

Cours d'eau enterrés en tête de bassin : préconisations pour leur restauration.



* Avec la collaboration de LE BIHAN Mikael, LUMET Jean-Claude et MONNIER David

Aurélia MATHIEU*
Délégation Interrégionale
Nord-Est de l'ONEMA
Août 2010



ONEMA
Office national de l'eau
et des milieux aquatiques

Introduction

A l'interface entre les eaux souterraines et la terre, les cours d'eau en tête de bassin naissent de l'action combinée de la géologie, du relief et du climat. Les confluences successives de ces cours d'eau au fil du réseau hydrographique donnent naissance aux rivières et fleuves qui façonnent nos paysages.

Du fait de leur caractère moins emblématique que les grandes rivières, ces très petits cours d'eau ne bénéficient que de peu d'attentions et d'importantes questions persistent quant à la connaissance de leurs rôles, leurs fonctionnements et leurs états actuels. Du fait de leur faible gabarit, ces écosystèmes sont très sensibles aux pressions liées à l'expansion urbaine, l'industrialisation ou encore l'intensification des pratiques agricoles.

La vulnérabilité et l'importance de ces petits cours d'eau au sein du réseau hydrographique justifient d'identifier précisément ces zones et de définir des mesures de préventions ou de restaurations spécifiques (SDAGE Loire-Bretagne, 2007). Cette préoccupation devenant de plus en plus importante, un programme LIFE portant spécifiquement sur les têtes de bassin a émergé. Ce projet s'est attaché pendant 5 ans à mettre en oeuvre un ensemble d'actions expérimentales sur des petits cours d'eau. L'objectif étant de porter à la connaissance des gestionnaires, des expériences de restauration de très petits cours d'eau.

La restauration a pour vocation de redonner au cours d'eau une certaine « stabilité naturelle » afin qu'il retrouve ses fonctions biologiques, physiques et chimiques. On appelle « stabilité naturelle », la capacité du cours d'eau à transporter les particules solides et liquides provenant du bassin versant, tout en maintenant sa dimension, sa forme, ses profils*.

Après une présentation des enjeux liés à la préservation des ruisseaux de tête de bassin ainsi que des impacts de leur enterrement à l'échelle d'un bassin versant, le présent guide vise à proposer une méthodologie générale d'approche en matière de restauration des cours d'eau en tête de bassin enterrés. Des préconisations spécifiques seront exposées pour les cours d'eau drainés.

* Documents utiles :

Rosgen D.L., 1996 : Applied River Morphology, *Wildland Hydrology Books*, Pagosa Springs, Colorado, 6-42.

Glossaire

Allochtone	Qui provient d'un endroit différent.
Dénitrification	Processus de réduction chimique du nitrate (NO_3^-) en azote gazeux (N_2), principalement initié par des bactéries dénitrifiantes.
Embâcle	Obstruction d'un cours d'eau par un amas de débris végétaux.
Hyphomycètes	Champignons aquatiques découverts par Ingold en 1942, qui correspondent aux formes asexuées des champignons supérieurs.
Ripisylve	La ripisylve est la formation végétale qui se développe au bord des cours d'eau ou des plans d'eau.
Talweg	Ligne reliant les points les plus bas d'une vallée.

Sommaire

Les cours d'eau en tête de bassin.....	5
---	----------

Rôles et fonctionnement.....	5
-------------------------------------	----------

Vers un enterrement des têtes de bassin	7
--	----------

Principes de restauration des cours d'eau enterrés en tête de bassin	10
---	-----------

Généralités	10
--------------------------	-----------

Eléments réglementaires.....	11
-------------------------------------	-----------

Notion de référence	13
----------------------------------	-----------

Création d'un nouveau lit.....	16
---------------------------------------	-----------

Reméandrage.....	19
-------------------------	-----------

Spécificité des cours d'eau drainés	21
--	-----------

Espace de liberté alloué au cours d'eau	25
--	-----------

Autres mesures et suivi post-restauration	27
--	-----------

LES COURS D'EAU EN TETE DE BASSIN

I. Rôles et fonctionnement

Les têtes de bassin représentent les cours d'eau d'ordre 1 et 2 selon la classification de Strahler. Ceci inclut les zones de source et les premiers émissaires du réseau hydrographique (figure 1).

Les cours d'eau en tête de bassin constituent jusqu'à 80%* du réseau hydrographique.

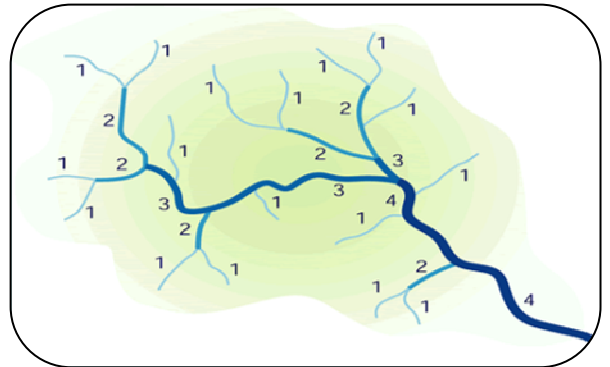


Figure 1 : Ordre des cours d'eau selon la classification de Strahler.

Services rendus par les têtes de bassin



Importance biologique

Les cours d'eau en tête de bassin constituent un point de contact privilégié entre le milieu terrestre et aquatique. Ils réceptionnent d'importantes quantités de matières organiques et de sédiments. Un stockage de ces particules va s'opérer grâce à la rugosité du lit et aux embâcles formés par la ripisylve. Ainsi piégés, ces éléments pourront être consommés et dégradés par les bactéries, hyphomycètes, macroinvertébrés... (figure 2). Les composés issus de la dégradation et les décomposeurs eux-mêmes sont les premiers maillons du réseau trophique.

La densité de poisson est supérieure dans les cours d'eau possédant de nombreuses connections avec les têtes de bassin, ces dernières apportant d'importantes quantités de proies.

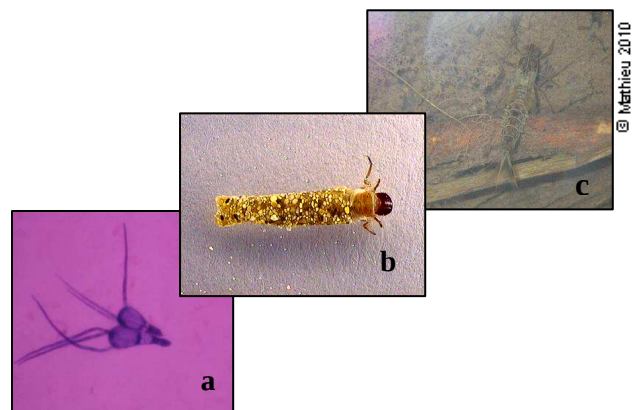
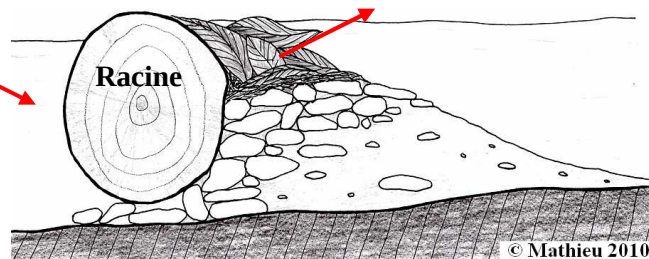


Figure 2 : Stockage et dégradation de la matière minérale et organique.

a) *Clavariopsis aquatica*, Hyphomycète aquatique, b) *Séricostomatidae*, Trichoptère fragmenteur, c) *Baetidae*, Ephéméroptère collecteur.

* Pourcentage de linéaire de cours d'eau de rang 1 et 2 par rapport au linéaire total :

- aux Etats-Unis : 70% (Schumm, 1956 ; Shreve, 1969 ; Meyer & Wallace, 2001 ; Benda *et al.*, 2005)
- sur le bassin Rhône-Méditerranée et Corse, 80 % (Malavoi, 2009)
- sur le bassin Loire Bretagne : 74% (Malavoi, 2009)
- sur le département de la Moselle (57) : 70% (Le Bihan 2009)

Faune et flore associées

Du fait de leur petit gabarit, les cours d'eau en tête de bassin sont fortement influencés par les conditions locales (géologie, relief, climat...). Ils offrent ainsi une grande variété d'habitats pour la faune et la flore pour lesquelles ils constituent des zones de refuge.

En France, plusieurs espèces se trouvent inféodées aux têtes de bassin dont les plus emblématiques sont :



Le chabot
(*Cottus gobio*)

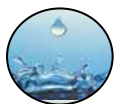
L'écrevisse à pieds blancs
(*Austropotamobius pallipes*)



La lamproie de planer
(*Lampetra planeri*)



La moule perlière
(*Margaritifera margaritifera*)



Importance hydrologique

Les petits ruisseaux conditionnent quantitativement et qualitativement les ressources en eau de l'aval.

