

Suivre et évaluer les effets écologiques de l'opération de restauration hydromorphologique

L'essentiel...

- La réalisation d'un suivi écologique bien structuré permet d'évaluer les réponses du milieu résultant de la restauration mise en œuvre et de fournir des retours d'expériences bien documentés sur lesquels s'appuyer.
- Un suivi bien structuré comprend la réalisation de mesures identiques avant et après travaux de restauration (mêmes protocoles réalisés aux mêmes échelles spatiales d'investigation) et qui sont effectuées sur un nombre minimal de campagnes de mesures, essentiel pour caractériser l'évolution du milieu.
- Il est important de définir, avant la réalisation des travaux de restauration, les objectifs du suivi et de l'évaluation, ainsi que la stratégie de suivi des phases pré et post restauration : mesures et échantillonnages à réaliser, intervenants impliqués...
- Les étapes de validation, de saisie, d'analyse des données de suivis récoltées ainsi que l'interprétation des résultats et l'évaluation sont indispensables et indissociables du suivi.

Pourquoi suivre et évaluer les réponses écologiques résultant d'une opération de restauration hydromorphologique ?

Le constat actuel montre que, parmi les exemples de restauration hydromorphologique recensés, peu d'opérations ont été munies de suivis permettant de mettre en évidence le niveau de réponse écologique de l'action menée ¹.

En découlent, pour le maître d'ouvrage :

- une absence de vérification de l'atteinte des objectifs écologiques de l'opération ;
- une méconnaissance de l'efficacité réelle de la technique de restauration mise en œuvre et une absence d'informations sur le besoin d'intervenir à nouveau ou de compléter l'action selon nécessité au regard de l'objectif fixé.

Cela implique également un manque d'évaluation des impacts écologiques (bénéfiques ou impacts négatifs) non prévus ou non anticipés initialement.

Pour l'ensemble des acteurs, cela induit une faible disponibilité de retours d'expérience incluant une évaluation fiable des réponses écologiques de l'opération de restauration réalisée. Ceci réduit la possibilité de s'appuyer sur des exemples concrets et démonstratifs de la restauration des cours d'eau.

Ce constat montre un besoin important de mettre en place des suivis bien construits dans le but d'évaluer les réponses écologiques. Ces suivis permettraient en effet :

- de mettre en évidence le niveau de réponse écologique, en termes de temps ainsi qu'en termes d'échelle spatiale de réponse des différents variables écologiques dans des situations propres à chaque cas et dont il serait alors possible de tirer des enseignements communs ;
- de pouvoir également expliquer ces niveaux de réponses dans ces différents cas et de comprendre la **trajectoire d'évolution écologique** ² observée.

En effet si les dysfonctionnements écologiques induits par des altérations hydromorphologiques sont aujourd'hui relativement bien connus grâce à 50 ans de recherche dans ce domaine, il reste néanmoins très difficile de prédire l'évolution hydromorphologique d'un cours d'eau et plus encore son évolution écologique, suite à des opérations de restauration hydromorphologique.

La communauté scientifique admet désormais largement que la relation fonctionnement hydromorphologique - fonctionnement écologique n'est pas linéaire.

1 - Morandi et Piégay 2011, *Les restaurations de rivières sur internet : premier bilan*, Natures Sciences Sociétés, vol 19, pp. 224-235.

2 - Malavoï et Souchon 2010, *Éléments pour une harmonisation des concepts et des méthodes de suivi scientifique minimal. Volets hydromorphologie - hydroécologie. Rapport Pôle Hydroécologie des cours d'eau Onema-Cemagref Lyon, MAEP-LHQ, 95 p.*

http://www.onema.fr/IMG/pdf/Restauration_SUIVI-MINIMAL-2.pdf

Toute restauration hydromorphologique ne se traduit donc pas systématiquement, ou pas immédiatement, par une amélioration du fonctionnement hydromorphologique ou écologique. D'autres paramètres peuvent induire des trajectoires différentes et agir comme facteurs limitant l'amélioration hydromorphologique apportée par la restauration.

De nombreuses trajectoires d'évolution ont été recensées dans la littérature scientifique de ces dernières années. Ces trajectoires sont extrêmement variées, tant pour le compartiment hydromorphologique que pour le compartiment écologique.

