

# Restauration écologique et paysagère des rivières à seuils : contexte social et culturel – Retour d'expériences (bassins de la Sèvre nantaise et du Thouet, Ouest de la France)

Régis Barraud <sup>a</sup>, Olivier Constantin <sup>b</sup>, Guillaume Charruau <sup>b</sup> et Antoine Charrier <sup>c</sup>

Les questions relatives au maintien, au *désaménagement* et à la gestion des petits aménagements hydrauliques se posent avec acuité dans un grand nombre de pays européens (Donward et Skinner, 2005). Outre-Atlantique, aux États-Unis, l'effacement des seuils et petits ouvrages suscite un très fort intérêt de la part de la communauté scientifique (biologistes, hydrologues, géomorphologues, géographes, économistes, etc.) et des gestionnaires (Walter et Merritts, 2008 ; Mullens, 2003). De nombreuses recherches y sont menées en vue d'évaluer l'efficacité et de définir les conditions de mise en œuvre de cette action de restauration écologique et paysagère des rivières. La poursuite des recherches sur cette thématique, prenant en compte les spécificités écologiques, culturelles et sociales des cours d'eau français (et européens) paraît cruciale au regard des objectifs fixés par les textes juridiques (DCE<sup>1</sup>, LEMA<sup>2</sup>) et des orientations d'intervention inscrites dans les nouveaux schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE).

Cet article propose à la discussion une démarche de gestion adaptative des petits ouvrages hydrauliques qui jalonnent les cours d'eau de la Sèvre nantaise et du Thouet, deux grandes rivières de plaine de l'Ouest de la France, au sud du massif armoricain (figure 1). Depuis 2001, les gestionnaires des ces vallées ont

engagé une réflexion poussée sur le devenir des ouvrages hydrauliques (chaussées de moulin à eau, seuils et clapets agricoles principalement). Un processus de concertation et le lancement d'une recherche-action (thèse de géographie) a permis l'élaboration d'une méthode d'analyse multicritère participative des sites hydrauliques et des paysages associés. Les résultats obtenus sont aujourd'hui mobilisés dans le cadre de la mise en œuvre d'expériences d'effacement (ou d'aménagement) d'ouvrages. La première partie de l'article propose une présentation du contexte d'émergence de la gestion physique des cours d'eau et de l'utilisation de l'effacement d'ouvrages transversaux en tant qu'opération d'ingénierie écologique. La deuxième partie est fondée sur une synthèse des démarches engagées par le Syndicat mixte de la vallée du Thouet (SMVT) et l'Institution interdépartementale du bassin de la Sèvre nantaise (IIBSN) sur la question du devenir et de la gestion des ouvrages hydrauliques (méthode d'analyse multicritère participative). Des études de cas permettent ensuite une analyse des conditions de réussites et des difficultés d'ordre technique, juridique, social rencontrées lors de la mise en œuvre de projets d'effacement d'ouvrage ou d'abaissement de niveau. La mise en évidence de ces contraintes fait l'objet d'une étude spécifique financée dans le cadre du Plan Loire Grandeur Nature 2007-2013 (plate-forme recherche-données-information).<sup>3</sup>

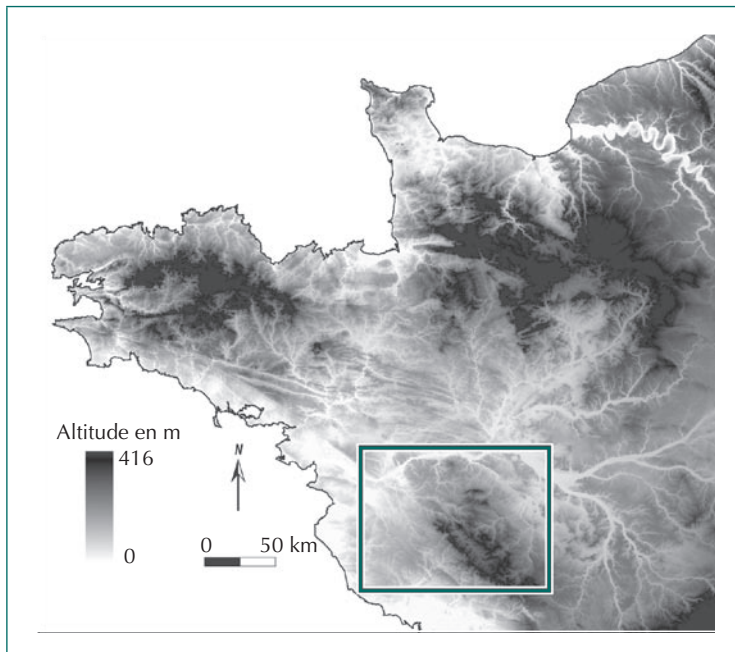
1. Direction cadre européenne sur l'eau.
2. Loi sur l'eau et les milieux aquatiques.
3. Cf. <http://planloire.fr>

## Les contacts

a. Université de Nantes, Géolittomer – LETG, Littoral, environnement, télédétection, géomatique, UMR 6554 CNRS, chemin la Censive du Tertre, BP 81227, 44312 Nantes Cedex 3

b. Syndicat mixte de la vallée du Thouet, 1 place du Docteur Bouchet, 79600 Saint-Loup-Lamairie

c. Institution interdépartementale du bassin de la Sèvre nantaise, 16 cours Bayard, 85036 La Roche-sur-Yon Cedex



▲ Figure 1 –  
Le terrain d'étude : les  
cours d'eau du sud  
du massif armoricain  
(source : Shuttle Radar  
Topography Mission).

### Une nouvelle ère de la restauration des cours d'eau

Les aménagements de cours d'eau ont longtemps été menés selon une perspective utilitaire. Les principes d'intervention fondés sur la régulation des flux, la stabilisation des formes et des dynamiques fluviales. En France, la tradition de l'ingénierie hydraulique portée par le corps des Ponts et Chaussées à partir du XVIII<sup>e</sup> siècle a été mise au service des travaux de canalisation, de valorisation agricole et de développement de l'industrie de fond de vallée (moulins et usines). Précisément, le barrage a joué un rôle clé dans la mise en œuvre de la politique de régulation des eaux. La bonification des cours d'eau par les barrages est clairement exprimée par les ingénieurs d'état du XIX<sup>e</sup> siècle, en témoigne cette phrase de Nadauld de Buffon (1866) : « *Il y a entre une rivière dans son état primitif et une rivière pourvue de barrages la même différence qu'entre la nature brute et la nature cultivée, qu'entre un arbre sauvage et un autre chargé de fruits* ». Si les moyens techniques ont considérablement évolué, dans l'esprit, il y a une parfaite continuité entre cette première période (XIX<sup>e</sup> siècle) et les réaménagements hydro-agricoles des années 1960-1980. À partir du début des années 1980, les progrès scientifiques (hydromorphologie, écologie des eaux courantes) ont été progressivement introduits dans l'expertise

et dans les pratiques d'aménagement. Toutefois, entre 1980 et le milieu des années 1990 (pour le cas français du moins), les travaux en rivière demeurent encore fortement marqués par la culture hydraulique précédente, en dépit d'une réelle volonté de reconquête des paysages de rivière (Cacas, 1986 ; Barraud, 2009).

### La gestion physique : un nouveau paradigme

La dynamique fluviale est à présent considérée comme le moteur de la diversification des habitats, elle-même garante de la diversité biologique. Cette hypothèse, validée dès la fin des années 1970 sur les grands cours d'eau, est fondatrice d'une nouvelle approche de la gestion des cours d'eau. Afin d'améliorer la qualité de l'eau et des milieux aquatiques, il ne s'agit plus uniquement de réduire les flux de pollution, mais d'agir sur la structure même des milieux fluviaux pour rétablir les processus physiques qui orientent la dynamique fluviale. La « gestion physique » désigne cette approche destinée à améliorer la qualité écologique des milieux aquatiques continentaux. Hervé Piégay et Stéphane Stroffek (2000) en proposent la définition suivante :

« *Gestion des éléments physiques constituant la rivière par opposition à la qualité physico-chimique et aux éléments biotiques : l'eau, généralement en terme de volume et de répartition spatiale, le lit et la végétation en terme de structure, qui ont une action mécanique vis-à-vis des écoulements* ».