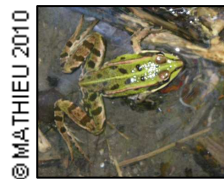
Les têtes de bassin apportent aux cours d'eau d'ordre supérieur* :

- 50 à 70% du volume d'eau
- 40 à 70% de la charge en azote

* Documents utiles :

Alexander R.B., E.W. Boyer, R.A. Smith, G.E. Schwarz, R.B. Moore, 2007 : The role of headwater streams in downstream water quality. *Journal of the American Water Resources Association*, **43**: 41-59

Mais aussi, dans les zones humides d'accompagnement :



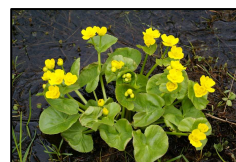
Grenouille verte
(*Rana esculenta*)

Larve de salamandre
(*Salamandra salamandra*)



Triton
(*Triturus alpestris*)

Laiche jaune
(*Carex flava*)



Populage des marais
(*Caltha palustris*)



Fonctions épuratrices

Les cours d'eau en tête de bassin, du fait de leur abondance, possèdent une **surface hyporhéique beaucoup plus importante que les cours d'eau d'ordre supérieur**. Cette zone de contact entre les eaux de surface et les eaux souterraines est un lieu privilégié de réalisation des processus d'épuration de l'eau et en particulier de dénitrification. Ainsi, de nombreuses études montrent que les taux de dénitrification diminuent lorsque le rang du cours d'eau augmente et sont donc supérieurs en tête de bassin

Les zones humides sont des éléments indissociables des cours d'eau en tête de bassin qui améliorent la qualité de l'eau.

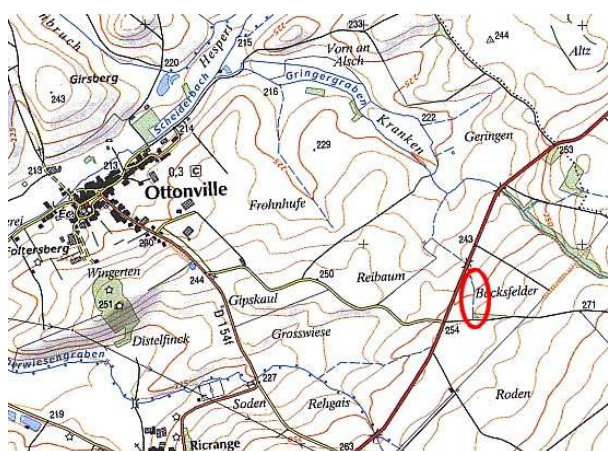


II. Vers un enterrement des têtes de bassin.

Des milieux en sursis...

Bien qu'occupant un rôle primordial dans le fonctionnement de l'hydrosystème, les cours d'eau en tête de bassin sont soumis à de nombreuses pressions, dont les impacts sont accrus du fait de la vulnérabilité de ces milieux. Au lendemain de la seconde guerre mondiale, l'accélération de l'urbanisation mais également le passage progressif d'une agriculture extensive vers une agriculture intensive ont conduit à un déplacement et un enterrement massif des très petits cours d'eau.

L'enterrement des cours d'eau peut se faire par busage, comblement ou drainage. C'est un phénomène qui résulte d'une succession d'atteintes au milieu qui conduit alors à une perte progressive du statut du cours d'eau. Afin d'illustrer ces propos, voici l'exemple d'un cours d'eau qui a fait l'objet en 2009 d'une demande d'autorisation pour être busé.



Sur la carte IGN au 1:25000^{ème}, le cours d'eau (cercle rouge sur la carte) est représenté en trait discontinu sans toponyme. Il dispose d'une source clairement identifiée et des agents de l'ONEMA ont noté la présence de vie biologique (exclusivement des macroinvertébrés).

Le propriétaire du site a tout d'abord **drainé et dévié la zone de source vers le fossé de route**. Le cours d'eau n'est donc plus alimenté correctement et son écoulement est nettement ralenti.

La deuxième étape a consisté à la **destruction de la ripisylve**. Les souches ont été laissées pour ne pas avoir à engager une demande d'autorisation auprès de la préfecture. En effet, la destruction de l'ensemble de la ripisylve nécessite un dossier au titre de la Loi sur l'eau selon la nomenclature R214-1 du Code de l'Environnement (rubrique 3.1.2.0).



Le propriétaire a ensuite « **linéarisé** » le cours d'eau et passé son champs de prairie à culture. Comme le montre la photo ci contre, le cours d'eau a progressivement été envahi par les végétaux du fait de son écoulement beaucoup moins marqué et de l'absence d'ombrage.

Toutes ces actions successives ont finalement menée à une **demande d'autorisation de busage**

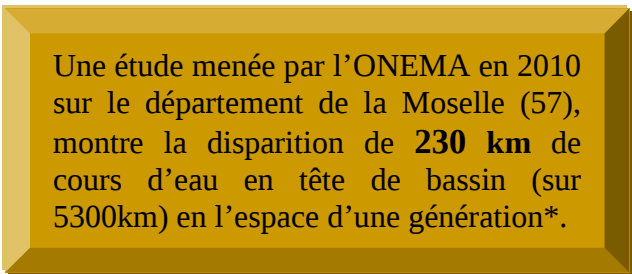
Dans cette demande, il est écrit : « [...], cette parcelle en culture est coupée par un fossé situé en son milieu avec un écoulement très faible sachant que ce dernier prend son départ en début de parcelle. [...] Plusieurs possibilités seraient envisageables pour rendre la parcelle plus fonctionnelle [...] :

❶ capter l'écoulement des eaux par canalisation d'un bout à l'autre de la parcelle afin de pouvoir refermer le fossé et rendre la parcelle uniforme.

❷ créer un fossé dans la continuité du départ du cours afin de le déverser dans le fossé actuel bordant la route. Cette solution permettrait également de refermer le fossé et rendre la parcelle uniforme. »

Cet exemple montre donc la perte progressive de statut du cours d'eau. Au fur et à mesure des dégradations, le cours d'eau n'est plus capable d'assurer ses fonctions primaires, à savoir évacuer les débits liquides. Il est alors perçu comme un simple fossé et n'est soumis à aucune protection particulière. Pourtant, au départ il s'agissait bien d'un cours d'eau au titre de la police de l'eau : source clairement identifiée et présence de vie biologique...

L'enterrement des cours d'eau en tête de bassin est donc un phénomène toujours d'actualité.



Une étude menée par l'ONEMA en 2010 sur le département de la Moselle (57), montre la disparition de **230 km** de cours d'eau en tête de bassin (sur 5300km) en l'espace d'une génération*.

Pourtant les conséquences de l'enterrement de ces zones amont ont une répercussion sur l'ensemble du bassin versant (voir figure ci après) :

*** Documents utiles :**

Le Bihan M., 2009 : L'enterrement des cours d'eau en tête de bassin en Moselle (57). Rapport de stage ONEMA/Université Paul Verlaine Metz, 49 p.

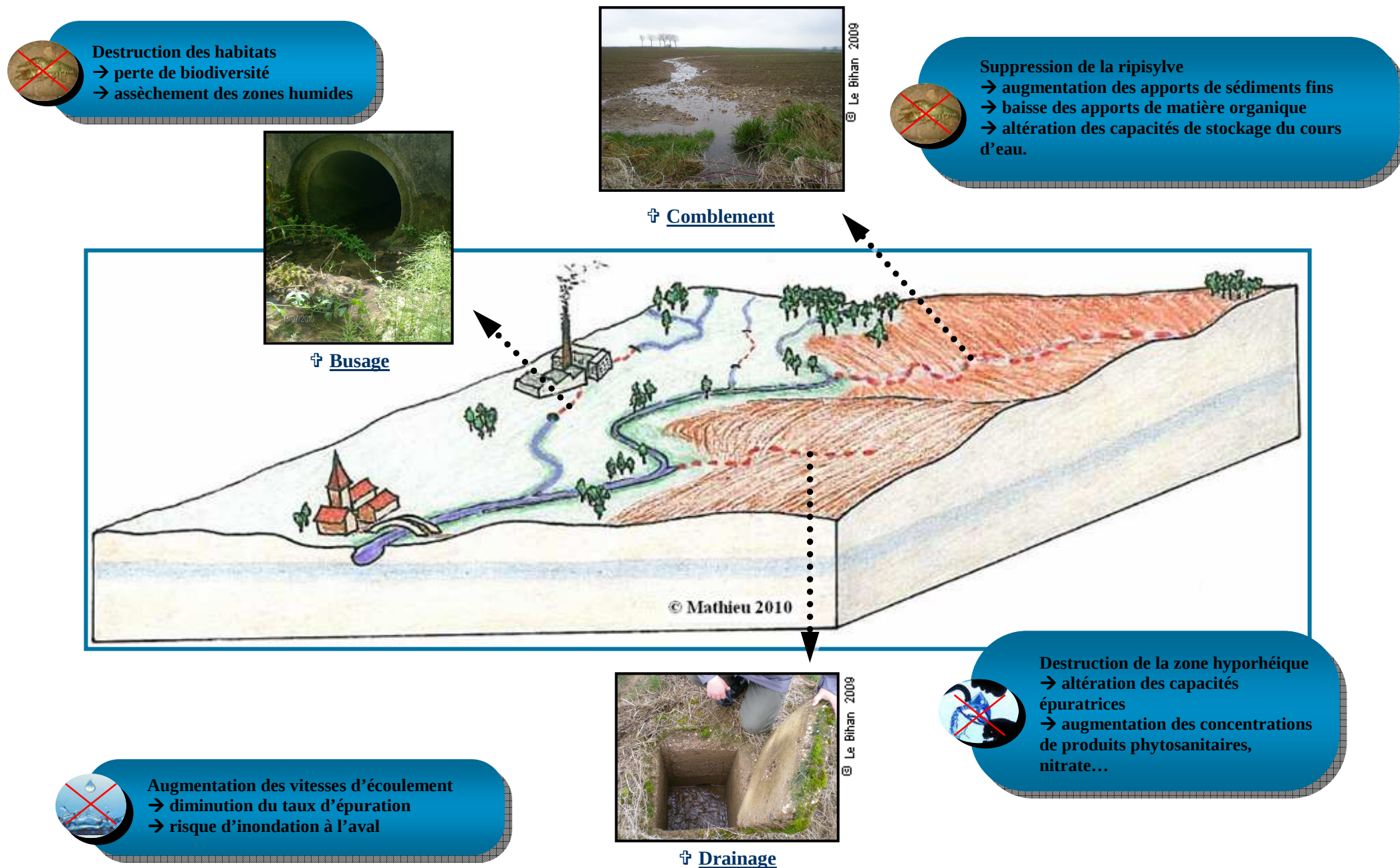


Figure 3 : Principales conséquences de l'enterrement des cours d'eau en tête de bassin

