiffré et daté pour la valeur du taux d'étagement du cours d'eau¹⁷.



Etang de Durtal (49)
© Romain Suaudeau

4 > LES MONTANTS ET MESURES DANS LES PROGRAMMES



Passé à poissons à Navarenx sur le gave d'Oloron, 2008 (64)
© Bernard Rousseau

21 - Génie végétal : technique douce de restauration consistant à utiliser des matériaux végétaux pour consolider ou modifier les berges ou le lit d'un cours d'eau.

22 - Source rapport d'activité Agence de l'eau Loire Bretagne, 2008

Les programmes de mesures sont censés décliner les orientations et les dispositions des **SDAGE**. Les mesures sont précisément identifiées, localisées, datées et chiffrées, et leur maître d'ouvrage est pré-identifié. Ces programmes ont une portée réglementaire faible car il n'y a aucune obligation de compatibilité vis-à-vis des travaux effectués par les particuliers ou des décisions de l'administration. Néanmoins les différents programmes et projets d'aménagement devront les prendre en compte et les appliquer de la meilleure manière possible. Enfin, si les objectifs environnementaux fixés dans les **SDAGE** ne sont pas atteints, la Commission européenne se penchera certainement sur la qualité de mise en œuvre de ces programmes...

Les mesures de restauration affichées concernent principalement 3 types d'interventions :

- La restauration du lit mineur : diversification des écoulements (pose de blocs, pieux, seuils de fonds...), reméandrage, voire pose d'abreuvoirs et autres aménagements ponctuels pour limiter les dégâts liés au bétail ;
- La restauration des berges : reprofilage, protection par génie végétal²¹, replantation de végétation ;

- La restauration de la continuité : effacement d'ouvrages, arasement de seuils, mise en place de passes à poissons.

Les détails sur la restauration de la morphologie sont présentés dans le chapitre suivant.

Les coûts sont en général très élevés pour la restauration du lit mineur et la restauration des berges, du fait des linéaires importants à traiter. A contrario les effacements de seuils sont beaucoup moins onéreux.

La précision des mesures mentionnées est très variable : ainsi, là où le programme Artois-Picardie mentionnera simplement « restauration du lit mineur », le programme Loire-Bretagne précisera « restaurer les frayères à salmonidés », « gérer les embâcles et atterrissements »...

À l'échelle nationale, s'observe une très forte augmentation des moyens engagés pour l'entretien et la restauration hydromorphologique des milieux aquatiques et des zones humides. Toutefois, la question du rapport coût/efficacité est prioritaire dans un contexte DCE.

Les montants alloués à la restauration morphologique des cours d'eau sont très variables en fonction des bassins. Par exemple en 2007, l'Agence de l'eau Loire Bretagne a versé 15 millions d'euros d'aides pour la restauration et l'entretien de 1 230 km de cours d'eau²², soit 12 euros par mètre linéaire. Cependant, quelque soit la technique utilisée, il est important de noter que les 12 €/ml investis par l'Agence de l'eau Loire Bretagne seront insuffisants...

Les aménagements de berges tels que talutage ou banquettes végétales, peuvent coûter en moyenne 100 euros par mètre linéaire. Les gains restent par ailleurs peu ambitieux et difficiles à réaliser à grande échelle, au vu de la longueur des linéaires à traiter.

Dans le cadre de la DCE, il est primordial d'aller vers des techniques plus innovantes, qui peuvent se faire rapidement et à plus grande échelle : la renaturation, la recharge de granulats, ou le reméandrage, et bien sur la destruction massive des ouvrages transversaux inutiles.



Banquette végétalisée sur la Tourmente, octobre 2009 (37)
© Romain Suaudeau



Abreuvoir aménagé (63)
© Aurélien Mathevon



Le Thouet à la Forge à fer après abaissement d'un barrage, août 2006 (79) - © Olivier Constantin

Comparatif des montants alloués dans les programmes de mesures pour la restauration morphologique (Sources Agences de l'eau, novembre 2009).

Bassin	Coût du programme 2010-2015 (Milliards d'euros)	Coût lié à la restauration morphologique (Milliards d'euros)	Part de la restauration morphologique dans le PDM
Adour-Garonne	4,1	0,994	24%
Artois-Picardie	2,6	0,078	3%
Loire-Bretagne	3,3	1,287	39%
Rhin-Meuse	2,5	0,200	8%
Rhône-Méditerranée	5,6	1,232	22%
Seine-Normandie	9	0,900	10%
TOTAL	27,1	4,691	17,3%

Le plan d'action pour la restauration de la continuité écologique des cours d'eau a été présenté le 13 novembre 2009 par Madame la Secrétaire d'Etat en charge de l'Ecologie.

Ce plan, d'ores et déjà engagé, a pour objectif de mieux coordonner et de créer des synergies entre les politiques portées par l'Etat et ses établissements publics, notamment les Agences de l'eau et l'ONEMA.

Ce plan se décline en 5 piliers cohérents et complémentaires : la connaissance ; la définition des priorités par bassin ; la révision récente des IX^{èmes} programmes des agences de l'eau et les contrats d'objectifs des établissements publics ; la mise en œuvre de la police de l'eau ; l'évaluation des bénéfices environnementaux.

Parmi les engagements forts de ce plan : renforcer les aides des Agences de l'eau pour les actions de restauration de la continuité écologique des cours d'eau, qui doivent permettre d'aménager 1 200 ouvrages d'ici la fin des IX^{èmes} programmes (2012) en cohérence avec le plan de gestion anguille qui a identifié un peu moins de 1 500 ouvrages à aménager pour 2015.

Ces aides doivent être accordées sur la base des priorités établies à l'échelle du bassin.

