La cause est entendue : seuls l'égoïsme, le conservatisme et l'obscurantisme des riverains, des propriétaires d'ouvrages hydrauliques, des collectivités empêcheraient d'atteindre le bon état écologique dans la moitié des masses d'eau où il est supposé être dégradé par la morphologie. Corrélativement, les opérations de restauration des cours d'eau menées par le gestionnaire montreraient toujours d'excellents résultats, et seraient « sans regret ». C'est inexact, et l'obscurantisme en ce domaine n'est pas forcément où on le croit. Depuis une dizaine d'années, il existe une abondante littérature scientifique internationale de retour critique sur les opérations de restauration écologique en rivière. Elle est souvent sévère dans ses conclusions. Voici deux ou trois choses que ne vous diront jamais les Agences de l'eau, ni l'Onema ni la Direction de l'eau au Ministère de l'écologie. Et encore moins vos syndicats de rivière.

Les opérations dites de restauration écologique (ou morphologique) des rivière sont de nature très diverse : **augmentation de débit, continuité latérale ou longitudinale (dont effacement de seuils, barrages et digues), stabilisation ou aménagement de zones tampons de berge, enrochements et création de radiers, reméandrage, élargissement du lit, création d'annexes hydrauliques, management de la végétation rivulaire**. Ces opérations représentent aujourd'hui 10 à 20% des budgets quinquennaux de programmation des Agences de l'eau, soit **une dépense de l'ordre d'un demi-milliard d'euros par an** si l'on ajoute la contribution des particuliers et collectivités aux travaux programmés. Le Plan de restauration de la continuité écologique (2009) puis le classement des rivières (2012-2013) ayant induit l'obligation d'aménager tous les seuils et barrages en zones désignées par l'administration, les travaux dits de continuité écologique représentent désormais le plus gros des dépenses en France.

Ces diverses interventions en rivière partent du principe que **le compartiment de la morphologie serait un déterminant fort du bon état écologique et chimique des rivières, outre l'intérêt particulier que représente la circulation de certaines espèces migratrices**. Modifier les faciès, les substrats et les écoulements de la rivière permettrait d'atteindre une réponse rapide des populations biologiques (poissons, invertébrés, diatomées, macrophytes, phytobenthos) et une amélioration de la physico-chimie du milieu aquatique. Plus précisément, car toutes ces considérations se tiennent dans un cadre normatif et réglementaire, nous pourrions atteindre par la restauration morphologique le « bon état » des eaux qu'exige la Directive cadre européenne 2000 (DCE 2000).
De nombreux travaux scientifiques pointent les incertitudes et limites des

opérations de restauration
En raison d'une évolution de leur législation sur l'eau datant du début des années 1970 (Clean Water Act 1972, Endangered Species Act 1973), **les Etats-Unis ont été pionniers dans l'expérimentation de la restauration des rivières.** Sans surprise, c'est donc aux Etats-Unis qu'apparaissent des premiers bilans critiques dans les années 2000.

Dans un article très cité de la littérature, Margaret Palmer et ses collègues (dont le laboratoire est un des plus actifs sur le sujet) ont souligné que la restauration écologique des cours d'eau est un outil de plus en plus apprécié des gestionnaires, et que des milliards de dollars (aux Etats-Unis) sont dépensés pour les rivières et fleuves depuis les années 1980. Mais ils pointent le **défaut manifeste de suivi scientifique, de protocole normalisé de mesure et d'accord entre experts sur la définition d'un succès écologique**. Sans l'adoption de standards partagés, il n'y aura pas de progrès dans la pratique de restauration écologique (Palmer et al 2005). Dans un travail ultérieur, les chercheurs ont analysé le présupposé central des opérations de restauration écologique de rivière selon lequel l'hétérogénéité des habitats (facteur morphologie) régule la biodiversité. Après analyse de 78 opérations des restauration menées par 18 groupes indépendants, il ressort que **2 seulement permettent de conclure de manière robuste à une amélioration significative de la biodiversité** (analyse des macro-invertébrés) (Palmer et al 2010). Une synthèse ultérieure de la littérature montre que la restauration de rivière est une pratique ayant connu une croissance exponentielle depuis quelques décennies, mais n'ayant pas évalué ses propres objectifs ni leur succès, soit individuellement soit cumulativement. Si les chenaux traités ont moins d'incision et plus de sinuosité que les chenaux dégradés, **les facteurs physiques, chimiques et hydrologiques responsables de la perte des taxa d'intérêt à l'échelle du bassin versant ne sont pas traités pour autant** (Bernhardt et Palmer 2011).