PRINCIPES DE RESTAURATION DES COURS D'EAU ENTERRES EN TETE DE BASSIN

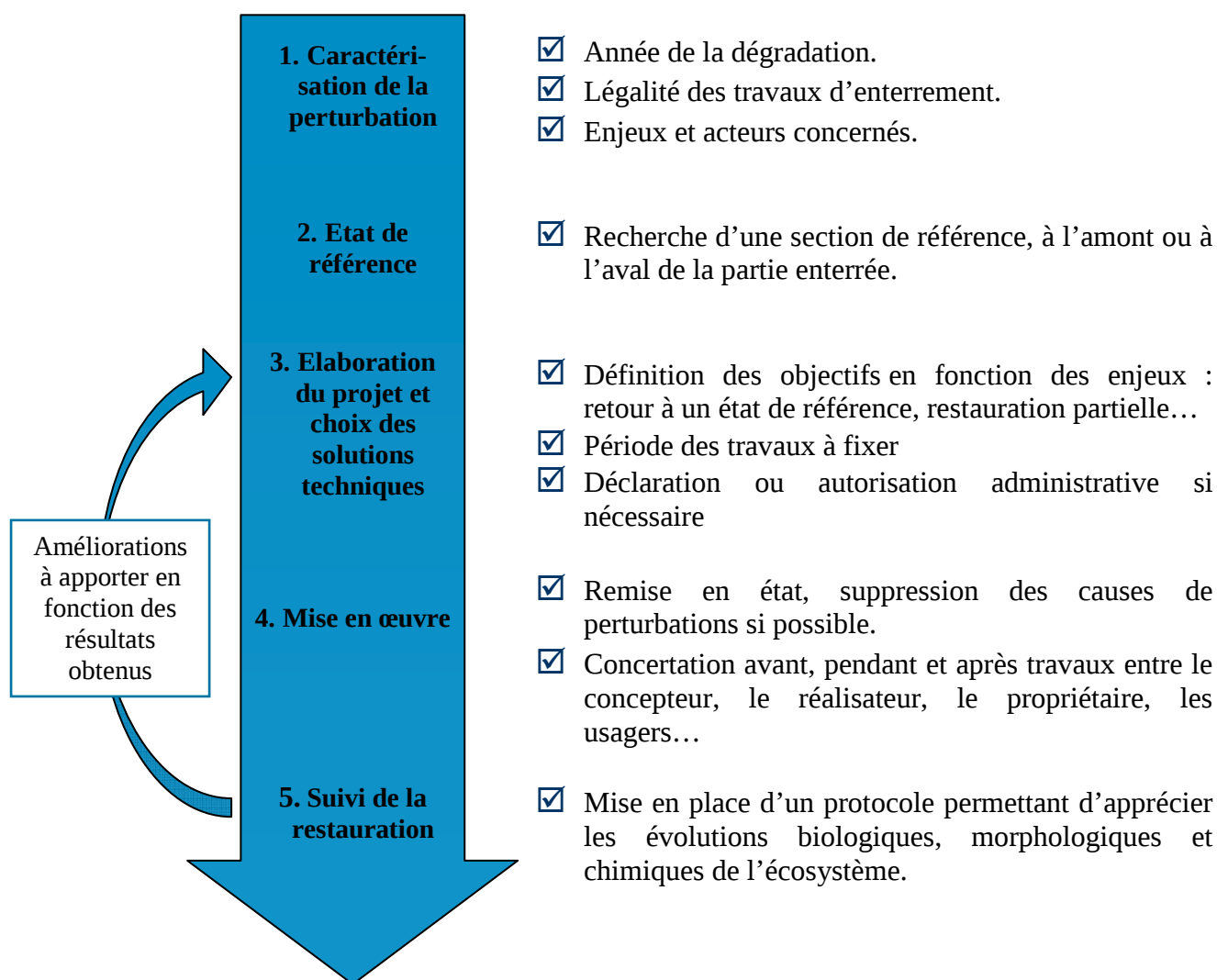
I. Généralités

Au regard des nombreux services rendus par les cours d'eau en tête de bassin et des conséquences sans précédent de leur disparition, la restauration de la fonctionnalité de ces écosystèmes apparaîtra dans bien des cas comme la solution la plus économiquement avantageuse.

L'hydrosystème et les espèces associées sont intimement dépendants de la préservation ou de la restauration du fonctionnement hydrologique et morphologique du cours d'eau. Les actions visant à restaurer la dynamique naturelle sont à favoriser plutôt que celles visant la restauration d'un type de milieu ou d'une espèce particulière*.

Afin de pérenniser les actions de restauration, celles-ci doivent s'inscrire dans une vision intégrée, en cohérence avec le bassin versant et en coopération avec l'ensemble des acteurs et usagers.

Face à un constat d'enterrement, la démarche pour garantir l'efficacité des actions de restauration et de gestion des milieux aquatiques peut se schématiser de la façon suivante :



* Documents utiles :

ONEMA, 2010 : La restauration des cours d'eau : recueil d'expériences sur l'hydromorphologie. *Recueil ONEMA/Agences de l'eau/MEEDDM* 184 p

II. Eléments réglementaires

En ce qui concerne la caractérisation de la perturbation (première étape de la démarche de restauration proposée page précédente), l'aspect réglementaire va être tout particulièrement développé ici.

Plusieurs cas peuvent se présenter en fonction de la légalité du projet d'enterrement d'un cours d'eau et de l'année de réalisation des travaux.

❶ Constatation de l'irrégularité au moment des travaux d'enterrement :

Il s'agit alors d'une infraction au code de l'environnement qui donne lieu à un Procès Verbal pouvant aboutir à une contravention. Il est également possible de procéder par transaction avec une remise en état des lieux. La démarche de restauration, présentée dans ces fiches, sera plus facile à mettre en place si l'infraction vient d'être réalisée.

❷ Constatation de l'irrégularité des travaux plusieurs années après (Lumet 2010, ONEMA Service police de l'eau) :



Procédure :

Dans le cas d'installations, d'ouvrages, de travaux et d'activités exploités irrégulièrement et lorsque le demandeur se trouve dans l'impossibilité de faire valoir son droit ou de produire un titre juridique:

- Il n'y a pas de procédure de régularisation prévue.

- Les articles L. 211-1 et R. 214-53 du Code de l'environnement qui permettent des régularisations ne visent que les IOTA légalement réalisés ou exercés.

- Il y aura donc un examen particulier de chaque cas dans lequel l'administration n'a obligation ni de rejeter la demande ni de l'accueillir.

Conditions de régularisation

- Nécessité d'adapter le fonctionnement aux exigences de la loi sur l'eau et mise en conformité (art. L.214-6, L.214-8, et L.214-11 du CE).

- Mise en œuvre d'une procédure d'autorisation ou de déclaration.

- L'ordonnance de juillet 2005 a introduit la possibilité, pour l'autorité administrative, de s'opposer aux déclarations.

Dispositions pénales : si le bénéfice de l'autorisation n'est pas accordé ou si la personne délictuelle soumise à déclaration ne respecte pas l'arrêté de prescriptions visant à régulariser sa situation, l'infraction est caractérisée :

- Autorisation : Article L. 216-8 du CE avec délit

- Déclaration : Article R. 216-12 du CE avec contravention de 5^{ème} classe.

- Les mesures pénales peuvent conduire à la remise en état des lieux (art. L.216-8 du CE) sous astreinte (L.216-9 du CE)

Attention à la rédaction : un peu « hermétique » pour les non-initiés. Si on ne s'adresse qu'au SPE, RAS

Remarque :

Les travaux effectués régulièrement avant la loi de 1992 sur l'eau et ses textes d'application devaient être signalés à l'administration qui pouvait dans ce cas prescrire des arrêtés complémentaires si nécessaire. Ces travaux selon leur importance étaient ensuite assimilés à une autorisation ou à une déclaration.

En pratique, il sera cependant difficile de revenir sur des travaux effectués il y a plusieurs dizaines d'années, sauf si la personne n'a pas respecté les textes encadrant ces travaux ou si elle les a exécutés en connaissance de la loi. La date de busage, drainage ou d'intervention sur le cours d'eau reste primordiale. **L'infraction reste continue à la date d'application des décrets 93-743 et 742 dit « nomenclature » et « procédure » du 30 mars 1993.**

III. Notion de référence

La deuxième étape d'un projet de restauration concerne la recherche de référence. Autrement dit, quelles étaient les caractéristiques morphologiques (largeur et hauteur pleins bords, sinuosité, pente...) du cours d'eau en tête de bassin avant la perturbation ? Cette question est primordiale car elle conditionne la réussite de la restauration à long terme. En effet, il est essentiel de tendre vers un gabarit de lit conforme aux caractéristiques du cours d'eau afin que celui-ci soit en mesure d'assurer ses fonctions biologiques, chimiques et hydrauliques.