Pour en savoir plus ; voir le site de l'ONEMA :
<http://www.onema.fr/Lancement-d-un-plan-national-d>

- > L'INTERVENTION SUR LES OUVRAGES HYDRAULIQUES
- > LA RESTAURATION DU LIT MINEUR ET DES BERGES

Les MÉTHODES de

RESTAURATION

Les cours d'eau ont toujours été exploités et aménagés par l'homme. Dès la première moitié du 20^{ème} siècle, les travaux lourds ont été généralisés, avec pour but la « lutte » contre les inondations, la valorisation de terres pour l'agriculture, la navigation, ... Consécutivement, des travaux ont été menés afin de compenser une partie des dégâts occasionnés. Au cours des années 1980, de nouvelles techniques sont apparues regroupées sous le terme de « génie végétal²³ ». Puis la prise en compte de l'hydromorphologie et la notion de continuité écologique est apparue dans les textes, notamment avec la DCE.

Sur beaucoup de cours d'eau il semble difficile de proposer des actions de restauration, soit parce que l'échelle d'intervention est très importante, soit parce que les techniques actuellement utilisées ne paraissent pas pouvoir répondre aux besoins.

Il est évidemment possible, à grand renfort de génie civil et végétal, de recréer les cours d'eau tels qu'ils étaient auparavant, mais cela reste très difficile techniquement, socialement, et à des coûts très élevés.

Il est également possible de recréer simplement des conditions qui permettront au cours d'eau de se « régénérer » de lui-même, au moins en partie. C'est pourquoi, **pour restaurer la morphologie des cours d'eau à grande échelle comme le demande la DCE, il faut aller au-delà de la simple restauration de l'habitat piscicole, qui se faisait jusqu'à présent. Pour cela, il est nécessaire d'expérimenter des techniques innovantes, et de mettre en œuvre des aménagements non pas figés, mais qui donnent des trajectoires d'évolution aux cours d'eau sur le long terme.**

Voici un panel de travaux utilisés fréquemment dans les chantiers de restauration.

23 - Ce sont en fait des techniques anciennes souvent développées en milieu montagnard, adaptées aux berges des cours d'eau et prenant en compte les aspects biologiques de la conservation des sols - Lachat B 1994

1 > L'INTERVENTION SUR LES OUVRAGES HYDRAULIQUES



La vallée du Leguer après démantèlement du barrage de Kernansquillec (22)
© Association de la Vallée du Leguer



Abaissement du barrage de la Porte sur le Dhuy, 2009 (45)
© Paul Benezit



Passé à bassins successifs sur le Gave d'Oloron à Navarrenx, juillet 2009 (64)
© Bernard Rousseau

Lorsque l'on évoque les interventions sur les ouvrages transversaux (barrages et seuils), il faut bien garder à l'esprit 2 principes :

- L'effacement ou l'arasement sont les deux seules solutions de restauration de la continuité écologique ;
- La construction de dispositifs, l'aménagement des ouvrages, les modalités de gestion ne sont que des mesures d'atténuation des impacts.

- L'effacement total des ouvrages :

pour annuler totalement les effets d'un barrage, il est nécessaire de le détruire complètement. Il s'agit de la seule solution rétablissant à la fois la continuité écologique (montaison et dévalaison), les écoulements naturels et les micro-habitats à l'amont. Il s'agit également de la seule solution valable pour les barrages mesurant plus de 2-3 mètres de hauteur. Le retrait ou l'abaissement total d'un clapet, peut conduire au même résultat.

- **Les arasements et échancrures :** les arasements partiels et les échancrures opérées dans la chaussée d'un ouvrage, inférieur à 2 mètres de hauteur, peuvent également rétablir de manière relativement efficace la continuité écologique. Cela dit, bien que localement la hauteur d'eau devienne suffisante pour assurer le passage des poissons, les sédiments restent bloqués et les écoulements naturels ne sont pas totalement rétablis. Enfin, leur effet sur les habitats à l'amont de l'ouvrage est souvent



La Risle après démantèlement d'un ouvrage, mai 2008 (61)
© Bernard Rousseau

négligeable, sauf en cas d'échancrure importante diminuant la ligne d'eau.

- **La gestion des ouvrages :** l'ouverture périodique d'écluses, vannes levantes, l'abaissement de clapets ou le retrait d'aiguilles dans les barrages du même nom peuvent, quand ils sont effectués dans une période et une durée stratégiques, conduire à une restauration momentanée des circuits de migration des poissons. Ils peuvent concourir également à rétablir le transport des sédiments auparavant bloqués à l'amont des ouvrages.

- **Les dispositifs de franchissement :** Les passes à poissons permettent de rétablir la continuité écologique pour les poissons tout en maintenant la ligne d'eau ; seulement, comme vu plus haut, leur fonctionnement est rarement optimal. Le défaut d'entretien, la mauvaise conception et les variations de débit pénalisent grandement leur fonctionnement. Et quand bien même ils rempliraient ces conditions, seule une partie des poissons franchiraient le dispositif, et dans la plupart des cas avec un retard dû à la recherche de l'entrée de la passe. Dans le sens de la dévalaison, les solutions sont encore inexistantes, à fortiori où une turbine hydroélectrique est présente : elle attire inévitablement, de par son débit, les jeunes poissons (truitelles, tacons, alosons...) souhaitant rejoindre l'aval, voire la mer. Enfin, les passes ne permettent pas de rétablir le transport des sédiments.

QUELQUES EXEMPLES : DES BARRAGES NON CONSTRUITS, ARASÉS, ABAISSÉS, OU À EFFACER...

CHAMBONCHARD SUR LE CHER, SERRE DE LA FARRE EN HAUTE-LOIRE, LE VEURDRE SUR L'ALLIER : des projets abandonnés, à la suite du « combat Loire ».

Ces 3 barrages, ajoutés à celui de Naussac 2 (réalisé), avaient été envisagés par l'EPALA, pour 3 fonctions majeures, selon le président de l'époque de cette institution :

- Le soutien d'étiage,
- Le développement du tourisme nautique,
- La lutte contre les inondations.

LE BARRAGE DU VEURDRE, situé à l'aval de l'Allier, devait permettre de réduire l'amplitude des crues en Loire moyenne, en complément du barrage de Villerest sur la Loire, en amont de Roanne. L'évaluation de leur impact sur une crue comparable à celle de 1856, qui avait noyé Tours sous 7-8 mètres d'eau, avait été réalisée : ils auraient à eux deux écrié la crue de 230 millions de m³, sur les 1.5 à 2.5 milliards générés... ce qui aurait abaissé le niveau de l'eau de 40 à 50 cm au Bec d'Allier et de 10 à 15 cm à Tours ! De plus, cela supposait que ces barrages soient préalablement vides, car un barrage plein n'écrête rien. Le coût d'un tel ouvrage voué à ne pas être rempli pendant des dizaines d'années semblait donc totalement injustifié.