Dans la plus récente synthèse du laboratoire de MA Palmer et du National River Restoration Science Synthesis (NRRSS, plus de 37.000 projets en base de données), il est souligné que sur les 644 projets permettant une estimation quantitative de résultats, ces derniers sont « *encore décevants* » : la morphologie est certes modifiée (ce qui est l'objet primaire de l'intervention), mais une (faible) minorité de projets aboutit à des résultats tangibles sur la qualité sur l'eau, sur la hausse de biodiversité ou sur les paramètres biologiques, beaucoup de travaux ne montrant aucune amélioration sur ces compartiments (Palmer et al 2014). (Cliquer l'image ci-dessous pour élargir)

Toujours aux Etats-Unis (côte Atlantique), l'analyse de 5 mesures de qualité biologique pour les poissons et les macro-invertébrés entre des sites urbains ayant connu une restauration morphologique, des sites urbains non restaurés et des sites naturels en bon état écologique permet d'observer que **les sites restaurés et non-restaurés ne présentent pas de différence significative de qualité.** Cela amène les chercheurs à conclure qu'il faut radicalement changer d'approche en travaillant sur les facteurs de dégradation à échelle du bassin versant (Stanrko et al 2012). Une autre analyse de l'effet des suppression de petits barrages sur la végétation rivulaire, les poisons, les macro-invertébrés, les moules et la dynamique des nutriments permet de discerner **deux trajectoires : une restauration totale des écosystèmes, qui reste « *improbable dans beaucoup de cas* » et demande diverses échelles de temps selon les groupes concernés ; une restauration partielle tenant au fait qu'il existe d'autres impacts sur le bassin versant** ou que les barrages ont modifié durablement l'équilibre local. Gestionnaires et chercheurs devraient étudier avant tout effacement de barrage le potentiel réel de restauration afin d'évaluer correctement le bénéfice écologique pour chaque communauté de l'écosystème (Doyle et al 2005)

Les travaux européens sont également nombreux. La DCE 2000 impose l'atteinte du bon état écologique des rivières, ce qui implique de connaître la réponse des communautés aquatiques après les mesures de restauration. Analysant les typologies de masses d'eau (rivières, lacs, eaux de transition et côtières), des chercheurs remarquent que **peu d'études répertorient les connaissances écologiques nécessaires au succès des opérations d'amélioration des milieux.** Les facteurs majeurs de dégradation sont la croissance de population humaine, ainsi que les changement d'usage des sols et des eaux. Les points critiques pour la restauration sont souvent le **manque de données**, le fait que ces données sont spécifiques (à un site, un ensemble d'organismes, une période de temps), le délai très variable d'effet des opérations de restauration (Verdonschot et al 2013).

En Allemagne, des chercheurs ont étudié 46 projets de restauration de rivières à la lumière de l'influence amont sur le bassin versant. Trois critères sont pris en compte, l'état des berges, la qualité physique de l'habitat sur différentes longueurs de linéaire amont, l'usage des sols sur l'ensemble des bassins versants. Les indicateurs de réponse biologique concernent les macrophytes, les macro-invertébrés et les poissons. Leur résultat : **l'influence du bassin amont est prépondérante par rapport aux amélioration locale des sites ou des tronçons**. Poissons et invertébrés répondent au maintien des forêts en amont, et la qualité physique de l'habitat sur les 5 km au-dessus de la restauration présente un

fort lien avec la bonne santé biologique. Leur conclusion : **une restauration écologique de site court un grand risque d'être un échec si le bassin versant amont est toujours dégradé** (Lorenz et Feld 2013).

Les opérations visant à restaurer des habitats pour salmonidés sont fréquentes en Finlande, mais leur suivi scientifique est pauvre, et plus pauvre encore pour les espèces qui ne sont pas directement visées par la restauration. Une analyse before-after-ontrol-impact (BACI) à 3 ans avant / 3 après et une étude témoin à 20 ans montrent que **l'impact de la restauration des habitats sur les communautés d'invertébrés est faible, et parfois négatif.** Ce résultat peut s'expliquer en partie par les caractéristiques propres des cours d'eau finnois. Néanmoins, les chercheurs insistent sur la nécessité d'une analyse plus rigoureuse de la biodiversité en cours d'eau ou rives restaurés (Louhi et al 2011).