Trois cas peuvent survenir :

- En amont du cours d'eau enterré, il existe encore une section présentant une hydromorphologie originelle. Il conviendra donc de respecter le gabarit de cette section (largeur et hauteur pleins bords, sinuosité, pente...) pour restaurer la partie enterrée (figure 4).

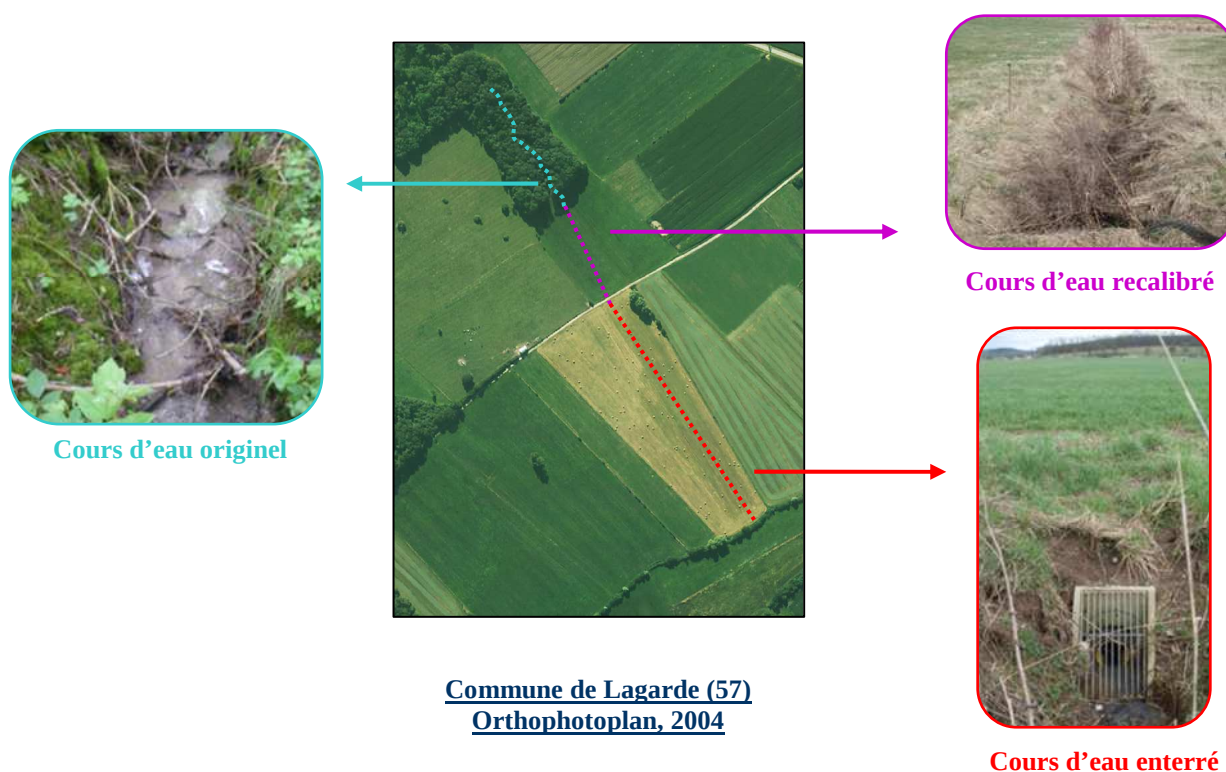


Figure 4 : Exemple de cours d'eau ayant subi diverses dégradations et possédant une section de référence à l'amont (photos : ©Mathieu, 2010)

- Une section de référence persiste à l'aval du cours enterré. Dans ce cas, il est peut-être possible d'utiliser la partie aval comme référence, en prenant cependant certaines précautions. Par exemple, la présence de drains, de plans d'eau (...) en amont sont susceptibles d'entraîner un approfondissement du lit à l'aval. Les dimensions du lit à l'aval seront donc sur-dimensionnées par rapport au lit originel et il convient de prendre en compte ces changements.
- Et enfin, la tête de bassin a été entièrement enterrée et plus aucune section naturelle n'est présente.

Dans ce dernier cas, il est alors difficile de prévoir les dimensions que doit avoir le lit pour permettre au cours d'eau d'accueillir et d'évacuer les débits solides et liquides tout en gardant son équilibre morphodynamique.

Afin d'améliorer les connaissances sur les caractéristiques morphologiques des cours d'eau en tête de bassin en très bon état hydromorphologique, une étude a été réalisée. Elle permet d'apporter des éléments de réponse sur le gabarit des très petits cours d'eau, susceptibles d'orienter les restaurations de cours d'eau enterrés ne possédant plus de section originelle.

A ce jour, il existe peu de protocoles destinés à récolter des données hydromorphologiques sur les cours d'eau. A l'ONEMA, le protocole CARHYCE (CARactérisation HYdromorphologique des Cours d'Eau) est déployé en phase de test depuis 2008. Il a pour objectif d'apporter des informations morphodynamiques qui serviront d'une part à évaluer l'impact des pressions et d'autre part à replacer les mesures biologiques dans leur contexte physique local. Ce protocole a été conçu pour l'évaluation des cours d'eau de taille moyenne (>1 mètre) et ne permet pas d'appréhender la diversité hydromorphologiques des très petits cours d'eau. Un protocole a donc été établi selon les fondements du protocole CARHYCE de manière à être en mesure d'étudier les spécificités des cours d'eau en tête de bassin à savoir : un petit gabarit, une faible sinuosité et surtout une micro-variabilité importante.

Les critères de sélection des sites d'étude ont été les suivants :

- ↗ Hydroécocorégion « plateau lorrain »
- ↗ Cours d'eau de rang 1 uniquement
- ↗ Pas de dégradations hydromorphologiques notables (curage, surpâturage, drainage...)
- ↗ Milieu forestier (aucun site n'a pu être trouvé en prairie et culture)

Sur chaque cours d'eau, 3 stations ont été déterminées. A l'intérieur de chaque station, les mesures hydromorphologiques ont été récoltées au niveau de 5 transects de la façon suivante (figure 5) :

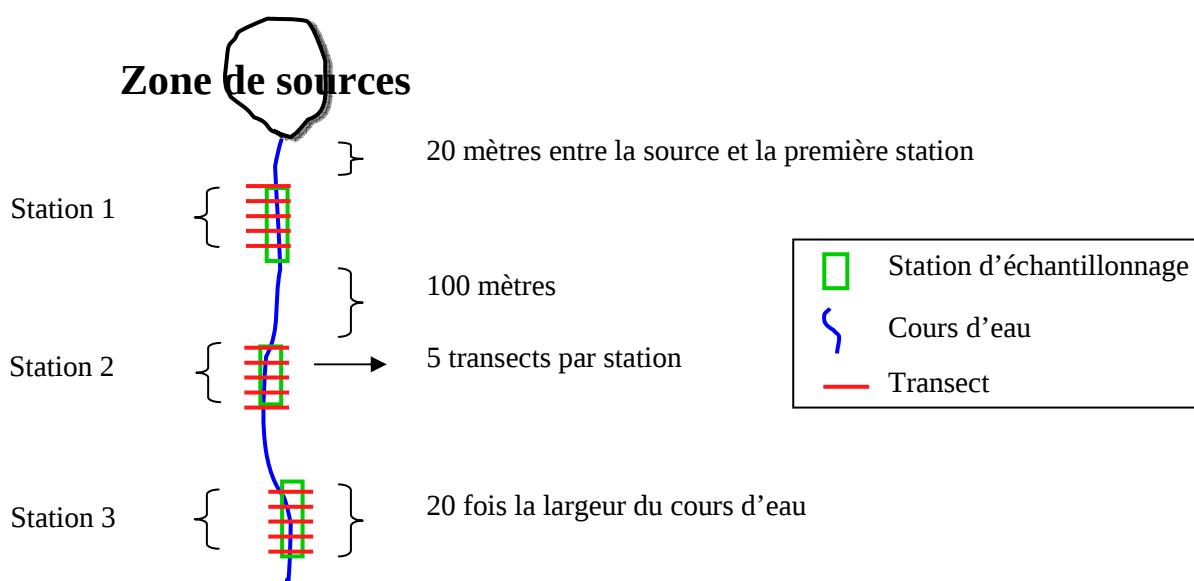


Figure 5 : Echantillonnage des cours d'eau en tête de bassin

Les paramètres mesurés au niveau de chaque transect sont :

- ↗ **Hauteur et largeur pleins bords**
- ↗ **Hauteur et la largeur mouillées**

A l'échelle de la station :

- ↗ **Pente**
- ↗ **Sinuosité**
- ↗ **Puissance spécifique**
- ↗ **Granulométrie**

➤ Les résultats de l'étude figureront dans les fiches suivantes sous la forme de cet encadré.