Les cas de **SERRE DE LA FARRE ET DE CHAMBONCHARD** sont similaires ; il s'agissait de projets de barrage écrêteurs de crue, tous aussi chers qu'inutiles et néfastes pour l'environnement. La réalisation de ces barrages signifiaient la fin de la Loire vivante et libre : une communauté d'amoureux de la Loire s'est donc levée, encadrée par les associations de protection de la nature et de l'environnement du bassin de la Loire regroupées sous la bannière « Loire Vivante », pour mener ce qui restera dans les annales sous le nom de « combat Loire ».

L'occupation de Serre de la Farre au Puy, rassemblant quelques 10 000 personnes, les marcheurs de l'eau, qui ont descendu la Loire du mont Gerbier de Jonc à son estuaire, pour ensuite remonter vers l'Allier, dynamitant au passage une

maquette du barrage de Poutès-Monistrol, la fête de l'eau présidée par Théodore Monod en 1991, avec sa pyramide des eaux polluées de France... autant d'actions emblématiques qui ont contribué à faire réfléchir les pouvoirs public et à remettre en cause les projets de bétonnage de l'EPALA.

Au fil des années, les gouvernements ont fini par comprendre, et les 3 projets de barrages ont été abandonnés. Seul celui de Naussac 2, situé à l'extrême amont de l'Allier, a vu le jour : il vise à soutenir l'étiage indispensable au fonctionnement des centrales nucléaires. Le Plan Loire Grandeur Nature a même été mis en place par Michel Barnier en 1994, visant la protection et la mise en valeur de la Loire ; mais c'est une autre histoire...

MAISONS-ROUGES SUR LA VIENNE :

En 1998, le barrage de Maison Rouges, situé peu en aval de la confluence entre la Vienne et la Creuse (bloquant donc le flux migratoire sur ces deux affluents), a été effacé après de nombreuses négociations. Il constituait un obstacle significatif à la remontée des aloses et lamproies, dont le bassin de la Vienne est, pour ces dernières, le principal lieu de reproduction en France. Depuis, les remontées de Lamproies, observées sur les passes de Lamproies, de Descartes (depuis 2004) sur la Creuse et de Châtellerault (depuis 2007) sur la Vienne, ont augmenté de manière spectaculaire, pour atteindre près de 100 000 individus en 2007...

Il s'agit là d'un exemple de « point noir » pour la migration dont l'effacement a donné un résultat spectaculaire, et qui démontre à quel point l'effacement de certains ouvrages est primordial pour la restauration des populations de poissons migrateurs.

Cet effacement a aussi permis le retour du Saumon atlantique sur l'aval de la Gartempe et son affluent l'Anglin : le suivi des remontées à la passe à poissons de Chateauponsac sur cette rivière a cependant montré que depuis 2001, les effectifs franchissant ce barrage n'ont dépassé la dizaine qu'une seule fois...

KERNANSQUILLEC SUR LE LÉGUER

Ce barrage hydroélectrique de 15m de haut, construit dans les années 20 près de Lannion, a été effacé en 1996 pour des raisons de sécurité publique. Ainsi, le



Le barrage de Maisons rouges sur la Vienne pendant la déconstruction en 1998 (37) - © Josselin De Lespinay



Seuil noyé à l'endroit de l'ancien barrage de Maisons rouges, juillet 2008 (37)
© Michel Bramard



Lac de retenue de Kernansquillec sur le Leguer (22)
© Archives départementales 22



La vallée du Leguer après démantèlement du barrage de Kernansquillec (22)
© Association de la Vallée du Leguer

plan d'eau de 12 hectares qu'il formait a disparu, et la continuité écologique a pu être rétablie entraînant la réapparition d'une population importante de Saumon atlantique. A force de concertation, le projet a finit par être mieux accepté par la population locale, de prime abord hostile au démantèlement. Le réaménagement d'un cheminement le long du cours d'eau et l'aspect très naturel du site ont contribué à en faire un exemple de premier plan pour la restauration des milieux aquatiques²⁵.

D'AUTRES OUVRAGES DÉMANTELÉS

Malgré une réticence globale, une dynamique d'effacement d'ouvrage apparaît tout de même ça et là. Ainsi, l'EPL²⁶ a progressivement changé son fusil d'épaule, en passant d'une politique d'aménagement des cours d'eau à celle de restauration et de mise en valeur des écosystèmes fluviaux, aidé en cela par le Plan Loire Grandeur Nature, lancé en 1994 et qui a permis notamment le dynamitage du **BARRAGE DE SAINT ETIENNE DU VIGAN**, en Haute Loire le 24 juin 1998. Le dernier exemple en date concerne **LE BARRAGE DU FATOU**, situé à l'amont de Poutès, effacé fin 2007.

En Mayenne, sous l'impulsion de collectivités motivées et de services de l'Etat efficaces, une dynamique positive est en train de voir le jour ; **LE BARRAGE DE COUPEAU SUR LE VICOIN** a été effacé, le Syndicat d'aménagement de la Jouanne mène une politique avant-gardiste sur le devenir de ses ouvrages, tout comme sur le bassin de la Sèvre nantaise, où plusieurs expérimentations d'effacements d'ouvrages ont lieu...

L'EFFACEMENT DU BARRAGE DE BLOIS

Le barrage mobile de Blois, créé en 1970 dans le département du Loir et Cher, avait pour vocation de créer une base de loisirs. Relevé de Juin à Octobre, il représentait un obstacle à la migration du saumon.