Pour évaluer l'efficacité des opération de restauration morphologique, les chercheurs scandinaves ont sélectionné 18 études de rivières présentant le même profil. Les facteurs pris en compte ont été la réponse abiotique (complexité / rugosité de l'écoulement vitesse de l'eau, capacité de rétention sédimentaire) et la réponse biotique (poissons, macro-invertébrés, végétation aquatique et rivulaire). Le temps de réponse du milieu allait de 1 mois à 24 ans dans ces études. Résultat : **la majorité des études constatent un effet abiotique c'est-à-dire un changement dans la dynamique et la morphologie (vitesse plus lente de l'eau, écoulements plus variés, rugosité plus forte du lit, etc.). Mais la réponse du vivant est beaucoup moins évidente** : u**ne seule étude sur 8 montre un résultat sur les invertébrés ; une sur 5 une réponse positive des populations piscicoles** ; la végétation est un peu plus « répondante » avec 2 succès sur 4 (Nilsson et al 2014).

Le décalage entre les attentes théoriques (comme la réponse aux effacements de barrages) et les résultats concrets peut être particulièrement long, et complexe. **L'analyse de deux petites rivières autrichiennes où des barrages ont été effacés depuis le début du XXe siècle montre que la réponse géomorphologique n'est pas conforme aux résultats modélisés**, parce que de nombreux autres aménagements discrets de berges ou de lits sont survenus (Pöppl et al 2015). Cela pose évidemment la question des limites de l'ingénierie écologique par rapport aux usages de la rivière, lorsque cette ingénierie entend renaturer ou restaurer des fonctionnalités.

En France, des chercheurs ont analysé 44 projets de restauration des rivières

incluant une procédure d'évaluation. Leurs résultats montrent que **la qualité de la stratégie d'évaluation reste souvent trop pauvre pour comprendre correctement le lien entre projet de restauration et changement écologique.** Dans de nombreux cas, les conclusions tirées sont contradictoires, rendant difficile de déterminer le succès ou l'échec du projet de restauration. Les projets avec les stratégies d'évaluation les plus pauvres ont généralement les conclusions les plus positives sur les effets de la restauration. Recommandation des chercheurs : **que l'évaluation soit intégrée très tôt dans le projet et qu'elle soit fondée sur des objectifs clairement définis** (Morandi et al 2014).

Une méta-analyse de 69 publications scientifiques (91 projets) et 64 bases de données non publiées en Europe montre que les opérations de restauration morphologique ont en moyenne des effets positifs sur l'abondance et la diversité de certains peuplements, mais **les résultats sont très inégaux** : les végétaux (macrophytes) ont une réponse 3 à 4 fois plus forte que les animaux (poissons, invertébrés) ; environ **un tiers des opérations ont des effets négatifs à nuls** ; les résultats positifs tendent à décliner dans le temps ; d'autres prédicteurs comme les usages agricoles des sols limitent les bénéfices ; le substrat sédimentaire du lit a un impact conséquent sur la réponse des poissons (Kail J et al 2015).

Autre point d'inquiétude : **l'absence de lien entre la restauration écologique et l'atteinte des objectifs obligatoires de la DCE 2000**. Une équipe de chercheurs allemands a étudié 24 tronçons de rivières ayant bénéficié d'une opération de restauration morphologique, et a testé le résultat directement en fonction des critères de qualité de la DCE (les indicateurs objectifs du rapportage à l'Union européenne). On observe un effet sur les populations de poissons (dans 11 cas sur 24, soit une minorité d'expériences), mais rien de notable sur les populations de macrophytes et macro-invertébrés. Conclusion la plus remarquable : **une seule opération de restauration écologique sur 24 permet d'arriver au bon état écologique au sens de la DCE, soit un taux d'échec conséquent** montrant que l'hydromorphologie n'est probablement pas au cœur des enjeux les plus urgents de qualité des rivières au sein de l'Union européenne (Haase P et al 2013).