L'objectif du suivi sera donc de vérifier que le cours d'eau, ou du moins la portion restaurée, se situe, années après années, sur une **trajectoire d'amélioration**, quelle que soit sa forme.

La réalisation de suivis et l'évaluation de l'opération de restauration présentent des intérêts multiples pour tous les acteurs concernés ou intéressés (maître d'ouvrage, financeurs, usagers, élus, partenaires techniques...) par les projets de restauration.

Il s'agira :

- de savoir si l'action mise en œuvre a atteint l'objectif fixé et s'il y a besoin d'ajustements ou d'actions complémentaires ;
- de savoir si l'action financée a contribué à l'objectif écologique plus global (atteinte du bon état écologique) et aussi de pouvoir conforter ou revoir la politique de financement au regard des objectifs écologiques des programmes d'actions plus globaux ;
- de participer à l'avancement des connaissances sur l'interaction hydromorphologie - écologie et dans l'amélioration de la mise en œuvre des opérations de restauration ;
- enfin, de pouvoir appréhender ce que peut apporter une opération de restauration en termes de bénéfices autres qu'écologiques.

Les études de suivis ne sont pas réglementairement obligatoires pour le maître d'ouvrage, mais leur réalisation permet d'évaluer la réponse de l'opération effectuée dans le cadre de l'application des directives européennes (DCE notamment).

Les objectifs du suivi et de l'évaluation

Le suivi correspond à l'ensemble des données collectées selon un plan d'échantillonnage structuré spatialement (localisation et nombre des points de mesures ou de prélèvements) et temporellement (fréquence et durée des campagnes de mesures ou de prélèvement avant et après restauration), permettant de suivre les changements résultants de la restauration. Ces données peuvent porter sur une diversité de compartiments : biologique, hydromorphologique, physico-chimique, etc...

L'évaluation consiste à interpréter les résultats des suivis, soit en leur donnant quantitativement une valeur, soit qualitativement en jugeant de l'efficacité d'une opération par rapport à ses objectifs.

Il peut ainsi exister différents objectifs d'évaluation :

- vérifier l'efficacité des mesures de restauration mises en œuvre et la réussite du projet par rapport aux objectifs fixés initialement et permettre au porteur de l'opération de corriger ou compléter l'action réalisée ;
- évaluer les gains écologiques et autres types de bénéfices résultant de la restauration, puis les communiquer en valorisant ce type de retours d'expériences documentés ;
- mieux comprendre les interactions entre la biologie et l'hydromorphologie (intensité, variabilité), permettant de tirer des enseignements génériques, et pour les assistants à maîtrise d'ouvrage, mieux aider à la mise en œuvre de futures opérations de restauration.

Grâce à ces suivis, il est possible d'apprécier l'efficacité et la pérennité des travaux, de disposer d'un retour d'expérience et enfin de proposer des mesures correctives si nécessaire.



Pour en savoir plus sur les objectifs des suivis, voir la fiche «Des étapes et des outils – le projet de restauration et la démarche réglementaire»

Les principes à suivre pour bien construire une étude de suivi des réponses écologiques

L'élaboration de la stratégie de suivi utilisée doit permettre d'aboutir à des résultats interprétables dans le contexte de réalisation de l'opération. Elle doit être engagée en amont du projet de restauration avec une mise en œuvre définie selon un calendrier précis (de la phase de réalisation des états initiaux à celle des suivis post restauration). Le choix des éléments à suivre, leur fréquence, durée et nombre de campagnes, les protocoles de mesures ou de prélèvements et la définition de l'échelle spatiale de l'étude de suivi doivent répondre à certains principes :

■ De façon générale

- donner à l'étude de suivi un objectif mesurable par des indicateurs de suivi, fortement lié à l'objectif de l'opération de restauration. Par exemples, meilleure utilisation des zones de frayères disponibles ou augmentation de la diversité des caractéristiques hydromorphologiques, rétablissement des processus hydromorphologiques...