Cet obstacle avait été identifié comme l'un des points noirs à traiter en priorité dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature. D'après les experts du Conseil Supérieur de la Pêche, aucune solution technique n'était envisageable. Le collectif «l'avenir du fleuve se construit sans barrage» s'est donc opposé au renouvellement

de la concession accordée au Conseil Général 41, gestionnaire du barrage, et qui arrivait à son terme le 17 Avril 2005. Celle-ci n'a pas été renouvelée. L'arrêté Préfectoral du 14 avril 2005 a ordonné la remise en état du site et le maintien des vannes en position effacée jusqu'aux travaux de démantèlement. Ces travaux de démantèlement sont actuellement en cours en 2009, pour un coût estimé à 1,3 millions d'euros.»

LA GESTION ET L'ABAISSMENT D'OUVRAGES : EXEMPLE SUR LE DHUY

Les opérations, simples et peu coûteuses, consistent à modifier les modes de gestion des ouvrages, par l'ouverture ou le démontage des vannes par exemple.

Sur le Dhuy (affluent du Loiret dans le Loiret, 45), un abaissement de barrage expérimental est en cours depuis l'été 2009. Il s'agit des barrages de Neuville en Sullias, Tigy et Sandillon, ces deux derniers étant abaissés en compensation du curage de la Marmagne (affluent du Dhuy).

Le Dhuy à cet endroit est un cours d'eau recalibré et rectifié, présentant un écoulement lentique et une succession de barrages. Il en résulte une homogénéité totale de son cours et un engorgement prononcé. L'APSL²⁷ et le SIBL²⁸ ont été les deux principaux moteurs de cette action expérimentale ; ainsi, le 9 juin 2009, ces ouvrages de type clapet ont été abaissés, pour un coût très faible.

Quelques minutes seulement après l'abaissement des ouvrages, l'effet de chasse avait déjà évacué une partie des sédiments ainsi que la totalité des lentilles d'eau et un écoulement préférentiel s'était formé. Quelques jours après, on retrouvait fosses, méandres et radiers à l'amont des ouvrages...

Lit mineur du Dhuy une semaine après abaissement. 2009 - © Paul Benezit



LE BARRAGE DE POUTÈS-MONISTROL SUR L'ALLIER

Le barrage de Poutès-Monistrol est un ensemble de 3 barrages hydroélectriques construits entre 1920 et 1934 sur l'Allier et l'Ance du Sud (2 barrages), en Haute-Loire, à Monistrol d'Allier. La chute située sur l'Allier constitue le point noir le plus pénalisant pour le rétablissement des populations de Saumon atlantique du bassin de la Loire, les frayères principales se situant juste à l'amont de l'ouvrage (et étant de ce fait en partie noyées). Cette population est la dernière « grande migratrice » d'Europe, en remontant de l'estuaire de la Loire jusque dans les gorges de l'Allier lors d'un périple de 900 km pouvant durer 14 mois ; sa sauvegarde est un enjeu primordial.

Ce complexe fonctionne par éclusées. Il est équipé d'une passe à saumons, fonctionnant comme un ascenseur ; seulement, l'efficacité de ce dispositif est très relative. Un saumon ayant atteint le pied du barrage en 2007 a mis 45 jours avant de trouver l'entrée de l'ascenseur ! Autant dire que le retard à la migration provoqué est souvent rédhibitoire pour un poisson ayant parcouru 900 km sans se nourrir.

L'intérêt de son effacement paraît évident, dès lors qu'il représente actuellement 0,077 % de la production hydroélectrique française, donc facilement compensable par des projets alternatifs de production d'énergie. Seulement les intérêts contraires ont encore tendance aujourd'hui à dominer le débat, en particulier ceux d'EDF qui ne souhaite pas « perdre la face », et ceux de la commune de Monistrol d'Allier qui touche la taxe professionnelle...

Les remontées aujourd'hui dépendent fortement des conditions hydrologiques, et ne sont rendues possibles que grâce aux lâchers réguliers de tacons²⁹ à l'amont de Poutès. Les résultats sont aléatoires, mais surtout très faibles... avec rarement plus d'une centaine de saumons franchissant Poutès, pour un coût démesuré.

Evidemment, bien d'autres barrages connus, dont les impacts sont importants, restent à effacer : La « Roche qui boit » et « Vezins » sur la Sélune, Tuilières sur la Dordogne, Descartes sur la Creuse...

+ Pour aller plus loin

- Plaquette de l'EPL sur l'effacement du barrage du Fatou
http://www.eptb-loire.fr/upload/publication/pj/plaq_Fatou.pdf
- Revue Eaux libres n°26 du CSP, avril 1999, intitulé « Espoirs de Loire »
- Association de la Vallée du Leguer : <http://www.riviere-du-leguer.com/>
- Le dossier de FNE « Barrages et modifications morphologiques des cours d'eau », 2006, avec de nombreux articles de la Lettre eau
http://www.fne.asso.fr/_includes/mods/kb_upload/File/Eau/barrages-modif-morpho/Dossier%20barrages_FNE_aout2006.pdf



Les gorges de l'Allier vers Poutès (43)
© René Danière

2 > LA RESTAURATION DU LIT MINEUR ET DES BERGES

Les opérations sont de deux types :

- **La restauration douce, qui vise à recréer les fonctionnalités biologiques disparues.** Il s'agit de travaux de faible ampleur menés avec des matériaux et techniques rustiques, visant à améliorer localement la qualité et la diversité des micro-habitats. Le coût de ces travaux est modéré ;
- **La renaturation, qui vise à redonner au cours d'eau l'aspect qu'il avait avant les dégradations.** Il s'agit de travaux très lourds où l'on « recrée » littéralement l'ensemble du cours d'eau. Les coûts sont très élevés, mais permettent de viser un objectif d'atteinte du « très bon état ».

29 - Tacons : jeunes saumons âgés de moins d'un an. Ils sont produits à la salmoniculture de Chanteuges, qui prélève quelques géniteurs à la passe de Vichy/Langeac pour y féconder et faire éclore les œufs, avant d'élever puis lâcher les tacons dans l'Allier. Marqués par une ablation de la nageoire adipeuse, ceux-ci peuvent être identifiés lors de leur remontée à Poutès ; il s'avère qu'environ 1 tacon sur 10 000 lâchés parvient à l'ascenseur de Poutès...