La suite du document expose une démarche de restauration inspirée du programme LIFE mais également de l'étude menée cette année sur les têtes de bassin ainsi que des nombreuses recherches bibliographiques et des quelques retours d'expérience. La restauration d'un cours d'eau enterré passe généralement par la recréation d'un nouveau lit, soit au même endroit soit dans le thalweg d'origine si le cours d'eau a subi un déplacement. Cette recréation de lit comprend la prise en compte du gabarit mais également de la sinuosité. Ces deux thèmes seront abordés dans les pages qui suivent.

Ensuite, un point particulier sera fait sur les possibilités de restaurer les cours d'eau drainés. Enfin, un accent particulier sera mis sur l'importance des suivis des restaurations

IV. Création d'un nouveau lit

Quelque soit le type d'enterrement (comblement, busage, drainage), le lit du cours d'eau a subi de profondes modifications : recalibrage, linéarisation, voir un déplacement total. Si le cours d'eau se trouve surélevé par rapport à sa nappe d'accompagnement, une perte d'eau peut s'opérer vers le point le plus bas de la vallée. Les échanges nappe-cours d'eau sont alors fortement altérés ainsi que le fonctionnement global de celui-ci, ses capacités d'accueil de la faune et la flore, d'épuration des eaux et de transport de particules. La restauration nécessite la création plus ou moins totale d'un nouveau lit. Cette fiche reprend certains éléments du LIFE*.

OBJECTIF

La restauration a pour objectif de **repositionner le cours d'eau dans son talweg** afin de rétablir les échanges ruisseau-nappe d'accompagnement.

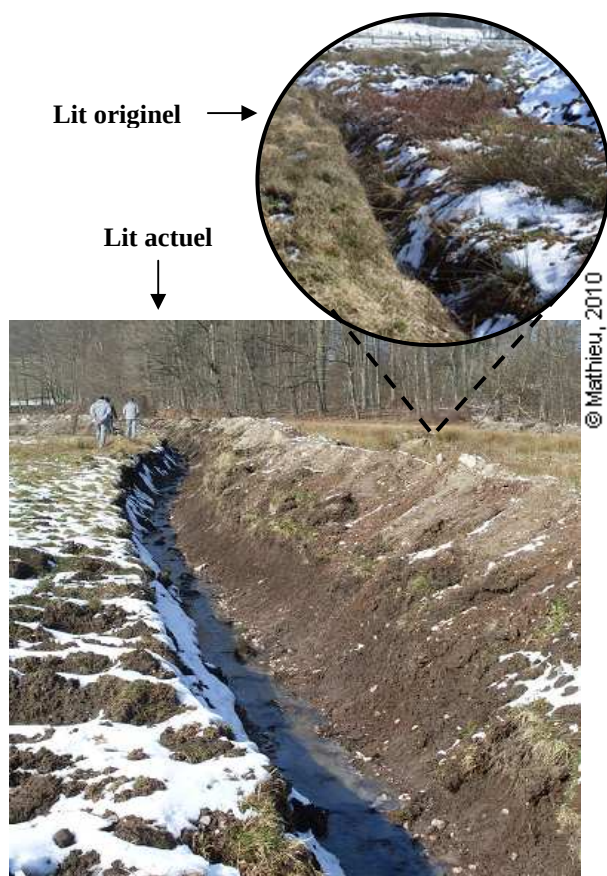


Figure 6 : Cours d'eau en tête de bassin déplacé et récemment sur-creusé. Ce ruisseau est destiné à recevoir le dispositif de drainage utilisé pour assécher sa zone humide d'accompagnement. Son enterrement est donc à venir...

Mise en place

L'enjeu de la recréation d'un nouveau lit est de restaurer un tracé et un gabarit adaptés aux caractéristiques du ruisseau afin de lui permettre de retrouver un équilibre morphodynamique.

• Localisation du tracé :

La première étape consiste à localiser le tracé originel du cours d'eau. Si le déplacement du cours d'eau n'est pas trop ancien, des indices peuvent être visibles sur le terrain (traces de l'ancien lit, végétation de zone humide dessinant les méandres...). La recherche de cartes, de cadastres ou de photographies aériennes antérieurs aux travaux hydrauliques peut souvent apporter des éléments intéressants.

Il est important de prendre en compte les éventuels changements d'occupation du sol qui ont pu survenir après le déplacement du cours d'eau. Les terrains ont pu être cultivés et les horizons pédologiques profondément modifiés. Si les couches imperméables ont été altérées, la remise en eau d'un tracé "originel" du ruisseau peut présenter sur certains sols des risques de pertes karstiques. Ceci peut induire une rupture totale ou partielle de l'écoulement.

* Tous les documents du programme LIFE sont téléchargeables sur le site : www.liferuisseaux.org

• Dimensionnement du lit :

Pour permettre au cours d'eau de retrouver son équilibre morphodynamique, il convient de sous-dimensionner le gabarit du lit. Ainsi, le cours d'eau aura la possibilité de recréer un lit conforme à sa puissance hydraulique. Cette dernière permet d'appréhender l'activité des cours d'eau en ce qui concerne les formes et la dynamique des méandres (encadré ci contre).

Afin de permettre une érosion active, il est préférable de créer le chenal avec des bords verticaux. Des berges inclinées seraient moins érosives et la restauration morphologique du ruisseau plus lente. Afin d'éviter l'enfoncement du ruisseau dans son lit, celui-ci ne doit pas être trop profond. Les expériences du LIFE montrent qu'un dimensionnement "au carré", c'est à dire aussi large que profond, permet une remise en fonction rapide de l'écosystème.

Remarques :

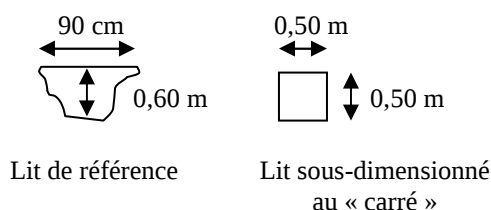
☞ si l'ancien lit est toujours présent et intact (figure 4), le lit déplacé pourra être rebouché avec les matériaux présents sur le site afin que l'écoulement retrouve son ancien talweg. Afin de limiter l'effet drainant de l'ancien lit, les matériaux devront être compactés.

☞ Lorsque le lit a été approfondi, les matériaux présents au dessus du cours d'eau enterré seront remis dans le cours d'eau et tassés pour rehausser le niveau du lit.

Prise en compte du gabarit de référence

Les caractéristiques hydromorphologiques du nouveau lit devront être adaptées aux spécificités du cours d'eau. Ainsi, le gestionnaire veillera à sous-dimensionner le lit par rapport à une section de référence située à l'amont ou à l'aval immédiat de la partie à restaurer. Le nouveau lit pourrait être sous dimensionné de moitié par rapport à la référence.

Exemple :



Ce rapport est donné à titre indicatif et est à adapter pour chaque type de sol (nature du substrat, présence d'éléments grossiers...) et puissance spécifique.

La puissance hydraulique se calcule selon la formule suivante :

$$\omega = (i * Q * 9810) / Lpb$$

ω = puissance spécifique à pleins bords (W/m²)

i = pente (m/m)

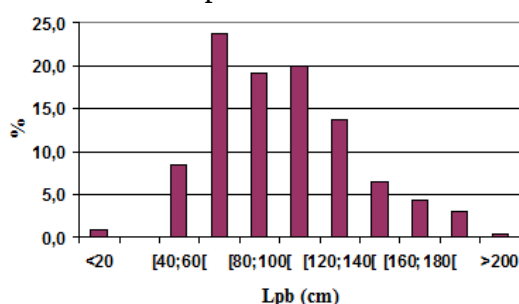
Q = débit spécifique à pleins bords (m³/s)

Lpb = largeur de pleins bords (m)

Longueur et largeur : résultats de l'étude

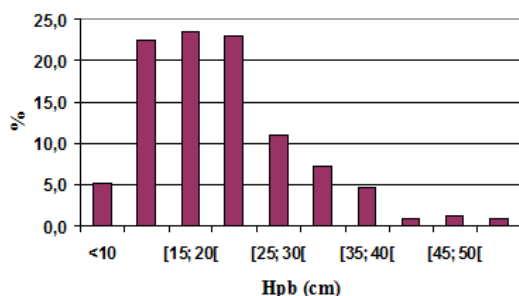
Largeur pleins bords des 15 cours d'eau en bon état hydromorphologique :

- Lpb moyenne : 100 cm
- 63% des Lpb entre 60 et 120 cm



Hauteur pleins bords des 15 cours d'eau :

- Hpb moyenne : 21 cm.
- 69% des Hpb entre 10 et 25 cm.



Variation longitudinale du gabarit :

- 2/3 des cours d'eau ne présentent pas de différence significative de gabarit entre la source et 300m à l'aval.
- Lorsqu'elle varie, la largeur pleins bords est toujours légèrement supérieure 300m à l'aval.
- Le rapport Lpb/Hpb diminue quand la puissance du cours d'eau augmente. Le cours d'eau érode donc prioritairement en profondeur. L'explication se trouve dans la nature du substrat et dans la forte cohésion des berges dû à la présence de ripisylve

Eléments importants pour le Gestionnaire

- Il est nécessaire de bien faire figurer, dans le cahier des charges, la taille et la forme du godet qui sera utilisé lors des travaux. En effet, des différences entre les prévisions de départ et le résultat sont couramment observées. Une visite pendant les travaux peut également permettre de détecter ces anomalies.
- Suite au sous-dimensionnement, le temps de réponse peut être long, surtout dans le cas de ruisseaux en tête de bassin de faible puissance hydraulique ($<10W/m^2$). En effet, la restructuration du lit dépend de la capacité d'érosion et de transport du cours d'eau ainsi que du substratum sur lequel il évolue. Ainsi le retour vers un système fonctionnel pourra prendre cinq à dix ans selon les caractéristiques du milieu. Cette phase de transition nécessite la mise en place d'un suivi à long terme.