La gestion physique a pris corps autour de concepts à portée théorique et appliquée tels que le rétablissement d'espace de liberté, la reconquête des lits mineurs par la diversification des faciès d'écoulement. Sur le plan hydrologique (les débits), la gestion physique vise à se rapprocher de conditions naturelles. Elle intègre également le changement de posture récent (années 1990) vis-à-vis des extrêmes hydrologiques. Ceux-ci ne sont plus exclusivement appréhendés sous l'angle des risques, mais sont appréciés en tant que « composantes patrimoniales » (Bravard, 2000) participant aux dynamiques fluviales et écologiques. Ainsi, les principes de la gestion physique s'opposent radicalement avec ceux qui ont prévalu jusqu'alors ; la stabilisation des formes fluviales et lissage des écoulements sont particulièrement remis en cause. Les dispositifs de ralentissement dynamique des crues, exploitant

la capacité naturelle de stockage des fonds de vallée, se substituent aux aménagements structurels (barrages, digues, etc.).

### Démanteler les ouvrages transversaux afin de restaurer les cours d'eau : un mouvement international en cours d'institutionnalisation

La mise en œuvre de politiques d'effacement d'ouvrages hydrauliques<sup>4</sup> en vue de réduire les risques technologiques (ruptures de barrage) et/ou de restaurer la qualité des cours d'eau est fortement engagée sur deux terrains : l'Amérique du Nord et l'Europe. Depuis le milieu des années 1990, les campagnes conduites par les ONG<sup>5</sup> pour le démantèlement des barrages trouvent un écho dans la reconnaissance scientifique et institutionnelle de l'effacement des ouvrages en tant qu'outil de restauration écologique des rivières. Cette synergie s'applique parfaitement, en France, au cas du bassin de la Loire<sup>6</sup>. À l'échelle nationale, une seule autre opération d'effacement d'envergure a été réalisée : celle du barrage de Kernansquillec sur le Léguer dans les Côtes-d'Armor, il s'agissait d'une opération pionnière (1996). Mais, si l'expérience française, et particulièrement celle du bassin de la Loire, est souvent citée en exemple à l'échelle internationale (Bonin, 2005), la politique la plus active d'effacement d'ouvrages, et surtout de petits ouvrages, n'est pas conduite en Europe, mais aux États-Unis<sup>7</sup>. Environ six cent cinquante ouvrages ont été supprimés sur les cours d'eau américains, dont plus de deux cents depuis 1990 (Poff et Hart,

2002). Depuis 1998, le rythme des effacements a dépassé celui de la construction (encadré 1). Les enjeux de sécurité publique liés à la vétusté des ouvrages et la restauration des axes de migrations piscicoles sont les raisons les plus invoquées pour justifier le démantèlement des ouvrages.

L'action initiale des ONG en faveur de la reconquête de rivières « libres » ou « sauvages » est relayée, en Amérique du Nord comme en Europe, par la mise en œuvre de politiques publiques. En France, la question du devenir des ouvrages hydrauliques transversaux figurait dans la première génération de SDAGE au milieu des années 1990. La directive cadre européenne sur l'eau (DCE, 2000) joue actuellement un rôle clé dans l'accélération de la mise en œuvre des principes de la gestion physique et notamment des préconisations d'effacement d'ouvrages hydrauliques dépourvus de valorisation économique. Depuis quelques années seulement, les nouveaux principes de restauration des cours d'eau sont clairement introduits dans les programmes d'intervention des agences de l'eau. Celles-ci ont commandé, afin d'asseoir leur nouvelle programmation, des études de synthèse sur l'impact des seuils intégrant des principes d'aide à la décision (Malavoi, 2003). Une série de guides destinés aux maîtres d'ouvrages ainsi que des articles de valorisation scientifique ont été récemment publiés (Malavoi et Adam, 2007a et 2007b). Lors du diagnostic initial de l'état des masses d'eau, les ouvrages hydrauliques transversaux ont été identifiés par les experts comme une contrainte majeure en vue de l'atteinte du bon état écologi-

4. Les grands barrages et les ouvrages plus modestes, dont l'immense héritage des chaussées de moulins à eau, des seuils de navigation, de flottage du bois et d'irrigation.

5. Organisations non gouvernementales.

6. Au total, cinq barrages ont été à ce jour effacés dans le bassin de la Loire, ceux de Maison Rouge et de Saint-Étienne-du-Vigan en 1998, celui de Brives-Charensac (Haute-Loire) en 2003, le barrage mobile de Blois en 2005 et enfin, le barrage hydroélectrique de Fatou sur la Beume (Haute-Loire) a été démolé en 2007. Parmi ces cinq barrages supprimés, l'ouvrage mobile de Blois, ceux de Maison Rouge et de Brive-Charensac d'une hauteur comprise entre 3 et 4 m se rapprochent de la dimension de seuil.

7. Aux États-Unis on dénombre environ 76 000 structures considérées comme des grands barrages, mais les rivières sont aussi équipées de plus de 2,5 millions de petits ouvrages (seuils d'anciens moulins, d'irrigation, de navigation ou d'agrément).

#### Encadré 1

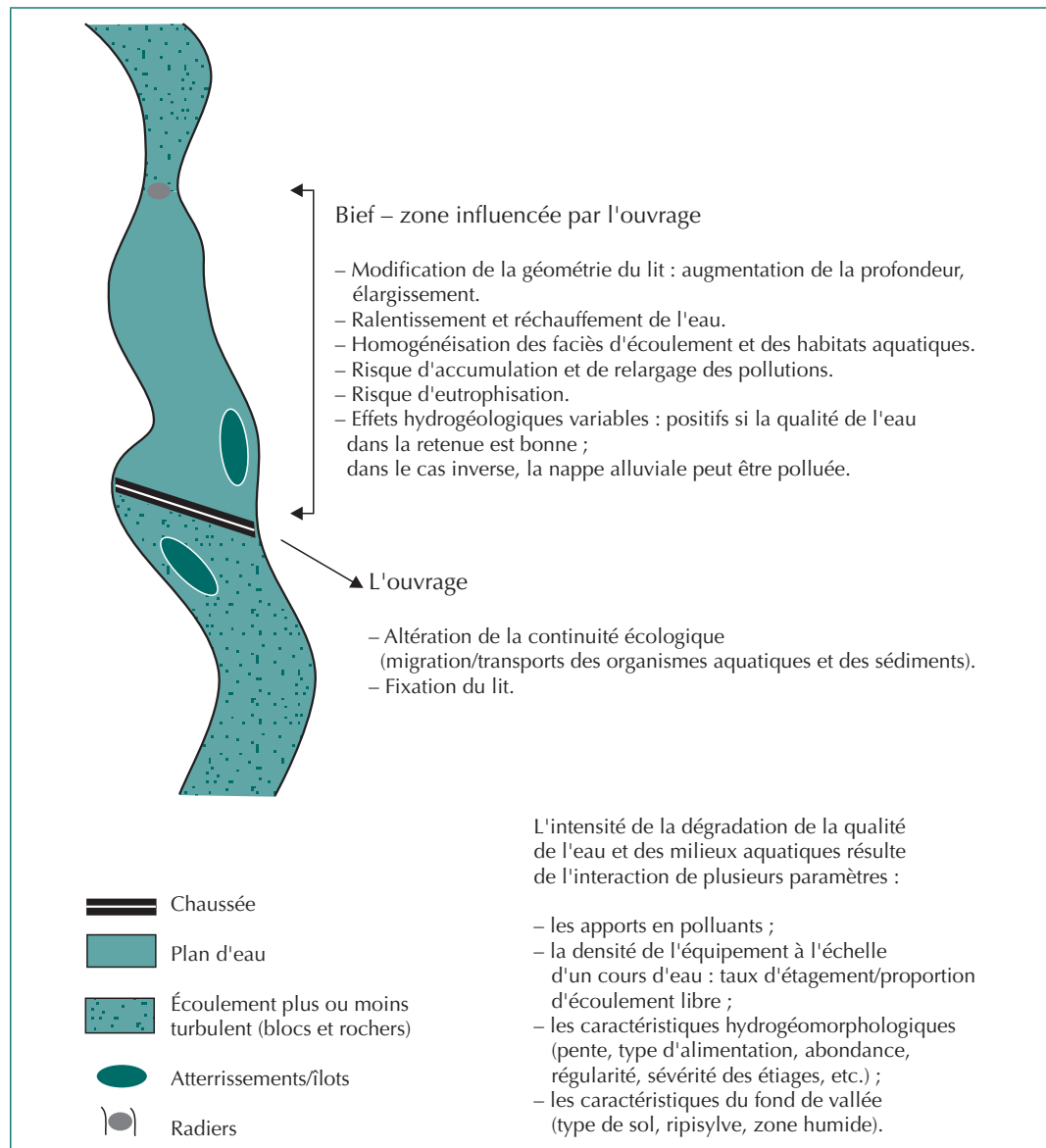
##### L'expérience d'effacement d'ouvrages aux États-Unis