Déconstruction du barrage de Blois, octobre 2009 (41)
© Romain Suaudeau



Transport et pose de matériaux dans le lit sur la Brenne (37)
© Michel Bramard



LES TECHNIQUES DE RESTAURATION DOUCES

Destinées à redonner une certaine diversité d'habitats aux cours d'eau recalibrés et rectifiés, elles sont d'autant plus efficaces que l'écoulement du cours d'eau est puissant. L'objectif général est de redonner une certaine « énergie » perdue en « recréant » une **sinuosité** du lit à l'intérieur du lit surcreusé. Il existe donc plusieurs manières de rétrécir et de diversifier la section d'écoulement :

- **La pose de risbermes, épis, fascines, banquettes végétalisées** : ouvrages latéraux visant à rétrécir la largeur du lit localement. Construits à partir de matériel végétal, comme des pieux de saule (qui ont l'avantage de bouturer et donc de repousser après la pose) ;

- **La pose de blocs dans le lit** : cette action crée une diversification de l'écoulement, des caches pour les poissons et macro-invertébrés ;

- **La pose de seuils ouverts en travers du cours d'eau** : au niveau de l'ouverture, recentre le courant en l'accéléralant, tout en diminuant l'écoulement sur le reste de la largeur de la rivière. Les matériaux sont remis en suspension là où le courant est fort et se déposent là où il est faible, amenant une diversification de la granulométrie du fond (favorable au frai de la Truite, par exemple) ;

- **Le retalutage des berges** : opération plus lourde qui consiste à adoucir la pente des berges, permettant l'installation d'une végétation graduelle (selon l'humidité) et de diminuer les phénomènes d'érosion prononcés.

A noter que la pose de protection de berges n'est à envisager qu'en cas d'absolue nécessité telle que la protection de bien ou de personnes. L'érosion de la berge est un phénomène naturel et indispensable à la dissipation de l'énergie du cours d'eau, qui se fait en arrachant des sédiments à l'extérieur des méandres pour les déposer à l'intérieur. Ainsi s'établit l'équilibre entre « **débit liquide** » (l'eau) et « **débit solide** » (le transport des sédiments). L'élimination systématique de toutes les protections de berges existante est à considérer lorsque l'emprise foncière le permet : c'est le meilleur moyen de redonner à la rivière sa dynamique naturelle.

L'absence de végétation de berge (**ripisylve**) est préjudiciable aux cours d'eau : celle-ci joue le rôle de protection naturelle mais également de régulateur thermique des rivières, par l'ombrage qu'elle permet : l'absence d'ombre peut induire en été une élévation de plus de 4-5°C dans les petites rivières. La replantation d'essences locales adaptées et/ou la création des conditions favorables à l'établissement d'une végétation spontanée sont des techniques privilégiées dans ce cas³⁰.

De nombreuses autres techniques et variantes existent, notamment sur les petits barrages, les étangs, les digues, les enrochements... Elles sont mises en œuvre après une étude diagnostic des dysfonctionnements du cours d'eau, qui permettra de définir les modes et moyens d'intervention les plus pertinents, les techniques et matériaux adaptés au contexte ainsi que les objectifs de restauration. Des mesures de précaution doivent également être envisagées pour pallier à d'éventuels désagréments provoqués.

Ces opérations doivent être ciblées dans un premier temps sur les cours d'eau où l'efficacité de l'euro investi est maximale et où le potentiel biologique à récupérer est important : rivières salmonicoles, têtes de bassin, réservoirs biologiques, rivières peu polluées, à forte pente...

Il est également souhaitable de le faire sur des zones où les projets seront assez faciles à mener. Les retours d'expériences, même s'ils commencent à se multiplier, sont encore peu nombreux ; les besoins d'expérimentation sont donc très importants, d'autant plus que ce qui est vrai localement ne l'est pas forcément ailleurs. Les aspects « expérimentation » et « pédagogie » sont donc à prendre en compte, notamment pour faciliter la multiplication d'opérations de ce type par la suite.

LA RENATURATION

Exemple avec le bassin du Drugeon, la reconquête du « très bon état » :

Le Drugeon est une rivière jurassienne dont le bassin comprend 4000 ha de zones humides. Il présente une multitude de milieux riches et variés allant de la tourbière à la pelouse sèche en passant par le marais alcalin.



Banquettes végétalisées sur le Drugeon (37)
© Romain Suaudeau

Fortement altérée durant les années 50 par les travaux d'hydraulique agricole, la rectification, l'enrochement de berge et le drainage ont réduit sa longueur de 30% et l'ont transformé en un véritable canal, entraînant assèchement des terres et incision du lit (de 60 cm à 1.80 m).

Un projet de carrière en tourbière, combattu par les associations de protection de la nature, a finalement entraîné une volonté de restauration complète du bassin dégradé.

Une étude pluridisciplinaire a donc été effectuée en 1991 grâce aux financements européens émanant du programme LIFE auquel le bassin du Drugeon a été inscrit.

Les grands axes du projet en découlant étaient les suivants :

- **protection des zones d'intérêt écologique ;**

- **restauration de l'hydraulique naturelle (reméandrage) du Drugeon et réhabilitation de zones inondables naturelles** : le coût s'élève à 17 millions d'€, alors que les travaux d'hydraulique agricole qui avaient dégradé la rivière avaient coûté 9 millions d'€ ;

- **assainissement de la vallée** : gestion et traitement des effluents déversés en amont. Coût de l'opération : 30 millions d'€.

Les travaux ont débuté en 1996, pour un coût total de 63 millions d'€. Les résultats ne se sont pas fait attendre, avec un rehaussement de la nappe phréatique (1m par endroits), le retour de certaines espèces aquatiques, la diversification des habitats par la reconquête de la dynamique naturelle du cours d'eau, le retour des débordements en prairie (enrichissement des prairies, limitation des inondations) et l'accroissement de la richesse spécifique et des biomasses.

80 ha de zones humides ont été acquises par le Syndicat des Frasnès (maître d'ouvrage du projet), et des conventions de gestion ont été passées pour 1 500 hectares supplémentaires.