- préciser les protocoles et méthodes de mesures ou de prélèvements utilisés. Ces protocoles doivent préférentiellement être «standards», c'est-à-dire connus et répliquables ;
- acter une stratégie de suivi identique avant et après la réalisation de l'opération de restauration. Les mesures doivent être effectuées selon les mêmes protocoles et aux mêmes échelles spatiales d'investigation ;
- réaliser et prévoir un nombre minimal de campagnes de mesures ou de prélèvements pour être en mesure de caractériser l'évolution des éléments du milieu ;
- prendre en compte les délais de réponse du milieu pour chaque élément choisi afin de définir le début des suivis post restauration, leur fréquence et leur durée ;
- adapter l'échelle spatiale de suivi à l'échelle de réponse probable de l'action de restauration. Attention à l'échelle d'intervention, si celle-ci est faible l'étude de suivi pourra difficilement mettre en évidence l'effet sur le milieu car à priori cet effet est peu visible.

■ Et plus précisément

- choisir les éléments à suivre, déterminés par l'objectif écologique de l'opération de restauration hydromorphologique. Pour les éléments biologiques, le choix des éléments se fait en fonction de ceux réagissant a priori aux transformations hydromorphologiques ;
- prévoir, pour les éléments biologiques, plusieurs années d'états initiaux afin de comprendre la part de variation naturelle, celle due à d'autres facteurs, ou bien inhérente aux populations elle-mêmes. À défaut, il faut prévoir la réalisation de mesures sur des portions de cours d'eau à proximité et présentant un aspect hydromorphologique similaire, (non restaurées et jouant le rôle de témoin) ;



© SMBYCS

Réalisation d'une pêche électrique de suivi après travaux de restauration sur la Fontenelle.

- entreprendre le premier suivi sur la biologie à minima trois années après les travaux de restauration et jusqu'à la fin d'un cycle complet de reproduction, pour les populations piscicoles (c'est-à-dire jusqu'à 5 années après les travaux) ;
- prévoir également, la mise en œuvre de mesures hydromorphologiques, juste après une crue morphogène afin de vérifier la pérennité des nouvelles caractéristiques hydromorphologiques.



Une stratégie de suivi qui suit ces principes est proposée dans le suivi scientifique minimal dont les principes et concepts préconisés sont présentés dans le rapport Malavoi et Souchon (2010), téléchargeables aux adresses suivantes :

http://www.onema.fr/IMG/pdf/Restauration_SUIVI-MINI-MAL-2.pdf
<http://www.onema.fr/IMG/pdf/laide-preco-suivis-restauration-v20121022.pdf>

Le choix des éléments ou compartiments à suivre, à quelles fréquences, à quelle échelle spatiale et avec quelle méthode de mesure ou de prélèvement y sont définis à partir de certains critères, notamment la nature des pressions et le type de restauration hydromorphologique.

La mise en place d'une étude de suivi et d'évaluation d'une opération de restauration L'exemple du Soanan

Dans le cadre du contrat de rivière de l'Azergues et ses affluents (2004-2010), le Syndicat mixte pour le réaménagement de la plaine des Chères et de l'Azergues (SMRPCA) s'engage, en septembre 2010, dans l'effacement du seuil des Broses sur le Soanan.

Afin de caractériser l'évolution morphologique du cours d'eau et la recolonisation des espèces piscicoles suite à l'effacement de l'ouvrage, il décide de mettre en place une étude de suivi et d'évaluation de cette opération. En partenariat avec l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, l'Onema, la Fédération départementale du Rhône pour la pêche et la protection du milieu aquatique (FDPPMA), le SMRPCA détermine deux stations de suivi, situées en amont et en aval immédiat de l'ouvrage. Il procède à la réalisation d'un état initial en septembre 2010 puis de suivis post-restauration en décembre 2010 et décembre 2011 sur :

- le compartiment hydromorphologique (profils en long et en travers, mesures de granulométrie, description des faciès)
- le compartiment biologique (pêches électriques complètes, suivi des frayères à truite fario, description des espèces végétales rivulaires)

Le SMRPCA prévoit la poursuite de ces suivis, qui feront l'objet d'un rapport au travers d'une analyse et interprétation des résultats.



Pour plus d'informations sur l'opération de restauration et sur les mesures de suivi mises en place, voir :

[www.http://www.zones-humides.eaufrance.fr/la/retours-d-experiences-cours-d-eau-et-zones-humides](http://www.zones-humides.eaufrance.fr/la/retours-d-experiences-cours-d-eau-et-zones-humides)
voir également la fiche «retour d'expérience» concernée.