Selon Grant (2001), l'accélération du processus d'effacement révèle sa forte valeur symbolique, dans le contexte des représentations de la nature américaine. L'action de « libérer », « débrancher » les rivières est perçue comme un acte de rédemption. La plupart des barrages effacés appartiennent à la catégorie des petits ouvrages, inférieurs à douze mètres de hauteur. Parmi eux, on retrouve un grand nombre de chaussées de moulins dans la région de la Nouvelle-Angleterre (Mullens, 2003). L'intérêt des scientifiques, pour lesquels l'effacement des petits ouvrages ouvre d'importantes perspectives en matière de recherche théorique, rejoint celui de l'ingénierie et des gestionnaires soumis à une forte demande sociale (Hart *et al.*, 2002). De même, les ONG telles que *Trout Unlimited* ou *River Alliance* (dans le Wisconsin), ou encore *American Rivers* s'adaptent en proposant des campagnes de promotion du *small dam removal*. De très nombreux articles ont été publiés sur l'effacement d'ouvrages aux États-Unis, on renvoie le lecteur aux deux ouvrages de références suivants : Lowry, 2003 ; Palmer, 2004. L'institut Aspen a ouvert également un site internet qui centralise de nombreuses données sur ce processus d'effacement de barrages : <http://www.lib.berkeley.edu/WRC/damremoval/about.html>

que des rivières. Cet article ne discute pas dans le détail l'analyse des effets, cela serait l'objet d'un autre travail. On peut toutefois, brièvement, et à l'aide d'une figure de synthèse (figure 2), rappeler les impacts les plus souvent cités.

La plupart des publications propose une analyse « à charge » de l'impact de ces aménagements hydrauliques ; les effets positifs évoqués relèvent

le plus souvent d'enjeux sociaux ou économiques (irrigation, production d'eau potable, nautisme, stabilisation du lit, d'ouvrages d'art, etc.). Sur le plan opérationnel, l'expertise est centrée sur la composante piscicole des cours d'eau (habitats, espèces) ; cette approche fournit des indicateurs d'évaluation globale de la qualité des milieux aquatiques. Cette expertise met en avant les effets des discontinuités induites par les seuils



▲ Figure 2 – Effets des seuils. Malavoi (2003, 2007a) propose une typologie des impacts physiques et écologiques générés par les seuils en rivière. Il propose les trois catégories suivantes : modification des flux liquides, solides et biologiques, effet de retenue, effet de « point dur ». L'évaluation de ces effets et de l'intérêt éventuel des biefs et des milieux de fonds de vallées associés demeurent un champ d'investigation important.

sur la santé et la composition des peuplements piscicoles, sur l'état des habitats et le niveau de fonctionnalité du cours d'eau (dynamique morpho-sédimentaire). L'impact des successions d'ouvrages sur les migrations d'espèces emblématiques (saumon, anguille, par exemple) motive des programmes d'aménagement et/ou d'effacement de seuils. La question de l'incidence des seuils et des autres petits ouvrages hydrauliques sur la biodiversité est toutefois assez discutée. La mise en biefs semble, le plus souvent, se traduire par une augmentation de la diversité spécifique (nombre d'espèces), mais aussi par une homogénéisation des peuplements qui marginalise les espèces inféodées aux eaux courantes. Dans certains cours d'eau, marqués par des étiages sévères, les retenues peuvent jouer un rôle de « refuge » pour les poissons (Poulet *et al.*, 2001). Par ailleurs, les successions de seuils semblent participer à la dégradation de la qualité de l'eau, en particulier pour les rivières à faible débit (eutrophisation)<sup>8</sup>.

En Europe de l'Ouest, la saturation des cours d'eau par les moulins dès le Moyen Âge a profondément modifié la typologie des écoulements tout en orientant l'évolution des milieux en fond de vallée. Les conditions de connectivité (cours d'eau/nappe ; lit mineur/lit majeur) se sont ajustées sur le temps long en produisant une mosaïque de milieux humides dont les qualités sont souvent mal connues. Seules quelques publications appréhendent les retenues de moulin sous l'angle de leur valeur écologique, à l'image des travaux conduits par Wood et Barker (2000) en Angleterre, sur l'inventaire des macro-invertébrés en contexte urbain. Le diagnostic établi par l'expertise piscicole, dominante en France en amont des projets de restauration de cours d'eau, n'est probablement pas suffisant pour établir un véritable bilan écologique de l'incidence des aménagements hydrauliques hérités. Les diagnostics réalisés à petite échelle (écorégions, masses d'eau) n'intègrent pas de distinctions en fonction des types d'ouvrages, de leur état, de leur ancienneté et de leur contexte d'implantation.

Comment, localement, les gestionnaires de cours d'eau et les différents usagers des vallées appréhendent ce nouveau contexte d'intervention sur les cours d'eau ? Précisément, comment est reçu socialement l'idée de réintroduire de la naturalité dans les cours d'eau en procédant à des opérations d'effacement d'ouvrages ?

## Une faible acceptabilité sociale

### UN HÉRITAGE PAYSAGER DÉFENDU

Une grande partie des seuils qui jalonnent les cours d'eau correspondent à des implantations anciennes de moulins à eau. Il convient d'insister sur le poids important de ce motif paysager sur le plan culturel et social. Ces sites, malgré le déclin de leur usage initial, constituent encore des éléments structurant des paysages de fond de vallée.

Durant la douzième législature (2002-2007), une douzaine de questions parlementaires sur l'effacement des ouvrages hydrauliques de moulins à eau a été posée au ministre chargé de l'écologie et du développement durable. La plupart d'entre elles ont été exprimées durant l'année 2004 ; les députés de différentes formations politiques ont ainsi relayé les positions et les inquiétudes des propriétaires de moulins, mandatés par les deux fédérations nationales d'amis des moulins (FFAM et FDMF<sup>9</sup>), l'Association des riverains de France (ARF), rejointes par plusieurs organisations régionales. Ces questions portaient sur deux aspects, l'opposition à la politique d'effacement des seuils, d'une part, et la protection des moulins et de leurs propriétaires, d'autre part. Entre 2001 et 2007, d'autres questions parlementaires relatives à la défense et à la promotion de la petite hydraulique ont été formulées. Le sentiment de menace qui transparaît à la lecture de ces questions s'explique en grande partie par le contexte de préparation de la nouvelle loi sur l'eau, devant transcrire dans le droit français les objectifs et les prescriptions fixés par la DCE<sup>10</sup>.

Pour ces associations, les seuils ne peuvent être les principaux responsables de la dégradation de la qualité écologique des eaux ; les pollutions auraient un impact plus déterminant. Au-delà du diagnostic, c'est le « remède » préconisé qui est contesté, « ses effets seraient pires que le mal ». Sur le plan social et juridique, l'effacement constituerait une remise en cause des droits d'usages « antérieurement acquis » ; il serait aussi une atteinte au droit de propriété.

### LA CULTURE DE L'EAU RETENUE

Ces ouvrages n'ont certes plus souvent de valorisation économique directe, mais beaucoup demeurent associés à des usages variés. La demande de maintien d'un niveau d'eau haut et stable révèle la puissance des processus de requalification des moulins, des biefs et des fonds de vallées associés. Tandis que les meuniers et usiniers exploitaient la

8. Il existe peu de références sur ce sujet précis ; en France, la thèse de F. Auscher (1992) sur l'eutrophisation de la Vire est le travail le plus régulièrement cité.

9. Fédération française de sauvegarde des moulins (anciennement Fédération française des amis des moulins) et Fédération des moulins de France.