A la suite de cette restauration, la zone a été intégrée au réseau Natura 2000 en tant que Zone de Protection Spéciale (protection des oiseaux). En 2005, les travaux avaient



Reméandrage avec berges plates sur l'Orfeuill à Chedigny, octobre 2009 (37)
© Romain Suaudeau

permis de récupérer 5 des 8 km perdus lors des travaux de rectification. 27 km de cours d'eau ont été restaurés, dont plus de la moitié par reprise de l'ancien bras et comblement du tracé rectiligne.

L'amélioration notable du milieu a été consacrée par la désignation du site au titre de la convention de Ramsar le 2 février 2003.

Cet exemple de renaturation à grande échelle est pour l'instant unique en France, mais de nombreuses actions sont menées ailleurs et notamment en Allemagne. Cette méthode donne de très bons résultats et est la seule qui permette de retrouver les fonctionnalités initiales. Toutefois, les travaux à mener sont lourds, les études doivent être complexes et nombreuses (pédologie, hydrogéologie, etc.), et l'action exige une bonne connaissance du milieu, une modification de tous les usages alentours...

30 - Pour aller plus loin, voir l'ouvrage du CSPNB intitulé « L'arbre, la rivière et l'homme » édité par le MEEDDAT

L'exemple du Drugeon est difficilement transposable ailleurs à cette échelle, puisqu'il y avait plusieurs conditions favorables : terrains déjà acquis ou faciles à acquérir, pas de modification sensible des pratiques culturales et de l'assolement, beaucoup de moyens mobilisables...

Toutefois, il existe là aussi plusieurs autres exemples à moins grande échelle, qui méritent d'être signalés : c'est le cas par exemple sur le bassin de l'Indrois, en Indre et Loire, où 2 cours d'eau ont été renaturés ces 2 dernières années, par la Communauté de communes de Montrésor : le Marolles à Génillé qui a été reméandré sur 400 mètres et l'Orfeuil à Chédigny, reméandré sur 165 mètres³¹.

Il est impératif de bien identifier les zones où il est pertinent de mener une telle action ; tous les cas ne se prêtent pas à ce type d'intervention, au contraire. Il s'agit plutôt d'une expérimentation qui ne doit pas faire oublier tous les autres cours d'eau où il est nécessaire de progresser par des moyens plus « raisonnables ».



Lit emboîté sur le Marolles après travaux en octobre 2009 (37) - © Romain Suaudeau



Le Marolles pendant les travaux de renaturation en janvier 2009 avec nouveau et ancien lit (37) © Jonathan Leproult

Le Marolles renaturé avec ancien lit rectiligne visible en octobre 2009 (37) © Romain Suaudeau



Le Marolles rectiligne à Génillé avant travaux (37) © Jonathan Leproult



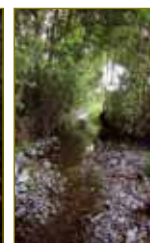
Déversement de granulats sur le Magnerolles en 2008 (79) © Michel Bramard



Déversement de granulats sur la Céphons, 2009 (36) © Michel Bramard



La Clouère avant travaux (86) © Michel Bramard



La Clouère 2 mois après travaux (86) © Michel Bramard

UNE TECHNIQUE INTERMÉDIAIRE INNOVANTE : LA RECHARGE EN GRANULATS

Il s'agit d'apporter des matériaux, plutôt grossiers (pierres, cailloux), permettant au cours d'eau de recréer une diversité d'écoulements et de micro-habitats auparavant absente. Elle permet de rehausser des lits incisés, de restaurer des écoulements et des habitats (création de radiers...), de remodeler la section du lit d'étiage.

Il s'agit d'une intervention forte sur le milieu, puisque l'on apporte des quantités parfois importantes de matériaux exogènes dans le cours d'eau³². Cette technique présente de gros avantages :

- Sans ancrage en berge ou au fond, cette technique est souple et peut évoluer avec la dynamique sédimentaire du cours d'eau ;
- C'est souvent la seule technique qui permette de reconstituer les matelas alluvial et les écoulements hyporhéiques³³ qui ont un rôle primordial dans le fonctionnement écologique des cours d'eau (échanges physio-chimiques et biologiques, régime thermique) ;

- Elle permet de traiter d'importants linéaires rapidement³⁴, et apporte souvent des résultats rapides ;
- Elle présente un coût modéré ;
- Son intégration paysagère est très rapide.

³² - Une recharge d'environ 20-30 cm sur le fond du lit est jugée comme une moyenne satisfaisante. Mais tout dépend de la profondeur du cours d'eau. On peut aller jusqu'à 1,5 tonnes par mètre linéaire (exemple de la Clouère (86)) lorsque les cours d'eau sont très incisés et ont été fortement curés.

³³ - Écoulements sous jacents à travers les granulats.

³⁴ - Les travaux de recharge permettent de traiter de 80 mètres (accès difficiles) à 600 mètres (accès faciles) de cours d'eau par jour. Sur le Lizant (86), la recharge était de 190 tonnes par jour...



Recharge et pincements du lit du Réau en amont du pont à Nouans les Fontaines, octobre 2009 (37) © Romain Suaudeau

La recharge peut se faire directement dans le cours d'eau, par camion ou tracteur si l'accès est facile, ou à l'aide d'une pelle mécanique voire manuellement si les accès sont difficiles. Par la suite, le cours d'eau fait le tri de la granulométrie en fonction de son énergie et modèle son lit au cours du temps, et notamment à l'occasion des petites crues, qui ont lieu en moyenne tous les 2-3 ans.

Nombreuses sont les règles à respecter, pour ce qui concerne le choix de la taille des granulats, leur origine, les endroits à recharger... mais la mise en place des matériaux ne revêt pas de difficultés techniques majeures.

De fait cette technique convient bien à « l'urgence » de l'atteinte du bon état fixée par la DCE. Les opérations de ce type se multiplient donc et les résultats sur les paramètres biologiques sont en général intéressants, même s'il existe encore peu de recul pour le moment, la plupart des travaux connus ayant été menés très récemment (2 et 3 ans).

Un premier rapport de recueil d'expériences est en cours d'élaboration au sein de l'ONEMA, notamment sur les cours d'eau de plaine du grand ouest.