Période de réalisation des travaux.

Les enjeux piscicoles à l'aval doivent être pris en compte lors des actions de restauration. En présence de truites, brochets, lamproies...les travaux de restauration se feront en dehors des périodes de reproduction de ces poissons. La pluviométrie est également un facteur à intégrer : afin de limiter le transport de matières fines, une période de faibles pluies sera privilégiée.



Figure 7 : Exemple de cours d'eau sous-dimensionné "au carré"



Le sous-dimensionnement du lit vise à restaurer les équilibres relationnels entre la nappe et le cours d'eau en laissant celui-ci redéfinir son profil par érosion du substrat. Les matériaux érodés peuvent se déposer à l'aval des travaux. Il faudra être très prudent en présence d'espèces sensibles aux colmatages comme par exemple la Moule perlière ou l'écrevisse à pieds blancs.

La recreation d'un lit nécessite un dossier au titre de la Loi sur l'eau selon la nomenclature R214-1 du Code de l'Environnement. Les deux principales rubriques impactées sont :

3.1.2.0 : installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau.

1° – longueur ≥ 100 mètres → autorisation

2° – longueur < 100 mètres → déclaration

3.1.5.0 : installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens.

1° – Destruction $> 200 m^2$ → autorisation

2° – Destruction $< 200 m^2$ → déclaration

V. Reméandrage

L'enterrement des cours d'eau est toujours associé à la linéarisation de ce dernier. Il s'opère alors une perte de linéaire, modifiant par la suite l'équilibre des échanges entre le ruisseau et la nappe.

OBJECTIF

L'objectif est de **redonner au cours d'eau sa sinuosité originelle** afin de rétablir la dynamique du cours d'eau et de reconstituer un habitat aquatique diversifié. Par ailleurs, il s'agit d'augmenter le linéaire du cours d'eau et donc la zone de contacts entre les eaux de surface et souterraines.

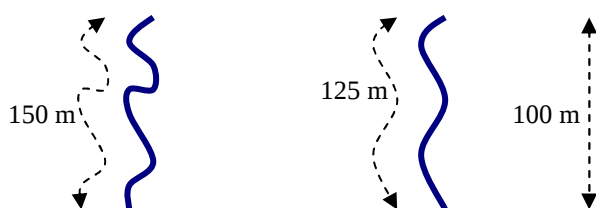
Mise en place

L'enjeu est de permettre au cours d'eau de tracer lui-même son propre lit en fonction de sa puissance hydraulique. Pour cela, lors de la création du nouveau lit, la sinuosité donnée au cours d'eau devra être **inférieure à celle d'origine** et **uniforme**. Les matériaux extraits seront ensuite mis dans l'ancien lit rectiligne et compactés afin de limiter l'effet drainant de celui-ci.

Prise en compte de la sinuosité de référence

A terme, la sinuosité du nouveau lit devra être proche de celle originelle. Pour cela, une section à l'hydromorphologie non dégradée et présente à l'amont ou à l'aval du cours d'eau à restaurer, servira de référence. La valeur de sinuosité de cette section pourra être diminuée de moitié :

Exemple :



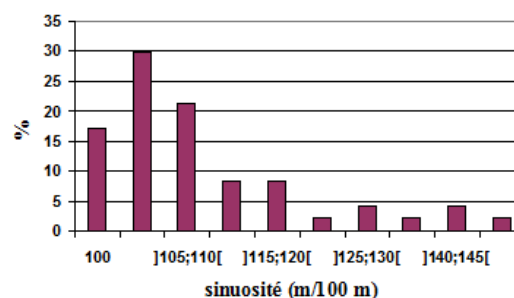
Sinuosité de référence
(150 m sur 100 m)

Sinuosité sous-dimensionnée
(125m sur 100m) et homogène.

Ce rapport est donné à titre indicatif et est à adapter pour chaque cas.

Sinuosité : résultats de l'étude

- Sinuosité moyenne : 110m sur 100m.
- 68% des sinuosités sont entre 100 et 110m/100m.



- Les cours d'eau de sinuosité nulle (100m/100m) ont des largeurs pleins bords inférieures aux autres.
- La sinuosité ne varie pas de façon significative en fonction de la distance à la source.



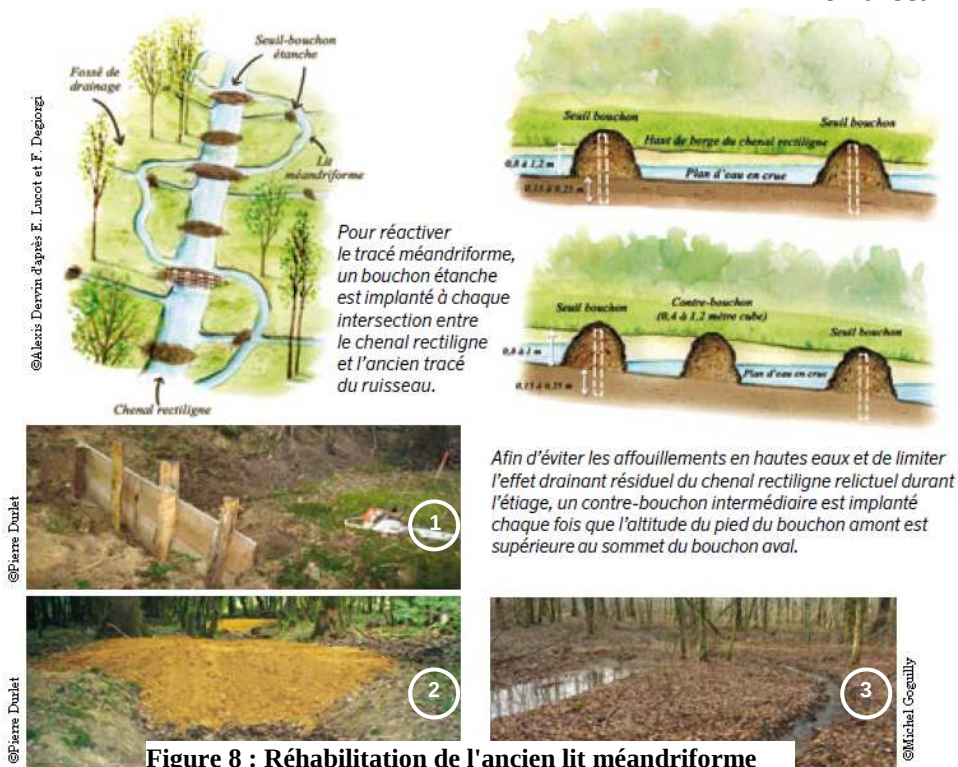
Cette technique peut éventuellement entraîner des dépôts de matériaux fins et ne pourra probablement pas être envisagée en amont de population d'espèces sensibles au colmatage comme par exemple la Moule perlière.

Une autre technique utilisée dans le cadre du programme LIFE consiste à réhabiliter le lit méandriforme originel en oblitérant le fonctionnement du lit rectiligne à l'aide d'une série de "bouchons" étanches installés au niveau de la jonction cours d'eau rectifié-méandre. Parallèlement, l'effet drainant des principaux fossés d'assainissement latéraux est ralenti à l'aide de bouchons de tout venant. À moyen terme, les segments de lit rectilignes et les fossés relictuels devraient être partiellement comblés par l'accumulation de la matière organique. Pour favoriser ce processus naturel, l'enlèvement des débris, encombres et embâcles dans le lit des ruisseaux est proscrit.

Pour mener un tel projet, la **première étape consiste** à rechercher les traces des méandres abandonnés afin d'identifier le point de jonction entre le tracé méandriforme et le ruisseau chenalisé.

La **seconde étape** nécessite de placer des bouchons constitués d'un géotextile de rétention des fines, tendu sur un bardage de bois et placé au coeur d'un remplissage en tout-venant (figure 7, photo 1 et 2). Afin de permettre une revégétalisation, le remplissage se fait avec des matériaux prélevés sur place sur les 50 premiers centimètres du sol.

Un lit guide pourra être créé sur les premiers mètres, à chaque intersection avec le lit rectifié.



Si l'ancien tracé n'est plus assez marqué, un chenal fortement sous-dimensionné, à bords verticaux, pourra être réalisé (figure 7, photo 3). Pour le gabarit du chenal, le gestionnaire veillera à le sous dimensionner par rapport à une section de référence située à l'amont ou à l'aval de la partie à restaurer (voir fiche «création d'un nouveau lit »).

Pour plus de détail sur le projet, l'étude complète est disponible sur www.liferruisseaux.org

Les coûts du LIFE pour 8km de linéaire

Etude initiale (TTC)	Définition du projet : 14 000 €	Etat initial biologique et morphologique : 28 700 €	Suivi après travaux : 33 000 €
Travaux (TTC)	Frais enquête publique : 3 700 €	Assistance maîtrise d'ouvrage : 17 000 €	Travaux : 78 000 €

Spécificités des cours d'eau drainés

Destiné à l'amélioration de la productivité agronomique, le drainage agricole s'est développé dans les campagnes françaises depuis les années 1950 (Penyen et Muxart, 1995). Actuellement en France, 3 millions d'hectares sont drainés artificiellement (Vincent, 2010). Une des principales conséquences de cette technique culturale est qu'elle nécessite de rabaisser les cours d'eau recevant le système de drainage, parfois jusqu'à 1,20 m. Ceci engendre d'importants déséquilibres au niveau de la fonctionnalité du cours d'eau. La première étape lors d'un projet de restauration est donc de revenir à un gabarit moins profond, ce qui n'est plus compatible avec le drainage de la parcelle.