© Josée Peress – Onema

Mesure du diamètre des granulats présents dans le cours d'eau

Les compartiments et éléments les plus généralement visés dans les suivis sont le compartiment biologique – poissons, invertébrés aquatiques, végétation – le compartiment hydromorphologique – débits des crues morphogènes, topographie – et le compartiment physico-chimique... Ces éléments possèdent des variables propres à chacun d'entre eux. La réalisation de ces mesures peut impliquer différents intervenants. Une attention toute particulière devra être prise pour la coordination d'une étude de suivi par le porteur de l'étude, notamment grâce au comité de pilotage.

La validation, la saisie, l'analyse des données de suivi et l'interprétation des résultats

Les étapes de validation, de saisie, d'analyse des données de suivi récoltées et enfin, l'interprétation des résultats sont indispensables et indissociables du suivi. Il est important que le porteur de l'étude puisse identifier pour chacune de ces étapes la ou les structures responsables. Il doit également prévoir une synthèse en fin d'étude.

Pour réaliser ces phases, les principes à suivre sont les suivants :

- **La validation et la saisie des données de suivi collectées sont à prévoir au plus tôt, dès la première campagne de mesure et de préférence dans des bases de données partagées.**

La bancarisation des données dans des systèmes de

bases de données partagés est essentielle pour supporter des analyses intersites. Les bases de données nationales permettent de bancariser des données collectées selon des méthodes normalisées par le service d'administration nationale des données et référentiels sur l'eau (Sandre).

- **L'exploitation régulière des données permet de maintenir une attention de la part des principaux partenaires des projets d'amélioration et participe fortement à la pérennité de l'opération de restauration par l'implication de tous les acteurs concernés et intéressés.**

Il faut prévoir une mise en forme et une analyse des résultats à un pas de temps annuel, ce qui permet d'entretenir l'intérêt collectif pour le suivi, mais aussi de recueillir au fil du temps de précieux renseignements qualitatifs de la part des opérateurs.

L'analyse de données requiert l'utilisation de variables adaptées permettant de mettre en évidence les réponses du milieu et cette analyse est d'autant plus aisée si elle porte sur des **variables quantitatives**. Il en existe un grand nombre. Il faut donc choisir celles caractérisant le mieux les changements visés, choix d'autant plus aisé que les objectifs de l'opération sont bien définis et bien précis.

À partir d'un même matériel biologique échantillonné, il est possible de caractériser l'évolution de la communauté biologique grâce à différentes variables.

Un exemple de quelques variables pertinentes pour le traitement des données piscicoles

- Richesse spécifique (nombre d'espèces)
- Diversité spécifique (fréquence du nombre d'individus par espèce)
- Abondance totale, abondance par espèce et abondance relative
- Biomasse totale et biomasse par espèce
- Structure par classe d'âge par espèce
- Présence ou absence de différentes classes d'âge
- Abondance relative par classe d'âge
- Nombre d'espèces rhéophiles (inféodées aux milieux vifs et courants)...
- Etc..

- **La synthèse en fin d'étude**

Elle doit répondre à la question initiale et vérifier si les objectifs originaux et les hypothèses posées sont confirmées ou non. Plus la question initiale est bien précise, plus la synthèse sera aisée.

- **L'interprétation des résultats**

Celle-ci est plus aisée si le diagnostic préalable a été bien établi avec une mise en contexte et si les

objectifs écologiques de l'opération de restauration réalisée ont été bien précisés. La prise en compte des échelles d'intervention de la restauration mise en œuvre et des temps de réponse des compartiments étudiés permettent aussi de juger de la trajectoire d'évolution écologique.

L'interprétation doit permettre de répondre aux questions suivantes :

- Pourquoi l'objectif n'a pas été atteint ?
- Pourquoi constate-t-on une absence de gain écologique ?
- Pourquoi l'étude de suivi n'a pas permis de mettre en évidence la réponse ?



Pour en savoir plus sur la définition et la mise en place d'un diagnostic préalable, voir la fiche «Des étapes et des outils – Réaliser un diagnostic et définir un projet multi-objectifs»

L'interprétation s'appuie sur le diagnostic préalable et sur les données/informations de contexte à des échelles spatiales plus larges, celle de bassin versant. La bonne connaissance du contexte à l'échelle du bassin versant permettra d'identifier, lors du diagnostic, l'ensemble des pressions, dont hydromorphologiques, s'exerçant sur le tronçon de cours d'eau concerné, de mieux interpréter les résultats et de mieux comprendre les facteurs responsables éventuellement de l'absence de réponse du milieu ou de réponse négative.