Le lit de la Céphons après travaux en novembre 2009 (36) - © Michel Bramard

! À signaler

L'ONEMA coordonne l'élaboration d'un guide de recueil d'expériences sur la restauration physique des cours d'eau. L'objectif est de faciliter l'engagement de maîtres d'ouvrage déclarés ou potentiels dans des opérations de restauration physique des cours d'eau et/ou en élever le niveau d'ambition. Il sera disponible dès 2010 et en lien avec une base de données actualisée.

+ Pour aller plus loin

- La lettre du Drugeon, avril 2008, n°23, www.val-drugeon.org
<http://home.nordnet.fr/~chantier.nature/accueil.htm>

- Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau, AESN, 2008
<http://www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=5313>

³¹ - Coûts des travaux sur Marolles : environ 100 €/mètre linéaire ; sur Orfeuil : environ 50 €/mètre linéaire.

Quelques POINTS de la RÉGLEMENTATION

Cascade du Ray pic, 2009 (07)
© Romain Suaudeau

LA DCE DE 2000

Elle impose l'atteinte d'un « bon état » des eaux d'ici 2015 (sauf dérogations justifiées), apprécié selon les caractéristiques biogéographiques des divers bassins versants. Ce bon état intègre un « bon état biologique », qui implique que les populations vivantes des milieux aquatiques soient « peu différentes de ce qu'elles seraient à leur état naturel ». Il en découle pour l'ensemble des masses d'eau une obligation de « continuité écologique », qui correspond à la libre circulation des organismes vivants et des sédiments.

LA LEMA DE 2006

Elle apporte quelques nouveautés en ce qui concerne la protection des cours d'eau :

- Les classements de cours d'eau se font maintenant selon 2 listes arrêtées par les Préfets coordonnateurs de bassin (C. env., art. L. 214-17) :

• La première liste contient les cours d'eau à grands migrateurs (vivant alternativement en eau douce et eau salée), les cours d'eau jouant le rôle de réservoir biologique et les cours d'eau choisis parmi ceux qui restent en très bon état. Les nouveaux obstacles entravant la circulation des organismes biologiques ou des sédiments y sont proscrits ;

• La seconde liste contient les cours d'eau à migrateurs, où il est nécessaire de rendre franchissable l'ensemble des obstacles sur son cours, qu'ils soient nouveaux ou anciens ;

- Le curage n'est désormais plus considéré comme un mode normal d'entretien de cours d'eau, qui s'autocurent naturellement et gratuitement. Il ne peut être effectué qu'à titre exceptionnel, pour des motifs précis et justifiés de sécurité, de lutte contre l'eutrophisation ou pour la création ou la restauration d'ouvrage (C. env., art. L.151-36) ;

- Les conditions de gestion hydraulique des barrages entravant les cours d'eau sont modernisées, de telle sorte qu'au plus tard en 2014 pour les ouvrages existants, ils assurent le respect d'un débit réservé minimal correspondant au dixième du **module**, qui peut être aggravé pour des motifs biologiques (C. env., art. L. 214-18) ;

- Les travaux dans le lit des cours d'eau doivent être autorisés ou déclarés préalablement à leur réalisation : toute destruction ou altération de frayères ou de zones de vie piscicole sans autorisation ou déclaration administrative ou en violation des prescriptions techniques qu'elles comportent sont spécialement réprimées (C. env., art. L. 432-3 et L. 432-4).

LES SDAGE 2010-2015

Ils doivent être élaborés pour 6 ans par les Comités de bassin en application de la DCE.

Ils encadrent les politiques de gestion de l'eau, dont ils précisent les termes selon les caractéristiques propres à chacun des grands bassins hydrographiques. Ils sont opposables dans un rapport souple de compatibilité (ou cohérence) à toutes les décisions administratives dans le

ESSENTIELS

TATION



Confluence Creuse-Vienne au Bec des 2 eaux (37)
© Romain Suaudeau

Renoncules sur le Loiret (45) - © Bernard Rousseau

Ruisseau de montagne vers le Pic Carlit (66)
© Romain Suaudeau

domaine de l'eau (notamment les **SAGE**), aux documents locaux d'urbanisme et aux schémas départementaux des carrières.

Ils fixent les objectifs d'atteinte du bon état de chaque masse d'eau, peuvent préciser les enjeux propres à la circulation des migrateurs, à la détermination des réservoirs biologiques, ils inventorient les masses d'eau en très bon état, tout autre élément qui pourra servir alors à arrêter les classements de cours d'eau. Ils rappellent les principes de bonne gestion des milieux, notamment en ce qui concerne la préservation et l'entretien des cours d'eau.

LES SAGE

Elaborés localement par une Commission Locale de l'Eau, ils sont chargés d'approfondir les enjeux de la gestion de l'eau à l'échelle d'un bassin ou d'un sous-bassin hydrographique. Ils doivent être rendus compatibles avec les **SDAGE** dans un délai de 3 ans maximum si nécessaire. Ils ont vocation à déterminer une stratégie d'action et des objectifs précis de gestion de l'eau. Ils comprennent un Plan d'Aménagement et de Gestion Durable (opposable seulement à l'administration) et un Règlement (opposable strictement aux tiers) qui peuvent encadrer les pratiques de gestion des milieux aquatiques, en particulier en terme d'entretien des cours d'eau et des zones humides.

LA TRAME VERTE ET BLEUE

En cours de constitution, elle impliquera l'élaboration de Schémas Régionaux de Cohérence Ecologique, elle cartographie des habitats naturels à préserver et des corridors écologiques les reliant. L'objectif est de créer un outil de planification administrative qui permette de prendre en compte les milieux écologiques remarquables de manière interdépendante dans tous les projets d'aménagement (en particulier routes, zones industrielles, etc.). Les cours d'eau classés (voir plus haut) y sont automatiquement intégrés ; des cours d'eau supplémentaires pourront également bénéficier de cette protection.

La Gartempe (87) - © Bernard Rousseau



Glossaire et Définitions

AAPPMA : Association Agréée de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique.

Amphihalín : poisson vivant alternativement en eau douce et en eau salée.