10. En plus de l'opération de lobbying parlementaire, ces différentes associations ont rédigé des pétitions contestant la stratégie de l'effacement.

chute d'eau (énergie) et pratiquaient une gestion dynamique des biefs (temps d'usage), les usages qui se sont développés depuis une centaine d'années valorisent principalement une rivière « plan d'eau ». La rémanence plus ou moins prononcée d'une gestion halieutique ancienne, héritée des principes de pisciculture mis en œuvre par les sociétés de pêche depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, explique en partie la fermeté de cette culture de l'eau retenue. Les usages agricoles (irrigation, gestion des prairies, populiculture), la transformation progressive du paysage productif en paysage d'agrément (résidences, usages de loisirs) participent également à l'installation d'une norme paysagère de la rivière pleine. Cette conception normative du paysage associe l'utile (les usages), le beau (préférence esthétique au plan d'eau et à l'effet de cascade produit par le déversement de l'eau sur les ouvrages), et une appréciation halieutique de la qualité de la rivière (Barraud, 2009). Cette norme a conduit à la restauration sélective des moulins (résidence, patrimonialisation), à une restauration quasi systématique des ouvrages et à la généralisation d'une gestion hydraulique « à pleins bords » des rivières.

## Les démarches « ouvrages » engagées dans les bassins de la Sèvre nantaise et du Thouet

Depuis 2002, l'IIBSN et le SMVT ont investi des moyens conséquents pour mieux traiter la problématique des ouvrages transversaux et de l'évolution des paysages associés. Une méthode d'évaluation des sites hydrauliques a été mise au point dans un premier temps sur le bassin de la Sèvre nantaise avant d'être adaptée à celui du Thouet. Près de trois cent cinquante sites<sup>11</sup> hydrauliques ont fait l'objet d'une analyse multicritère participative dont les résultats sont actuellement en cours d'exploitation afin, entre autres, d'élaborer des programmes d'intervention comprenant des opérations de renaturation. L'encadré 2 présente les principales caractéristiques de ces rivières et de leur aménagement hydraulique.

### Une méthode d'évaluation multicritère participative

La construction de l'outil d'aide à la décision a été initiée dans le cadre d'un atelier multi-acteurs du SAGE<sup>12</sup> du bassin de la Sèvre nantaise

#### Encadré 2

##### La Sèvre nantaise et le Thouet, éléments de mise en contexte

La Sèvre nantaise et le Thouet, affluents de la Loire en rive gauche, sont deux grandes rivières de plaine appartenant à l'hydroécocorégion de niveau 2 « armoricain sud », et secondairement à celle « des tables calcaires » (Thouet aval). Ces cours d'eau sont caractérisés par une importante variabilité des débits, et des étiages prononcés (QMNA5<sup>13</sup> à l'aval de la Sèvre nantaise : 0,5 m<sup>3</sup>/s). La pente moyenne des cours d'eau est comprise entre 1 et 1,5 ‰, les sections les plus pentues peuvent présenter des pentes comprises entre 3 et 4 ‰ ; ce sont les portions de rivière qui présentent les plus fortes densités de sites hydrauliques hérités (2 à 4 moulins par km). La plupart des ouvrages sont des chaussées dont la hauteur de chute moyenne est de 1,5 m. Le taux d'étagement atteint près de 80 % sur la Sèvre nantaise et 65 % sur le Thouet. Ce cours d'eau a bénéficié d'un processus de déclin des moulins plus précoces qui a permis une plus forte diversification des écoulements. Sur la Sèvre nantaise, le maintien des ouvrages a été renforcé par des politiques d'intervention variées (programme hydro-agricole à l'amont, mise en place de clapets, 1980-1990 ; travaux d'entretien des collectivités piscicoles, restauration patrimoniale).

11. Il s'agit de l'ensemble des sites hydrauliques recensés (240) sur la Sèvre nantaise et ses principaux affluents ; une cinquantaine de sites implantés sur des petits affluents (rang de Strahler < 3) n'ont pas été analysés. Dans le bassin du Thouet, seuls les ouvrages aménagés sur le cours principal ont été étudiés. L'inventaire sur les principaux affluents connaissant le même niveau d'équipement est actuellement en cours (Argenton, Thouaret). Dans le cadre d'une thèse de géographie (Barraud, 2007), la reconstitution des trajectoires paysagères des fonds de vallées sud-armoricaines a été réalisée à partir d'un échantillon plus complet de six cents sites (soit environ 80 % des sites présents sur le terrain d'étude).

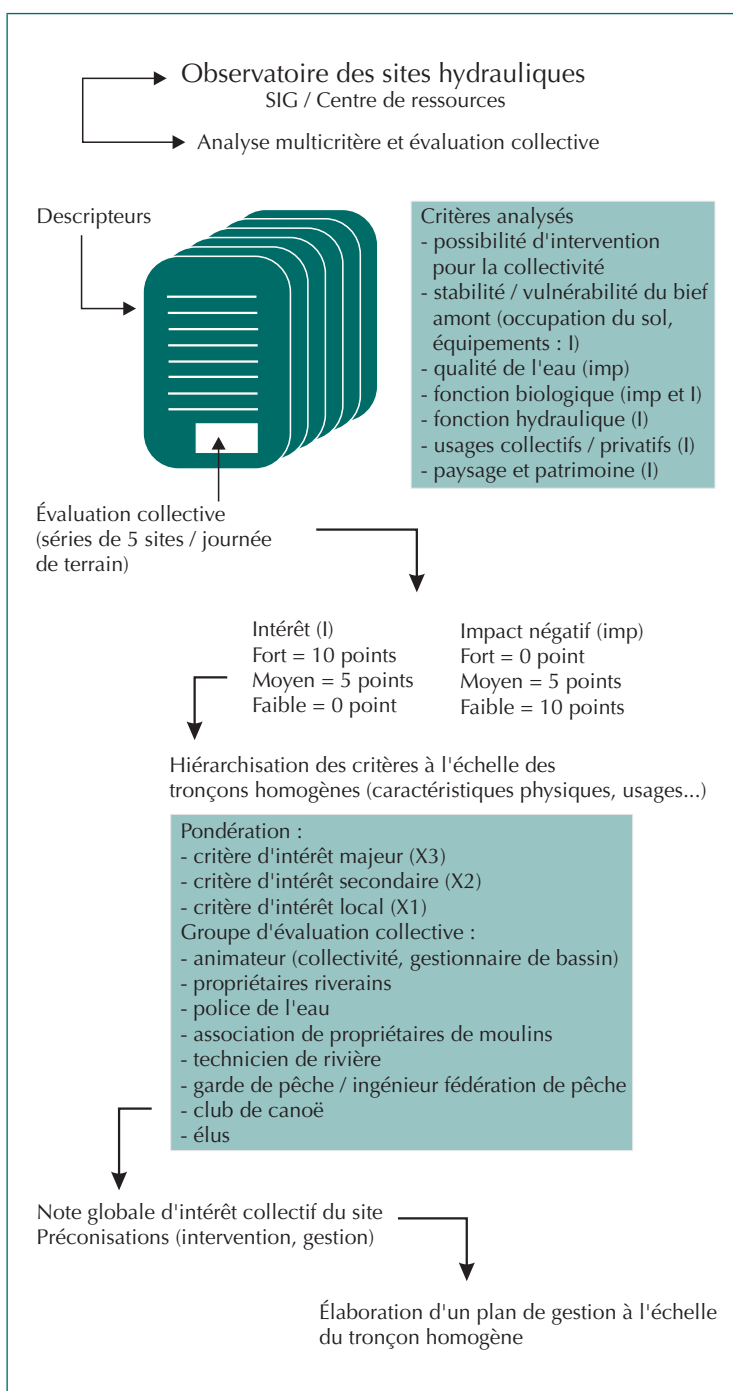
12. Schéma d'aménagement et de gestion des eaux.

13. On appelle QMNA le débit (Q) mensuel (M) minimal (N) de chaque année civile (A). Le QMNA 5 ans est la valeur du QMNA telle qu'elle ne se produit qu'une année sur cinq, ou vingt années par siècle. Sa définition exacte est « débit mensuel minimal ayant la probabilité 1/5 de ne pas être dépassé une année donnée ».