OBJECTIF

Il s'agit ici de proposer quelques aménagements qui permettraient de restaurer le cours d'eau (remise à ciel ouvert, retour à un gabarit et une sinuosité originels...) tout en conservant l'utilisation agricole des parcelles. Il est important de préciser que les pratiques présentées n'ont pas toutes été testées et il convient dans un premier temps de trouver des « champs d'expérimentation » afin de juger de leur réelle pertinence.

Proposition 1

Principe :

Une méthode expérimentée par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, consiste à créer un « fossé tampon » le long du cours d'eau afin qu'il récolte les eaux issues du système de drainage. De la même manière que pour la proposition 2, ce fossé rattrapera plus à l'aval la pente du cours d'eau.



Avantages :

- Cette technique permet de ralentir les eaux issues du drainage et de permettre leur épuration avant qu'elles regagnent le cours d'eau.
- Le fossé tampon arrivera à l'aval moins en profondeur dans le cours d'eau, ce qui permet de rehausser celui-ci et de lui recréer ses méandres.



Limites et inconvénients :

- Du fait du réhaussement du cours d'eau, celui-ci risque d'être plus élevé que le fossé tampon. Un transfert d'eau pourrait s'opérer du cours d'eau vers le fossé perturbant alors les échanges nappe-cours d'eau.
- En absence de bandes enherbées de part et d'autre du cours d'eau (cours d'eau non BCAE par exemple), la question de la maîtrise foncière se posera.
- Ce système ne peut être efficace que si la pente du cours d'eau n'est pas nulle ($>2\%$)



Figure 9 : Exemple d'aménagement de sortie de drain par un fossé sinueux

Proposition 2

Principe :

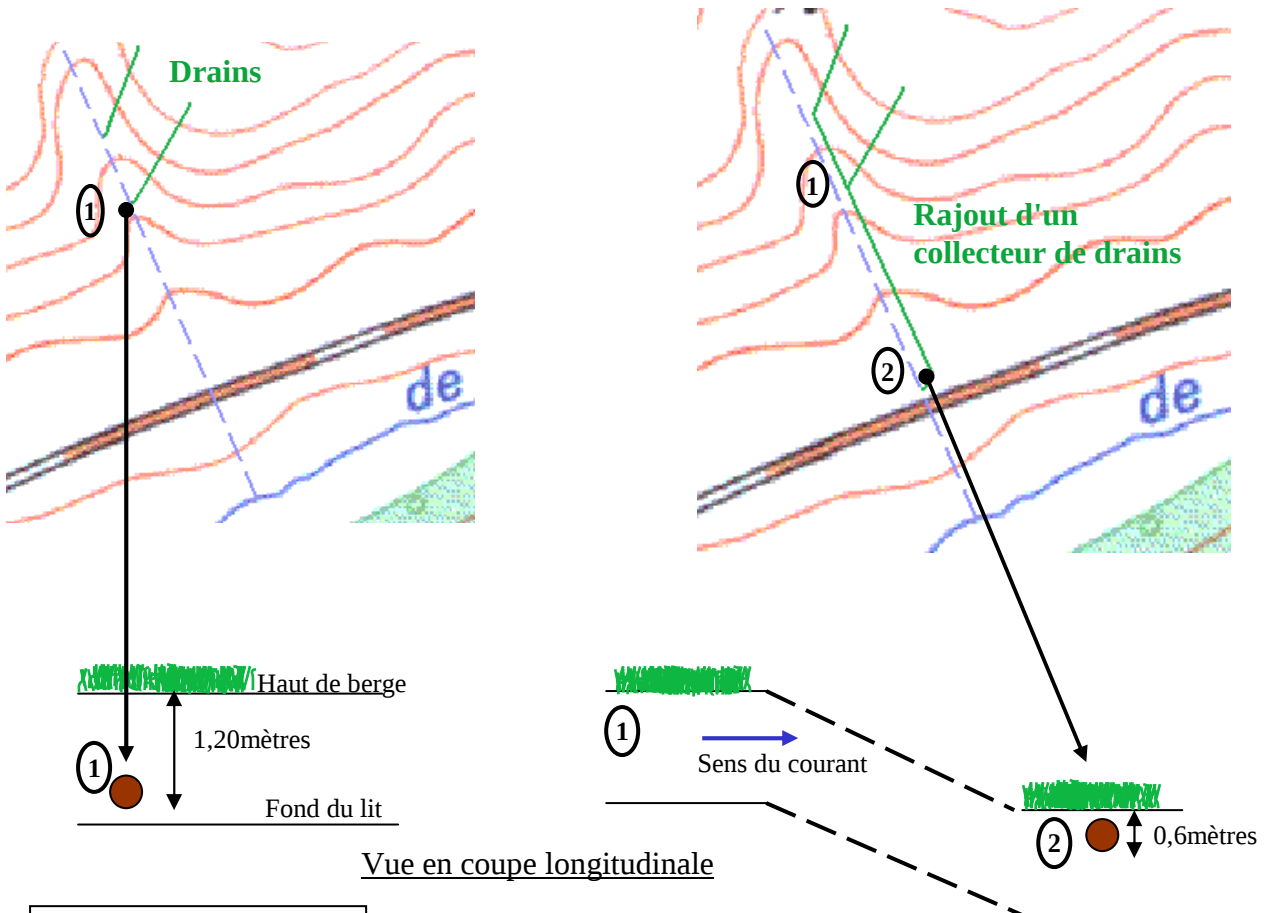
Il s'agit de prolonger le collecteur de drains le long du cours d'eau afin de rattraper la pente de celui-ci. Cette méthode présente cependant un certain nombre d'inconvénients et est une solution à n'envisager que très ponctuellement.

Avantages :

- Ce système permet de garder le système de drainage en place.
- L'exutoire du drain arrivant moins en profondeur dans le cours d'eau, ce dernier pourra être rehaussé et des méandres recréés.

Limites et inconvénients :

- Un problème se posera si le rajout doit se faire sur la parcelle d'un autre exploitant.
- Si le nouveau collecteur rajouté est un drain percé, il risque de capter les eaux souterraines et de perturber les apports d'eau destinés au cours d'eau. S'il n'est pas percé, la vitesse d'écoulement pourrait être importante en sortie et provoquer un certain élargissement du lit du ruisseau.
- Ce système ne peut être efficace que si la pente du cours d'eau est supérieure à 2%.



Vue en coupe longitudinale

Le drain arrive dans le cours d'eau à 1,20 mètres de profondeur.

Les drains se jettent dans un nouveau collecteur qui va longer le cours d'eau avec une pente plus faible que celui-ci et ainsi arriver à l'aval à seulement quelques dizaines de centimètres de profondeur

Proposition 3

Principe :

Il s'agit de sectionner le drain, 3-4 mètres avant son arrivée dans le cours d'eau. La zone où se trouvait le drain est remplie de granulat de taille croissante (les particules les plus grossières sont dirigées vers le cours d'eau). Les matériaux seront préférentiellement pris sur place.

👍 Avantages :

- Ce système évite l'arrivée directe du drain dans le cours d'eau ce qui permet de rehausser le lit du cours d'eau et de recréer des méandres.
- L'eau sortant du drain rencontre d'abord la zone de granulat avant de se jeter dans le ruisseau et peut ainsi être « pré filtrée ».
- L'équilibre du cours d'eau sera restauré et son rôle de transport de particules solides retrouvé. A terme, le propriétaire ne devrait plus avoir besoin de curer le cours d'eau.

👎 Limites et inconvénients :

- L'effet du drainage peut être diminué au niveau de la tranchée créée du fait de l'élévation de la lame d'eau.
- Ce système peut s'avérer inefficace si la pente du terrain est trop faible (<1%).

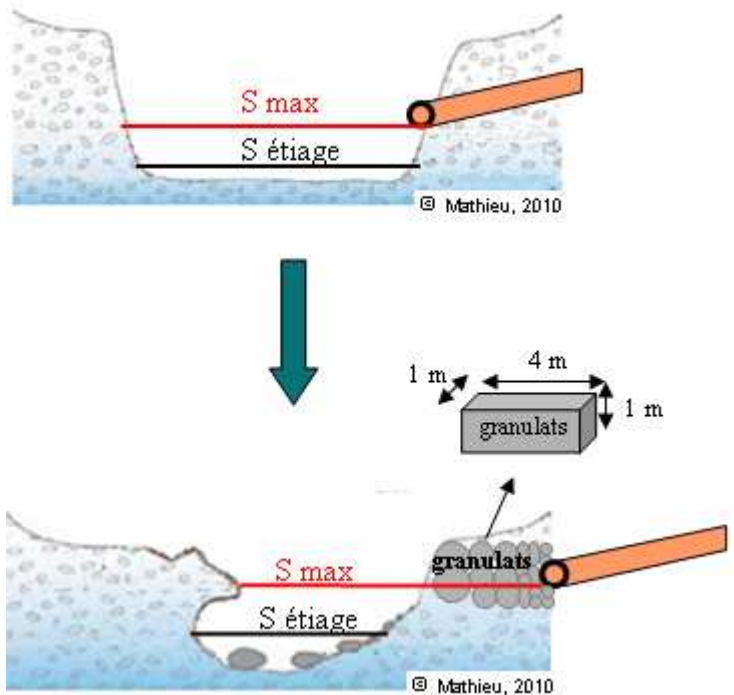


Figure 10 : Technique de restauration des cours d'eau drainés. S max = surface d'eau maximale et S étiage = surface d'eau à l'étiage

Cette solution n'a à ce jour pas fait l'objet de validation *in situ*. Il convient donc dans un premier temps de la tester.