Une partie de la recherche s'intéresse aussi aux représentations qui entourent les opérations de restauration de rivière. **Le succès de la restauration écologique est aussi affaire de perception** : objective quand il s'agit de paramètres quantifiés (mesures de qualité) ; subjective quand on parle d'esthétique du paysage ou de valeur récréative. Après étude de 26 projets de restauration en Allemagne, on

constate que si les paramètres morphologiques sont améliorés, les résultats sur les populations de poissons ou les invertébrés benthiques sont moins probants. Ainsi, 4**0% des répondants à leur enquête admettent que le succès est une affaire de goût, et 45% seulement des objectifs de la restauration sont l'objet d'une mesure.** Ce manque de mesure objective implique pour les chercheurs une incapacité à évaluer l'efficacité réelle des interventions morphologiques (Jähnig SC et al 2011)

La suppression des barrages en particulier peut être motivée par la sécurité, la réglementation, l'écologie ou l'économie. Mais ces opérations sont controversées. L'analyse de 17 projets en Suède montre que trois critères sont à prendre en considération dans l'opposition aux effacements : le financement, les valeurs historiques ou culturelles, les espèces mises en danger. **Toutes les parties prenantes doivent être associées et informées, des solutions de compromis étant souvent l'issue de choix** (Lejon AGC et al 2009). Deux chercheuses suédoises ont également analysé les débats autour de la suppression des barrages dans quatre villes de leur pays (Alby, Hallstahammar, Orsa et Tallaesen). Leur principale conclusion est que **l'opposition à l'effacement des ouvrages hydrauliques ne résulte pas d'un manque de connaissances, c'est-à-dire d'une ignorance sur les effets environnementaux. Plus simplement, les gens ne valorisent pas la même chose** : les partisans de l'effacement accordent une grande importance au retour de rivières naturelles, ce qui inclut aussi l'intérêt pour certaines formes de pêche ; les opposants apprécient la dimension esthétique et historique des barrages, ainsi que les activités rendues possibles par leurs retenues (Joergensen D et Renoefält B 2013).

Les chercheurs donnent des pistes, mais la programmation administrative est loin (très loin) d'appliquer leurs idées

Au terme de cette revue rapide, on voit que **le bilan des opérations de restauration morphologique et écologique en rivière est loin d'être aussi brillant que ne l'affirment les gestionnaires** dans leur communication vers les élus et le public.

Plusieurs pistes de travail ont été proposées pour comprendre les limites ou les échecs:

objectifs de restauration trop médiocrement définis;
facteurs limitants des populations cibles trop mal connus ou pris en compte ;

manque d'évaluation croisée des différentes échelles spatiales (site, tronçon, bassin versant) ;
méthodes standardisées de suivis et mesures non prévues (ou non respectées) ;
espèces choisies non représentatives / indicatives des communautés d'intérêt ;
pools de population susceptibles de recoloniser le milieu non présents à taille critique ;
temps écoulé depuis la restauration trop court ;
retour à l'équilibre biotique local déjà réalisé (populations présentes au moment de la restauration à l'optimum des sites concernés).
A la question purement biologique et morphologique s'ajoute la **nécessité de prendre en compte les avis des parties prenantes compte tenu de la diversité des représentations de la rivière**, dont découle une diversité d'appréciation de la réussite ou de l'échec des opérations de restauration.

Malheureusement, **entre ces analyses de la recherche scientifique et la réalité de terrain, il y a actuellement un gouffre**. On l'observe en particulier dans les mesures de continuité écologique, qui préemptent une large part des budgets de restauration de rivière en France. **Que voit-on dans la pratique?**

Les **outils de programmation (SDAGE, SAGE)** ne disposent pas de toutes les mesures descriptives de qualité écologique et chimique, et ils se contentent d'une approche phénoménologique partielle (listes d'impacts juxtaposés) sans modélisation dynamique des bassins versants;
les **priorités d'action sont définies de façon administrative dans d'opaques commissions techniques** des Agences de l'eau (ou à la Direction de l'eau du Ministère), et non par la recherche scientifique appliquée à des bassins versants, selon des méthodes rigoureuses et des démarches ouvertes à la critique par les pairs (comme à l'analyse par les parties prenantes);
les **arrière-plans épistémologiques ne sont pas clairs ni toujours formalisés et justifiés**, avec certains acteurs inscrits dans une logique conservationniste (restaurer une supposée intégrité biotique du milieu non perturbé) et d'autres engagés dans une approche fonctionnaliste (travailler sur des mécanismes de résilience ou d'efficience de fonctions écologiques);
la réalisation des programmes sur le terrain est **souvent le fait d'opportunités politiques** (un maître d'ouvrage consentant, une opération voulue par un élu) et **non d'enjeux écologiques priorisés**;
on assiste à **diverses aberrations** (des suppressions de seuils très modestes dans des rivière à indice poisson rivière de bonne qualité et sans enjeu grand migrateur) démontrant **l'absence claire de hiérarchisation des dépenses et d'intelligence globale dans la gestion du dossier**;