Assecs : phénomène d'interruption du cours de la rivière, en cas de manque d'eau prononcé.

BV (Bassin Versant) : territoire sur lequel toute goutte d'eau qui tombe termine sa course dans la rivière. Il faut cependant distinguer le Bassin hydrogéologique qui n'est pas toujours ajusté aux dimensions du bassin versant de surface.

Biocénose : communauté d'espèces vivant dans un milieu donné, appelé « biotope ».

CODERST : Conseil Départemental de l'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques.

DCE : Directive Cadre sur l'Eau.

Débit de plein bord : débit maximal avant que le cours d'eau ne déborde de son lit habituel, délimité par ses berges et sa ripisylve.

Débit liquide : eau véhiculée par le cours d'eau.

Débit solide : sédiments véhiculés par le cours d'eau.

DIG : Déclaration d'Intérêt Général.

Etiage : période de basses eaux, en été généralement.

Eutrophisation : phénomène d'enrichissement naturel des eaux par lessivage des sols. Par extension, phénomène de multiplication rapide d'algues filamenteuses ou planctoniques ou de végétaux supérieurs due à des excès de nutriments (phosphore, azote ou indirectement matière organique), favorisé par de l'eau chaude et calme. S'observe régulièrement dans les lacs de barrage dont le bassin versant d'alimentation est cultivé de manière intensive (apport de nutriments par les engrais, les effluents d'élevage, les agglomérations).

Facteur limitant : facteur empêchant l'élévation vers un niveau supérieur de la qualité (ici des peuplements aquatiques). C'est aussi le facteur pénalisant le plus la vie aquatique.

FDPMA : Fédération Départementale de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique.

LEMA : Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques du 30 décembre 2006.

Module : Débit moyen interannuel calculé sur l'année hydrologique, en un point d'un cours d'eau. Il est évalué par la moyenne des débits moyens annuels sur une période d'observations suffisamment longue pour être représentative des débits mesurés ou reconstitués.

Nutriments : molécules organiques ou minérales constituant une source de nourriture directement assimilable par les organismes vivants. Pour les plantes (végétaux supérieurs, algues, plancton...), il s'agit essentiellement de l'azote et du phosphore, ce dernier étant considéré comme facteur limitant en eau douce.

ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques.

Réservoir biologique : tronçon de cours d'eau ou annexe hydraulique qui va jouer le rôle de « pépinière ». A l'échelle d'un réseau hydrographique donné, l'idée est de préserver un linéaire dans une situation la plus proche de sa situation naturelle pour offrir aux peuplements (piscicoles notamment) la possibilité de se revitaliser, se régénérer, se reconstituer après un épisode hydrologique difficile notamment.

Ripisylve : boisement de bord de cours d'eau.

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux.

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux.

Sinuosité : indice résultant de la quantité de méandres que présente le cours d'eau. Il se calcule par le rapport de la longueur totale du cours d'eau entre 2 points sur la distance à vol d'oiseau séparant les deux points.

Taxon : groupe faunistique ou floristique correspondant à un niveau de détermination systématique donné : classe, ordre, genre, famille, espèce. Dans un même taxon, les organismes vivants possèdent en commun certains caractères bien définis.

TWh : Téra Watt heure : exprime le productible, c'est à dire l'énergie annuelle que l'on peut attendre d'une installation.

ZHIEP : Zones Humides d'Intérêt Environnemental Particulier

ZSGE : Zone Humide Stratégique pour la Gestion de l'Eau

Quelques sites à consulter

Les Agences de l'eau : <http://www.lesagencesdeleau.fr/>

Adour Garonne : <http://www.eau-adour-garonne.fr/>

Artois Picardie : <http://www.eau-artois-picardie.fr/>

Loire Bretagne : <http://www.eau-loire-bretagne.fr/>

Rhin Meuse : <http://www.eau-rhin-meuse.fr/>

Rhône - Méditerranée & Corse : <http://www.eaurmc.fr/>

Seine Normandie : <http://www.eau-seine-normandie.fr/>

Le Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de la Mer (MEEDDM) :
<http://www.developpement-durable.gouv.fr/>

Le site institutionnel de l'eau en France : <http://www.eaufrance.fr/>

Le site institutionnel de l'analyse économique liée à l'eau en France :
<http://www.economie.eaufrance.fr/>

L' Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) : <http://www.onema.fr/>

Le site des outils de gestion intégrée de l'eau « Gest'eau » : <http://www.gesteau.eaufrance.fr/>

France Nature Environnement (FNE) : <http://www.fne.asso.fr/>

> **Dossier sur les barrages et modifications morphologiques des cours d'eau, avec accès aux nombreux articles de la Lettre eau traitant du sujet** :
<http://www.fne.asso.fr/fr/themes/sub-category.html?cid=158>

Quelques publications

Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau, Agence de l'Eau Seine Normandie, 2008 :
<http://www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=5313>

La gestion des rivières : transport solide et atterrissements, Agence de l'Eau Rhône Méditerranée, étude Inter-agences n°65, 1999 :
http://www.lesagencesdeleau.fr/francais/etudes/modele.php?fiche_id=65&theme=4

Retour d'expériences d'opérations de restauration de cours d'eau et de leurs annexes, menées sur le bassin RMC, Biotec-Malavoi, juin 2006
http://www.franche-comte.ecologie.gouv.fr/direnFrancheComte191/plugins/fckeditor/UserFiles/File/mobilite_rivieres/Restauration_Rivieres_AERMC_Malavoi_Biotec_200606.pdf

Pour télécharger ce dossier, les différents articles de la Lettre Eau, ainsi que tous les documents du Réseau Eau, laissez-vous guider sur le site de FNE www.fne.asso.fr, dans les pages de la thématique Eau !

Pour toute information :
Réseau eau de France Nature Environnement
Tél. : 02 38 62 55 90
Mail : eau@fne.asso.fr



6, rue Dupanloup • 45000 Orléans • Tél. : 02 38 62 44 48 • Fax : 02 38 52 11 57
Fédération française des associations de protection et de l'environnement • Reconnue d'utilité publique depuis 1976
www.fne.asso.fr