(2001). La réflexion méthodologique a mobilisé l'expérience menée par l'Établissement public interdépartemental de la Dordogne. À partir de 1995, cette structure de bassin a sollicité les compétences du Cemagref pour la réalisation d'un diagnostic des seuils équipant la Cère, la Jordanne et l'Authre dans le Cantal (Mériaux *et al.*, 1997). L'approche intégrée, la technique de l'analyse multicritère et l'évaluation de l'intérêt collectif des seuils qui structuraient la méthode mise au point par le Cemagref ont été reprises, mais plusieurs adaptations importantes ont été apportées. Celles-ci ont porté sur la définition de l'objet et des objectifs de l'évaluation, sur le choix des critères étudiés et enfin sur l'introduction d'une approche participative.

La question de l'objet de l'évaluation apparaît ici comme un aspect fondamental. Les processus de requalification et de dégradation du paysage productif comme les politiques publiques qui ont tenté de gérer leurs effets, ont conduit à une fragmentation du système paysager élémentaire dont les éléments (la chaussée, le moulin, le bief) sont appréhendés de manière distincte. Précisément, l'analyse se rétracte souvent sur la prise en compte de l'ouvrage hydraulique apprécié comme un obstacle (continuité écologique) ou comme un élément structurant du paysage de rivière agricole ou d'agrément. Cet éclatement de la forme paysagère initiale et de sa manière de la « penser » ne favorise pas une approche globale des enjeux liés à l'évolution des paysages. Le groupe multi-acteurs « ouvrages » a donc dû affronter cette difficulté en redéfinissant son objet qui est devenu progressivement le site hydraulique, permettant ainsi de mieux appréhender les relations existant entre l'ouvrage et l'espace de fond de vallée.

La méthode élaborée (figure 3) se distingue également de celle utilisée par EPIDOR<sup>14</sup> sur le plan de ses objectifs. La question « où restaurer et entretenir de manière prioritaires les ouvrages ? » a été élargie à l'ensemble des options d'interventions et de gestion : où convient-il de modifier les ouvrages ou la gestion hydrauliques ? Où les alternatives de l'abandon ou encore de la suppression volontaire d'un seuil semblent-elles souhaitables et envisageables ? Au-delà, comment accompagner les différents projets de mise en valeur de sites hydrauliques menés par



▲ Figure 3 – La méthode d'évaluation multicritère participative des ouvrages hydrauliques. Il s'agit ici de la méthode employée dans le bassin de la Sèvre nantaise ; une version adaptée a été utilisée sur le Thouet. Les modifications apportées ont permis d'augmenter le nombre d'ouvrages évalués par session (10) en réservant la visite de terrain aux cas posant problème. Le développement technique de l'outil (base de données Access/logiciel SIG Mapinfo) a favorisé l'exploitation des données.

14. Établissement public territorial du bassin de la Dordogne.

15. Afin d'évaluer l'intérêt collectif et privatif de chaque site (ouvrage simple isolé ou site à moulins plus ou moins conservé), des dispositifs permettant d'impliquer les usagers, les propriétaires, les techniciens, etc. ont été mis en place. Proche de la forme du *focus group*, ils relevaient également de la médiation et de la prospective concertative (Van Den Hove, 2000). En fonction des modalités d'évaluation retenues par le SMVT et l'IIBSN, entre cinq et dix sites hydrauliques par journée ont été analysés. Cette phase d'évaluation s'est principalement déroulée entre 2002 et 2006 pour la Sèvre nantaise et ses affluents, et en 2004-2005 pour le cours principal du Thouet.

16. Office national de l'eau et des milieux aquatiques.

17. Association agréée de pêche et de protection du milieu aquatique.

des collectivités ou des particuliers ? Enfin, le groupe multi-acteurs a décidé de confronter, dans le cadre d'une évaluation participative des sites hydrauliques, les points de vue des experts, des usagers et des habitants de fond de vallées<sup>15</sup>. La sensibilité de la problématique, la forte proportion de sites privés et l'existence de droits d'usage de l'eau antérieurement acquis nécessitaient l'engagement dans un processus de concertation approfondie, impliquant réellement les propriétaires de moulins ou de parcelles riveraines.

Les données issues de l'évaluation collective des sites hydrauliques sont exploitées à l'aide d'un système d'information géographique (SIG). Les éléments d'expertise fournis par l'Onema<sup>16</sup> (évaluation des habitats, franchissabilité des ouvrages par l'anguille) et les inventaires patrimoniaux ont été intégrés. La démarche d'évaluation a aussi nécessité la production de données nouvelles renseignant le statut juridique et foncier des sites, leur histoire, leurs usages de manière précise.

La phase d'évaluation collective a permis, dans les deux bassins versants, de classer les ouvrages en fonction de leur niveau d'intérêt collectif et de repérer les successions d'ouvrages les plus problématiques sur le plan écologique. La durée de la phase d'évaluation a été plus longue pour le cas de la Sèvre nantaise du fait du nombre d'ouvrages concernés (240). D'autres facteurs d'inertie ont dû être pris en compte dans la concertation tels que le fort engagement de certains syndicats de rivière dans une politique de restauration patrimoniale des ouvrages, les demandes des AAPPMA<sup>17</sup> en matière de maintien de niveau d'eau, la présence d'un important patrimoine industriel et paysager. Un bureau d'étude a été mandaté pour exploiter les résultats de l'évaluation des ouvrages et pour retravailler, en vue de la préparation d'un nouveau contrat restauration-entretien (CRE), les orientations d'intervention (entretien, restauration et équipement, abandon-accompagnement, effacement). Ce travail alimente des études de faisabilité à l'échelle des sous-bassins versants. Dès 2004, la phase d'évaluation avait permis de retenir quelques sites pour lesquels ont été engagées des opérations expérimentales d'abaissement de niveau (cf. étude de cas). Le document de programmation du CRE prévoit des opérations d'effacement ou d'abaissement de niveau sur une trentaine d'ouvrages.

Le SMVT a procédé différemment puisque cette structure ne prenait pas en charge les travaux sur ouvrages dans ses programmations précé-

des. En 2004, un technicien de rivière a été spécialement recruté pour animer cette démarche « ouvrages ». L'outil d'aide à la décision a permis d'identifier vingt-cinq ouvrages pour lesquels le maintien de la ligne d'eau présente un intérêt collectif fort. À l'inverse, cet enjeu apparaît très faible pour une quarantaine d'ouvrages. En 2006, le syndicat de rivière a lancé un appel à projet ouvert aux particuliers et aux collectivités locales afin d'assister les initiatives répondant au diagnostic réalisé. Comme dans le cas de la Sèvre nantaise, cette démarche s'est traduite par la réalisation de plusieurs expériences d'abaissement de niveau d'eau, accompagnées de dispositifs de suivi de la réponse de la rivière (évolution de la qualité de l'eau, diversification des faciès d'écoulement et des habitats, évolution des peuplements piscicoles). Le SMVT a également piloté des études complémentaires sur les conditions de migration de l'anguille, sur les aspects juridiques des interventions sur ouvrages. Une étude spécifique a été réalisée en vue d'évaluer la faisabilité de l'effacement d'ouvrages et d'abaissement de niveau sur l'un des tronçons fortement perturbés par les seuils, et leurs modes de gestion.

### La mise en œuvre des projets de restauration : retour d'expérience

Dans cette partie du développement, il s'agit moins de présenter les effets écologiques *a posteriori* des opérations réalisées que de mettre en évidence les contraintes de mise en œuvre de ces projets et d'identifier les conditions qui semblent favoriser – sinon leur réussite – leur acceptabilité sociale.

L'opération la plus aboutie et la plus spectaculaire est celle qui a été conduite sur la Sangüèze, en plein bourg de Mouzillon. En 1987, la commune a fait creuser un plan d'eau sur le cours de la rivière, en élargissant l'ancien bief du moulin de la Motte, totalement ruiné. Le déversoir a été reconstruit en béton et couplé à un clapet à manœuvre manuelle. Le plan d'eau constituait un maillon central d'une zone d'espaces verts bordant la Sangüèze et jouxtant le complexe sportif et une école primaire. C'est l'AAPPMA « urbaine » de la Gaule nantaise qui a acquis la gestion de ce plan d'eau dont la création devait permettre d'améliorer la pratique de la pêche sur une petite rivière aux berges difficiles d'accès. Très rapidement, l'emplacement de ce plan d'eau s'est avéré problématique. Presque totalement comblé moins de vingt ans après sa construction,



il est devenu le lieu de fortes mortalités piscicoles. Situé en plein cœur d'une zone viticole et à l'aval immédiat des rejets urbains et industriels de la commune de Vallet, le plan d'eau était annuellement pollué à la fin de l'été, durant la période des plus faibles débits et des vendanges. Le degré de dégradation du plan d'eau était devenu tel que sa fréquentation par les pêcheurs s'était réduite et reportée à l'amont du site, sur une section encore influencée par la présence de l'ouvrage.