le **suivi scientifique** de l'opération est soit **inexistant** (majorité des cas), soit **limité** à un comportement (souvent halieutique), la communication sur le suivi se limite à **l'autocongratulation satisfaite et peu crédible**, en contraste avec le contenu de la littérature scientifique;
l'analyse coût-bénéfice ou coût-efficacité n'est presque jamais menée, on dépense l'argent public sans même s'interroger sur l'effet réel obtenu et les alternatives pour obtenir un effet similaire;
le même argent public abonde les caisses de **bureaux d'études privés** qui multiplient les travaux d'analyse sur site, mais avec des méthodologies variables et des enjeux spatiaux très limités, de sorte que **cela n'apporte rien de tangible à nos connaissances** dans l'immense majorité des cas;
la **recherche académique**, disposant de nombreux laboratoires de qualité en France (Onema, Irstea, CNRS, IRD, Museum d'histoire naturelle, universités…), **est très insuffisamment financée et mobilisée au plan fondamental et appliqué**, alors qu'il existe un besoin manifeste d'outils de modélisation des écosystèmes aquatiques (mais aussi de compréhension plus fondamentale des déterminants d'évolution des milieux, de multidisciplinarité avec intégration des sciences humaines et sociales, etc.);
la « **démocratie de l'eau** » est souvent brandie, mais presque jamais réalisée (soit que l'on ne concerte pas, soit que la concertation se résume à l'imposition d'une mesure décidée à l'avance sans prise en compte des avis des parties prenantes).
Remettons donc les idées à l'endroit : **les sciences de la rivière sont encore jeunes, nos connaissances sont en cours de construction et nos modèles sont très imparfaits, quand ils existent. La très grande variabilité des situations locales et la très grande complexité des mécanismes d'évolution des milieux aquatiques interdisent de laisser croire qu'il existe des solutions éprouvées au succès toujours garanti. L'examen critique des opérations de restauration écologique / morphologique de rivière conclut souvent à un bilan sévère : manque de sérieux dans la préparation et le suivi, nombreux effets faibles, nuls et parfois même négatifs des actions engagées, inexistence des analyses coût-bénéfice et coût-efficacité, absence de modélisation aux bonnes échelles spatiales-temporelles, défaut de prise en compte des parties prenantes, dépense d'argent public sans garantie d'atteindre des objectifs réglementaires comme ceux de la DCE 2000, urgente nécessité d'une hausse de qualité dans la programmation des interventions.** A la lueur de ces travaux, il convient de poser à plat certains réformes en cours, notamment les plus coûteuses et les plus contestées comme l'effacement ou l'aménagement systématique de dizaines de milliers de seuils et barrages, sans réelle garantie de résultat malgré les importants coûts publics et privés engagés.

A lire en complément

Idée reçue #02 : « Les seuils et barrages ont un rôle majeur dans la dégradation des rivières et des milieux aquatiques »
Idée reçue #03: « Jadis, les moulins en activité respectaient la rivière, mais aujourd'hui ce n'est plus le cas »
Idée reçue #04: « Les ouvrages hydrauliques nuisent à l'auto-épuration de la rivière »
Exemple 1 : 400.000 euros pour quelques truites sur la Digeanne
Exemple 2 : favoriser la circulation d'une espèce… qui ne circule pas, le chabot
Exemple 3 : destruction d'un seuil sur la Seine à l'IPR pourtant bon ou excellent
Exemple 4 : les truites du Cousin demandent-elles 2 millions d'euros de travaux sur les moulins
Illustrations : en haut, tableau extrait de Palmer et al 2014, DR ; en bas, effacement de barrage dans le Connecticut, US Fish & Widlife Service, DR. Les Etats-Unis ont été pionniers de certaines opérations de restauration en rivière (voir cet article), ils sont aussi pionniers dans le retour d'analyse critique des effets obtenus.