Pour plus d'informations sur des exemples d'analyses et d'interprétation d'études de suivi, voir : Souchon Y., 2012. Restauration des cours d'eau, que nous apprennent les suivis écologiques documentés? IRSTEA, Onema : 92

De plus, des études de suivis réalisés selon une structuration spatiale et temporelle commune et avec des protocoles standardisés permettent aussi de comparer les évolutions écologiques de plusieurs opérations de restauration mises en œuvre sur différents tronçons de cours d'eau. Cette analyse intersites est utile pour extraire des lois communes généralisables. C'est un des objectifs visés par la mise en place récente, par l'Onema et les Agences de l'eau, d'un réseau national de sites de démonstration pour le suivi des opérations de restauration hydromorphologique des cours d'eau.

Pourquoi suivre l'évolution socio-économique liée à un projet de restauration hydromorphologique ?

Une opération de restauration hydromorphologique s'inscrit dans un territoire qu'elle modifie : elle interagit donc avec des pratiques sociales, des intérêts économiques, des projets d'aménagement réalisés par d'autres acteurs, des représentations que les acteurs locaux ont de la rivière ou du milieu concerné.

Les sciences sociales fournissent plusieurs méthodes de collecte de données et d'analyse de ces dimensions : études de perception³, analyse de jeux d'acteurs, analyse des projets et dynamiques de territoire en cours - à différentes échelles pertinentes pour comprendre le contexte local - enquête sur les pratiques de différentes catégories d'acteurs, analyse économique des intérêts en présence et potentialités de développement locales, etc...

L'impact d'un projet de restauration, selon les territoires et selon les acteurs concernés, peut être négatif ou positif (ex. : évolution du prix du foncier...).

Une prise en compte préalable de ce « territoire » social qui sera impacté est importante pour la bonne mise en œuvre du projet et la mise en place, si besoin, d'une véritable concertation initiale. La mise en place d'actions de pédagogie, l'implication des acteurs ou un suivi socio-économique peuvent s'avérer nécessaires.



Pour plus d'informations sur la définition d'un projet et d'une démarche de territoire, voir la fiche «Une démarche – Inscrire le projet de restauration dans un projet territorial»

Si des intérêts économiques ou sociaux ont été clairement identifiés dans cette phase que l'on peut appeler **diagnostic socio-économique ou diagnostic territorial**⁴ et selon l'ampleur des changements préfigurés par le projet, **il peut être judicieux de prévoir un suivi** de l'évolution des paramètres d'activité et de l'impact économique du projet. La méthodologie de ces suivis mérite un effort de conception particulier, afin de donner une visibilité rigoureuse sur les différents facteurs locaux et externes qui peuvent expliquer l'évolution économique des activités impactées par le projet et recontextualiser les stratégies des acteurs, les moyens mis en œuvre pour les aider, les évolutions réelles observées.

3 - Un ouvrage sur les études de perception (méthodes et apports) paraîtra mi-2013 dans la collection Onema « comprendre pour agir »

4 - Des travaux sont en cours, sous pilotage de l'Onema, sur la méthodologie de diagnostic socio-économique pour les opérations de restauration. Pour plus d'informations, voir le site Onema.fr



Anticipée avec suffisamment de concertation, la prise en compte de ces enjeux socio-économiques dans l'élaboration même du projet peut aboutir parfois à un double bénéfice local du projet de restauration, qui outre l'amélioration de la qualité de l'eau et du milieu, a pu favoriser par exemple :

- la réduction du risque inondation autour du site restauré (exemple de la Vezouze) ;
- une augmentation de la fréquentation des abords du cours d'eau (exemple du Vicoin-Coupeau) ;
- une réflexion amont en étroite collaboration avec la filière agricole et la mise en place d'une labellisation des produits agricoles (ex Ruver/Embs en Allemagne ⁵) ;
- une amélioration de la qualité paysagère (Exemple de la Bièvre).

© Josée Perass - Onema



Promeneuses le long de la Moine restaurée, à Cholet, Maine-et-Loire (49)



5 - ASCA, à paraître. *Étude comparative restauration des cours d'eau, analyse transversale des études de cas européennes.* Onema