Ce contexte a favorisé l'adhésion de l'AAPPMA et de la commune à une opération expérimentale d'abaissement du niveau de l'eau. Ce projet a été présenté conjointement par le syndicat de rivière, l'AAPPMA et la fédération de pêche. L'existence d'un ouvrage mobile (clapet) permettant la réversibilité de l'abaissement de niveau a contribué à l'acceptabilité de ce projet pilote. Afin d'encadrer ce projet, un comité de suivi local a été mis en place au printemps 2004, intégrant experts, élus communaux et usagers. Durant l'été 2004, un état initial écologique (pêches électriques, IBGN<sup>18</sup>, bathymétrie, analyse de la qualité des sédiments, inventaire faune/flore) a été réalisé. Ce diagnostic a été complété par une enquête auprès des usagers et par l'organisation d'une réunion publique de présentation du projet. Des panneaux d'information décrivant les différentes phases de l'expérience ont été disposés sur le site. Après avoir obtenu l'accord de la police de l'eau, le plan d'eau a été progressivement vidangé à la mi-novembre 2005. Un protocole de suivi écologique a été mis en place depuis cette date ; les résultats obtenus sont régulièrement discutés en comité de suivi et présentés aux usagers locaux. Ce suivi s'est appuyé sur une solide démarche partenariale en mobilisant les compétences et les moyens techniques de l'ONEMA, des ingénieurs de la fédération de pêche et de l'AAPPMA ou encore du CPIE<sup>19</sup> du « Carrefour des Mauges » (inventaire et suivi floristique). Le technicien de rivière et plusieurs de ses stagiaires ont également participé au suivi (2005-2008). Dans le cadre de la mise en œuvre du prochain CRE du bassin de la Sèvre nantaise, une étude complémentaire sera réalisée pour faire le bilan de l'expérience et proposer des mesures d'accompagnement (renaturation). À l'issue de cette étude, le maintien d'un niveau d'eau bas et le réaménagement du déversoir (suppression, arasement) seront à nouveau discutés par les membres du comité de suivi.

À l'échelle du terrain d'étude, l'expérience du plan d'eau de la Motte constitue à la fois le projet de

renaturation le plus poussé et celui qui a recueilli la plus forte adhésion locale. Après trois années de suivi, conformément à d'autres expériences d'effacement réalisées sur des petites rivières de la région (Nicolas, 2003), la réponse piscicole a été rapide mais l'amélioration de la qualité de l'eau n'est pas encore significative. La diversification des faciès d'écoulement n'est pas optimale du fait du maintien du déversoir sur lequel est implanté le clapet abaissé. Comme souvent dans l'Ouest de la France, la capacité/le temps de réajustement des formes fluviales sont contraintes par une puissance spécifique assez faible.

Toutefois, la mise en œuvre d'une démarche de concertation et l'implication des usagers à une phase d'évaluation de l'intérêt et de l'impact des sites hydrauliques ne semblent pas garantir l'absence d'oppositions à des projets localisés de renaturation. Ainsi, à la suite du diagnostic participatif des sites hydrauliques de la vallée du Thouet, une série de six ouvrages localisés entre les communes de Taizé-Maulais et Missé a été identifiée comme particulièrement pénalisante sur le plan écologique. Il s'agit de « barrages droits » construits entre 1953 et 1960 à l'amont immédiat de chaussées ruinées. Seuls les vestiges du moulin de Bourdet témoignent encore de l'usage initial des sites ; il ne reste plus que quelques traces visibles des moulins de Vionnais, de Missé et de Ligaine, tandis le moulin de Maranzais a été reconstruit en résidence et celui de Praillon converti en auberge. Les barrages droits ont été construits à l'initiative de propriétaires riverains réunis dans l'Association syndicale autorisée de relèvement du plan d'eau du Thouet, afin d'exploiter des peupleraies. Ces ouvrages ont relevé de 1,2 m en moyenne le niveau d'eau sur ce tronçon de 11,5 km. La procédure d'évaluation a permis de relever la prégnance des usages privatifs sur ces biefs (irrigation, exploitation des peupleraies). Le maintien de niveau d'eau dans les biefs conforte celui de la nappe d'accompagnement en fond de vallée et améliore ainsi la productivité des peupleraies. Par ailleurs, la nappe est exploitée pour la production d'eau potable sur le bief de Ligaine où sont localisés cinq forages dont deux sont actuellement en service. Le grand barrage du Cébron, mis en service en 1985 plus à l'amont de ce secteur (Saint-Loup-sur-Thouet), a induit une augmentation des débits d'étiage. Les lâchers correspondent au débit réservé (50 l/s) et au volume destiné aux prélèvements agricoles contractualisés chaque année entre les irrigants et le gestionnaire du barrage.

18. Indice biologique global normalisé.

19. Centre permanent d'initiatives pour l'environnement.

## 20. Hydratec et Asconit Consultants.

Afin de préciser les enjeux socio-économiques et les gains écologiques qui résulteraient d'un abaissement de niveau de l'eau, une étude complémentaire a été commandée par le SMVT en 2006<sup>20</sup>. Cette étude présente un volet diagnostique approfondi avec, entre autres, une modélisation hydrogéologique de la relation entre le niveau de la rivière et celle de la nappe d'accompagnement. Cette modélisation a confirmé l'effet de relèvement du niveau de la nappe par la tenue haute de l'eau dans les biefs (entre 1 m et 2,75 m). Le deuxième volet de l'étude propose quatre scénarios d'aménagement, allant de la suppression totale des six retenues (scénario 0) à un scénario dit de compromis (scénario 3) consistant à réduire la hauteur des chutes des deux ouvrages présentant le plus faible intérêt privatif (Auboué et Maranzais) et à équiper de passes à anguilles les six ouvrages. Un scénario 3bis ajoutait à ces mesures la possibilité d'aménager un vannage sur le barrage de Missé. Le coût de ce scénario 3bis a été évalué à environ cent mille euros, en intégrant les mesures sur les berges et la ripisylve permettant d'accompagner les réajustements morphologiques. L'évaluation du coût économique (perte de rentabilité des peupleraies) n'a pas été effectuée de manière précise, mais le scénario se présentait comme une base de discussion. La présentation des résultats de l'étude a suscité une réaction négative de la part de l'association de propriétaires qui, à la suite d'une réunion regroupant une soixantaine de ses adhérents, a signifié au SMVT son opposition à tout abaissement de niveau.

Les arguments utilisés par les propriétaires dans la motion arrêtée en assemblée générale et médiatisée dans la presse quotidienne régionale révèlent la force des usages privatifs sur ce secteur particulier mais surtout, elle confirme la fermeté de la culture de l'eau retenue et la diversité des valeurs attribuées à la norme paysagère de la rivière pleine. Les usages associés aux retenues et à leur effet piézométrique sont rappelés (peupleraie, irrigation, arrosage des jardins, réserve incendie), mais c'est la beauté actuelle des plans d'eau qui est le premier argument invoqué pour plaider leur maintien. Ensuite, le manque de mesures prises pour limiter la pollution et la contestation de l'impact écologique des retenues sont avancés. Les propriétaires attribuent à ces ouvrages un rôle positif sur l'oxygénation de l'eau, la stabilisation des berges et de la ripisylve. Les propriétaires relaient la position des pêcheurs, dont l'activité aurait à souffrir d'une baisse de

niveau et de l'arasement des barrages qui permettraient la colonisation d'espèces indésirables (poisson-chat, silure).

## Discussion

L'effacement d'ouvrages, partiel ou total, de petits ouvrages dans l'optique d'une restauration physique des cours d'eau constitue un véritable défi pour les gestionnaires locaux tels que les syndicats de rivière. L'abaissement de niveau, même appliqué à des sites faiblement associés à des usages, représente un retournement de l'action menée par les syndicats de rivière. Les projets d'effacement d'ouvrages constituent donc une prise de risque forte pour ces structures et les techniciens de rivière dont la légitimité a été durement acquise dans les années 1980-1990. Cette légitimité s'est construite au travers des relations de proximité avec les usagers qui reconnaissent le rôle de médiateur du technicien de rivière. Comme le rappelle Malavoi et Adam (2007b), la mise en œuvre de la restauration hydromorphologique peut coûter cher financièrement et politiquement. Souvent, les syndicats de rivière qui s'engagent avec prudence dans ces opérations à risque manquent de soutien technique et politique.

Par ailleurs, les oppositions internes au monde de la pêche (vieille culture halieutique/gestion patrimoniale) constituent un problème majeur dans l'adoption de nouvelles pratiques de restauration et de gestion hydraulique des rivières. De même, il paraît urgent de parvenir à engager, à petite échelle, un débat constructif entre les associations de propriétaires de moulin (ou d'ouvrages) et les experts piscicoles. Les réflexions menées dans les vallées de la Sèvre nantaise et du Thouet tentent d'affronter ces questions.

Les démarches menées dans ces deux bassins, soutenues par une recherche en géographie (Barraud, 2007), ont permis de mettre en évidence le décalage entre les diagnostics réalisés à petite échelle, soulignant la faible valorisation économique directe des seuils en rivière (Malavoi, 2003)<sup>21</sup>, et l'attachement culturel et social ou les modes de valorisation économiques indirectes qui s'expriment à l'échelle locale. Ainsi, respectivement 25 et 30 % des sites hydrauliques de la Sèvre nantaise et du Thouet présentent un intérêt collectif fort (qui sous-tend une demande de maintien d'un niveau d'eau minimum dans les biefs, notamment durant la période d'étiage).

21. Selon l'étude « Stratégie d'intervention de l'agence de l'eau sur les seuils en rivière », moins de 10 % des ouvrages ferait l'objet d'une valorisation économique directe.

L'attachement collectif aux sites hydrauliques peut aussi être mesuré « en creux » et sur ce point, les deux cours d'eau se distinguent. En effet, 45 % des sites hydrauliques de la vallée du Thouet présentent un intérêt collectif faible, seulement 20 % sont classés dans cette catégorie dans le bassin de la Sèvre nantaise.

La mise en œuvre d'inventaires nationaux des obstacles à la continuité écologique et surtout d'outils de diagnostic hydromorphologique tels que ceux développés par le Cemagref et l'Onema (SYRAH-CE, CARHYCE)<sup>22</sup> devrait permettre une meilleure évaluation de l'impact des petits ouvrages hydrauliques transversaux à différentes échelles spatiales. Ces nouveaux outils contribueront incontestablement au renforcement du suivi de l'état des milieux. À terme, leur exploitation permettra de préciser le lien entre l'état hydromorphologique d'un cours d'eau et son état écologique global. Cependant, la multiplication des opérations de restauration physique, et particulièrement des projets d'effacement d'ouvrages, devrait être accompagnée d'un effort d'expertise et de recherche fondamentale encore élargi. En Europe, et particulièrement en France, le diagnostic de l'état des cours d'eau demeure, selon nous, établi sur une base d'expertise trop étroite, qui repose d'une manière quasi exclusive sur une approche piscicole. À ce titre, l'écologie de la restauration constitue un terrain de rencontre entre écologie et sciences sociales favorable à l'enrichissement du cadre d'analyse et de gestion des fonds de vallées.

En écologie de la restauration, des travaux de recherche fondés sur des études de cas suivies à partir de protocoles standardisés portant sur la réponse des cours d'eau et des milieux de fonds de vallées suite à des effacements d'ouvrages, font actuellement défaut, en Europe et notamment en France<sup>23</sup>. Ce déficit apparaît important par rapport à l'expérience nord-américaine (encadré 1). Les retours d'expérience les mieux documentés et discutés scientifiquement sont justement américains. Il conviendrait d'analyser ces expériences et les travaux scientifiques associés en identifiant ce qui est transposable au contexte européen et ce qui ne l'est pas. La restauration physique des rivières pose de manière inévitable la question de la définition d'état de référence ou de choix de processus à rétablir. Les risques de dérives de gestion liées à la confusion entre état de référence et objectifs de restauration, ou encore celles liées à l'attrait pour des états de référence

pristine idéalisés semblent désormais bien pris en compte par la communauté scientifique. En revanche, ces pièges ne sont pas toujours évités par les praticiens et les experts de l'aménagement des cours d'eau mobilisés sur le terrain ou pour la rédaction de documents de planification. La prise en compte de ces questions est une occasion de faire progresser, selon une approche réflexive, l'écologie de la restauration appliquée aux cours d'eau (Bravard, 2003 ; Hilderbrand et al., 2005 ; Roche et al., 2005 ; Dufour et Piégay, 2009). D'autres écologues invitent à prendre une certaine distance vis-à-vis de la notion d'état de référence en proposant l'idée de « trajectoire la plus vraisemblable » (Blandin, 2009).

Les apports des sciences humaines et sociales doivent favoriser l'amélioration des processus décisionnels qui supposent la mise en œuvre de véritables dispositifs d'apprentissage collectif (et non pas seulement de la communication). Parmi les contraintes de mise en œuvre des projets d'effacement de seuil, les problématiques de la maîtrise foncière et des droits d'eau hérités pour la plupart du XIX<sup>e</sup> siècle (moulins, irrigation) peuvent aussi mobiliser des juristes et des économistes<sup>24</sup>. Enfin, la reconstitution des trajectoires paysagères des fonds de vallées et des ouvrages associés, en intégrant à la fois la perspective des changements sur le temps long et l'analyse des mutations sur des pas de temps courts, est engagée dans l'Ouest de la France (Lespez et al., 2007 ; Barraud, 2009). Ces travaux permettent de mieux appréhender l'impact des ouvrages au regard de leur typologie, de leur date d'implantation, de l'évolution de leur mode de gestion, etc. L'ensemble de ces recherches doit contribuer à développer un argumentaire mieux étayé sur la restauration physique (Malavoi et Adam, 2007b), à préciser ses objectifs et à mieux évaluer ses résultats.

## Conclusion

En France, et plus largement en Europe, les gestionnaires de cours d'eau sont confrontés à un fort déficit de connaissances (absence de programme interdisciplinaire) et à la rareté des retours d'expérience bien documentés et significatifs (durée). La recherche action engagée dans les bassins de la Sèvre nantaise et du Thouet essaie, à sa mesure, de pallier ces contraintes. Il s'agit de démarches relativement chronophages dont les exigences sur le plan des moyens humains sont importantes (personnels, compétence d'animation, de média-

22. Voir à ce sujet l'article de présentation du système relationnel d'audit de l'hydromorphologie des cours d'eau (SYRAH-CE) dans le numéro 50 de la revue *Ingénieries-EAT* (Chandréis et al., 2007).

23. L'étude de cas française publiée la plus complète est celle concernant l'effacement du barrage de Kernansquillec sur le Léguer (Derville et al., 2001).

24. Ces derniers sont de plus en plus souvent mobilisés dans le cadre d'évaluation contingente (appliquée par exemple à la restauration de rivière à saumons). Récemment, des économistes américains ont travaillé sur l'évolution de la valeur des propriétés riveraines après effacement de barrage.

tion, de valorisation scientifique). Dans le cas des cours d'eau étudiés, cette stratégie de gestion adaptative fondée sur une phase d'évaluation multicritère participative a permis d'engager l'assouplissement d'une norme paysagère (ndlr : « la rivière peine », restauration systématique des ouvrages, gestion à « pleins bords »). Des progrès notables sur le plan du déminage de conflits d'usage ont été opérés, des opérations d'abaissement de niveau ont été réalisées et d'autres sont programmées. Cela aurait été totalement

inconcevable en 2001, lors du lancement de la réflexion sur le devenir des ouvrages. Les deux structures disposent à présent de sites pilotes dont le suivi sur le long terme doit être pérennisé. L'étude « SEUILS », financée dans le cadre du Plan Loire (plate-forme « Recherche-Données-Information »), vise à valoriser l'expérience du SMVT et de l'IIBSN et à susciter le développement de recherche à l'interface sciences sociales/écologie de la restauration sur cette problématique. □

### Résumé

Depuis une dizaine d'années, les ouvrages de régulation des moulins à eau sont appréhendés, comme les ouvrages plus récents (aménagement hydro-agricole), sous l'angle de leur incidence écologique. Les seuils sont avant tout considérés en tant que facteur d'artificialisation et d'homogénéisation des milieux. Les préconisations d'effacement d'ouvrage, en cours d'intégration juridique et institutionnelle, sont en rupture avec les pratiques d'aménagement passées et actuelles. Elles réalimentent une conflictualité latente en fond de vallée ; elles appellent également l'émergence de nouveaux « collectifs » d'usagers et d'habitants des vallées. Cet article interroge, à partir du cas français et plus précisément de deux rivières de l'Ouest de la France (Sèvre nantaise et Thouet), les conditions actuelles de mise en œuvre d'effacement d'ouvrage et les contraintes rencontrées par les gestionnaires de cours d'eau.

### Abstract

Small dam removal (most of them are watermills dams or irrigation weirs) has become a new option in river ecological restoration. From United-States to european countries dam removal (and particularly small dam removal) has emerged as a major environmental managment issue. The European Water Framework Directive (EWFd) encourages States and local authorities to reduce ecological impact of these hydraulic works (fish-pass, small dam removal). This new context leads to the increase of conflicts of use and to indecisive public policies. This article deals with this issue through the analysis of two cases studies in western France (Sèvre nantaise, Thouet).

## Bibliographie

- AUSCHER, F., 1992, *Étude d'un phénomène complexe en biologie des milieux naturels : l'eutrophisation en rivière (La Vire, Normandie, France)*, thèse de doctorat, Université de Caen, 227 p.
- BARRAUD, R., 2007, *Géographie paysagère des fonds de vallées sud-armoricaines. Héritage, évolution, adaptation*, thèse de géographie, Université de Nantes, 407 p.
- BARRAUD, R., 2009, Approche géographique de l'intentionnalité paysagère dans les vallées de l'Ouest de la France (de la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle à aujourd'hui), *Projets de Paysage*, n° 1, [en ligne] : [http://www.projetsdepaysage.fr/fr/enquetes\\_et\\_debats](http://www.projetsdepaysage.fr/fr/enquetes_et_debats)
- BLANDIN, P., 2009, *De la protection de la nature au pilotage de la biodiversité*, Éditions Quae, Versailles, 124 p.
- BONIN, S., 2005, Cultures de fleuves et projets de barrages : Serre-de-la-Farre et la Loire ; Charlas et la Garonne, in : SERNA, V., GALLICÉ, A. (coord.), 2005, *La rivière aménagée : entre héritages et modernité. Formes, techniques et mise en œuvre*, *Aestuaria*, n° 7, p. 233-249.
- BRAVARD, J-P., 2003, Dynamiques à long terme des systèmes écologiques ou l'éden impossible à la gestion de la variabilité, in : LÉVÈQUES, C., VAN DER LEEUW, S. (éditeurs scientifiques), *Quelles natures voulons-nous ?*, Paris, Elseviers, p. 133-140.
- CACAS, J., 1986, in : TOUTAIN, J.-C., HENRY, C. (dir.), *Milieux naturels : illustrations de quelques réussites*, Paris, PIREN CNRS, Presse de l'école Polytechnique, 252 p.
- DERVILLE, I., BONENFANT, M., ROYET, P., LEPETIT, D., JIGOREL, A., 2001, Retour d'expérience du démantèlement du barrage de Kernansquillec, *Ingénieries-EAT*, n° 25, p. 13-27.
- DOWNWARD S., SKINNER K., 2005, Working rivers: the geomorphological legacy of English freshwater mills, *Area*, vol. 37, n° 2, p. 138-147.
- DUFOUR, S., PIÉGAY, H., 2009, From the myth of a lost paradise to targeted river restoration: forget natural references and focus on human benefits, *River Research and Applications*, n° 25, p. 568-581.
- GRANT, G., 2001, Dam Removal: Panacea or Pandora for rivers?, *Hydrological Processes*, vol. 15, p. 1531-1532.
- HART, D., JOHNSON, T., BUSHAW-NEWTON, K., HORWTIZ, R., BEDNAREK, A., CHARLES, D., KREEGER, D., VELINSKY, D., 2002, Dam removal: challenges and opportunities for ecological research and rivers restoration, *BioScience*, vol. 52, n° 8, p. 669-681.
- HILDERBRAND, R.-H., WATTS, A.-C., RANDLE, A.-M., 2005, The myths of restoration ecology, *Ecology and Society*, n° 10(1) : 19. [en ligne] : <http://www.ecologyandsociety.org/vol10/iss1/art19/>
- LESPEZ, L., CADOR, J-M., CARPENTIER, V., CLET-PELLERIN, M., GERMAINE, M-A., GARNIER, E., MARCIGNY, C., 2007, Trajectoire des paysages des vallées normandes et gestion de l'eau, du Néolithique aux enjeux de la gestion contemporaine, in : GALOP, D., *Paysages et environnement : de la reconstitution du passé aux modèles prospectifs*, 16 p.
- LOWRY, W.-R., 2003, *Dam Politics – Restoring America's Rivers*, Washington DC, Georgetown University Press, 306 p.
- MALAVOI, J-R., 2007, Les interventions humaines et leurs impacts hydromorphologiques sur les cours d'eau, *Ingénieries-EAT*, n° 50, p. 35-46.
- MALAVOI, J-R., 2007, La restauration hydromorphologique des cours d'eau : concept et principes de mise en œuvre, *Ingénieries-EAT*, n° 50, p. 49-61.

MÉRIAUX, P., FOLTON, C., DUMONT, B., GENDREAU, N., GILARD, O., MERLET, C., 1997, Mise en œuvre d'une approche intégrée pour le diagnostic des seuils en rivière. Étude des rivières Cère, Jordanne et Authre dans le Cantal, *Ingénieries-EAT*, n° 11, p. 51-70.

MULLENS, J.-B., 2003, An examination of dam removal in New England, *Proceedings of the New England St Lawrence Valley Geographical Society*, vol. 32, p. 51-62.

NICOLAS, Y., 2003, La restauration de l'Aubance. Projet « pilote » pour l'effacement des ouvrages, in : BARRAUD, R., CORNU, A., BARBIER, A. (coord.), 2003, *Ouvrages hydrauliques – milieux, paysages, usages*, Actes de colloques, Nantes, 23/09/2002, IIBSN, p. 67-76.

PALMER, T., 2004 (second edition), *Endangered Rivers and the Conservation Movement*, Lanham, Rowman and Littlefield Publishers, 365 p.

PIÉGAY, H., STROFFEK, S., 2000, La « gestion physique » des rivières dans le bassin Rhône Méditerranée Corse : des extrêmes...au milieu, in : BRAVARD, J.-P. (dir.), *Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques. Gestion des excès et de la pénurie*, Paris, SEDES, p. 247-274.

POFF, N.-L., HART, D.-D., 2002, How dams vary and why it matters for the emerging science of dam removal, *BioScience*, vol. 52, n° 8, p. 659-668.

POULET, N., STOLZENBERG, N., AUTHIE, L., GAFFARD, K., TOURENQ, J.-N., 2001, Rôle des chaussées et des barrages sur les peuplements pisciaires du bassin versant du Viaur, *Revue de l'Agence de l'Eau Adour Garonne*, n° 82, p. 22-26.

ROCHE, P.-A., BILLEN, G., BRAVARD, J.-P., DÉCAMPS, H., PENNEQUIN, D., VINDIMIAN, E., WASSON, J.-G., 2005, Les enjeux de la recherche liés à la directive-cadre européenne sur l'eau, *Geosciences*, n° 337, p. 243-267.

WALTER, R.-C., MERRITTS, D.-J., 2008, Natural streams and the legacy of water-powered Mills, *Science*, vol. 319, 18 january 2008, p. 299-304.

WOOD, P.-J., BARKER, S., 2000, Old industrial mill ponds: a neglected ecological resource, *Applied Geography*, n° 20, p. 65-81.