Proposition 4

Principe :

Il s'agit de supprimer l'ensemble du dispositif de drainage et de recréer le lit du cours d'eau comme décrit plus haut.

👍 Avantages :

- Cette technique peut sembler un peu radicale mais elle permet d'assurer un retour certain à l'équilibre originel du cours d'eau.
- La lame d'eau pourra être rehaussée (ajout des matériaux présents au dessus du cours d'eau enterré) et le cours d'eau assurera pleinement son rôle de drain naturel.

👉 Limites et inconvénients :

- Cette démarche ne pourra se faire qu'avec l'accord du propriétaire ou par acquisition foncière.

Remarque : Sur des terrains pentus (>3%) et perméables, le drainage systématique des parcelles peut s'avérer potentiellement inutile. Pour des cours d'eau présentant un intérêt particulier (présence de zone de frayère importante à l'aval par exemple), il pourrait être envisagé d'inciter les exploitants à enlever leur système de drainage afin de mener une restauration efficace du cours d'eau.

Suggestion alternative :

Autrefois très utilisée, la technique de sous-solage permet de redonner de la perméabilité au sol en améliorant le drainage naturel et la circulation capillaire horizontale de l'eau sur les sols labourés. Cette technique agricole est encore utilisée ponctuellement dans certains départements de France (Vosges par exemple).

👍 Avantages :

- Cette technique permet de supprimer le système de drainage en place et de restaurer le cours d'eau.

👉 Limites et inconvénients :

- Efficace que sur les sols friables (et donc pas argileux)
- Affecte les horizons pédologiques profonds (25-60 cm)
- Doit être renouvelée régulièrement (3-5 ans)



Figure 9 : Sous-soleuse

Espace de liberté alloué au cours d'eau

Pour chaque type d'enterrement, l'approche préconisée pour la restauration est de sous-dimensionner les caractéristiques du cours d'eau (largeur, hauteur, sinuosité). Ce sous-dimensionnement induit une zone plus ou moins importante de divagation du cours d'eau au cours du temps. Cette évolution peut paraître difficilement compatible avec l'utilisation agricole ou immobilière des terres. Certaines précautions doivent donc être prises pour que la remise à ciel ouvert du cours d'eau soit acceptée par les usagers.

Dans le cadre de l'attribution des aides de la Politique Agricole Commune (PAC) et en application des articles R615-10 et R615-12 du Code rural, les exploitants sont soumis au respect des Bonnes Conditions Agricoles et Environnementales (BCAE). Il convient alors de différencier deux cas :

- Le cours d'eau à déterrer est un cours d'eau soumis aux BCAE.
- le cours d'eau à déterrer n'est pas soumis aux BCAE.

Cours d'eau BCAE

Une des normes encadrant ces BCAE consiste à appliquer le long de tout cours d'eau, une bande de 5 mètres de large enherbée ou boisée de façon permanente. Le terme « cours d'eau » correspond ici au linéaire hydrographique représenté sur les cartes IGN au 1/25000^{ème} les plus récentes, en traits pleins ou continus et possédant un toponyme. Suite au sous-dimensionnement du cours d'eau remis à ciel ouvert, il se peut que l'érosion ne se fasse pas de la même manière sur les deux berges, diminuant alors la bande tampon d'un côté et l'augmentant de l'autre. Une solution serait d'élargir ces bandes de 1 mètre (6 mètres au lieu de 5) afin que la mobilité du cours d'eau les premières années ne compromette pas le droit aux aides PAC. Lorsque le cours d'eau sera « stabilisé », au minimum 2-3 ans après restauration, l'exploitant pourra ajuster la bande tampon de 5 mètres de large de part et d'autre du ruisseau.

Les Zones Non Traitées (ZNT)

Ces bandes de 5m, 20m ou 50m sans traitement ni fertilisation doivent être appliquées le long des cours d'eau BCAE. [à vérifier, il me semble que l'arrêté ZNT parle de « point d'eau », mais que la circulaire parlait des BCAE](#) Dans le cas de cours d'eau en tête de bassin, elles trouvent un intérêt accru. En effet, les faibles débits de ces milieux conduisent à augmenter les concentrations des polluants. Suite à la réouverture du cours d'eau, une attention particulière devra être portée sur le

Cours d'eau non BCAE

Il s'agit des cours d'eau dont leur protection n'ouvre droit à aucune aide. Certains ont disparu des cartes IGN et beaucoup ne possèdent pas de toponyme. La restauration s'avère alors plus délicate car la réouverture du cours d'eau va davantage se heurter à des pressions économiques et politiques. En effet, la restauration des cours d'eau enterrés lors de la période de remembrement et considérés aujourd'hui comme des fossés ou encore ceux enterrés pour permettre des constructions immobilières, apparaît difficilement envisageable face aux enjeux socio-économiques. Pourtant il ne faut pas oublier que ces cours d'eau font toujours partie intégrante du réseau hydrographique et participent à la qualité de l'eau et au bon état écologique des masses d'eau. Partant de ce constat, une masse d'eau peut-elle atteindre le bon état écologique si ses têtes de bassin présentent un mauvais état écologique ? Si ce n'est pas le cas, à partir de quels seuils de disparition et/ou d'artificialisation des têtes de bassin, une masse d'eau est susceptible de ne plus atteindre le bon état ? Au vu des services écosystémiques rendus par les têtes de bassins versant et en fonction des pressions, la protection et la restauration de ces cours d'eau apparaîtront dans de nombreux cas comme la solution techniquement et économiquement la plus intéressante pour atteindre le bon état écologique de la masse d'eau réceptrice.



La restauration des cours d'eau enterrés BCAE apparaît comme techniquement et réglementairement réalisable.

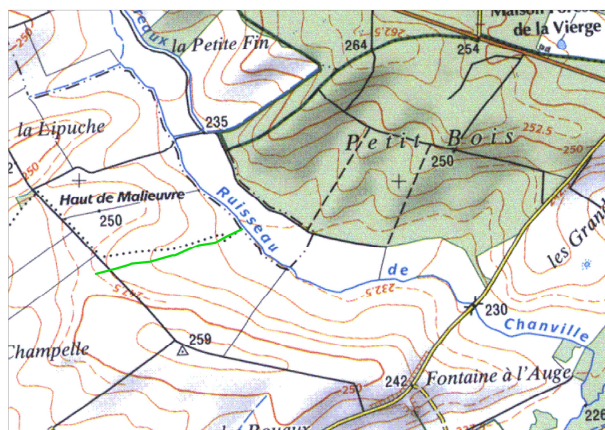
Suggestion :

Une des solutions serait que ces linéaires figurent sur les cartes des cours d'eau BCAE réalisées à l'échelle départementale. Augmenter le nombre de cours d'eau en tête de bassin BCAE permet de disposer d'une bande de 5 mètres de part et d'autre afin de mener une restauration pertinente et d'avoir des moyens réglementaires de protection de ces écosystèmes.

Pour ce faire, tout d'abord, une attention particulière devrait être portée pour empêcher la disparition au niveau cartographique de nombreux cours d'eau en tête de bassin à chaque réédition de carte IGN (voir Le Bihan, 2009).

Ensuite, l'arrêté du 12 janvier 2005, pris en application du code rural, établit la liste des cours d'eau au titre de la conditionnalité PAC. Il est ensuite précisé que **cette liste peut être complétée, par arrêté préfectoral, par d'autres cours d'eau présentant un intérêt pour la protection de l'environnement**. Les cours d'eau en tête de bassin doivent donc figurer sur cette liste. Attention à la rédaction de cette partie qui me paraît très délicate. Il me paraît peu réaliste de préconiser à l'IGN de modifier ses cartes...

Exemple de cours d'eau disparu qui pourrait être rajouté sur la liste complémentaire :



Le cours d'eau en question est symbolisé par le trait vert sur les cartes ci dessus. Une prospection de terrain a confirmé qu'il était enterré de sa source à son arrivée dans le ruisseau de Chanville. Sur l'orthophotoplan, les traces de l'ancien tracé sont encore visibles.

Ce cours d'eau pourrait par exemple être rajouté sur la liste complémentaire des cours d'eau au titre de la conditionnalité PAC.

La directive nitrates fait partie des réglementations prises en compte dans le cadre des exigences de la conditionnalité des aides PAC. Seul les cours d'eau BCAE sont soumis à ces dispositions. Inclure des cours d'eau en tête de bassin dans la liste de ceux BCAE, participerait également aux objectifs du programme d'action de cette directive, à savoir : réduire et prévenir la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricole. En effet, du fait de leurs propriétés intrinsèques, **les cours d'eau en tête de bassin sont marqués par des taux de dénitrification plus élevés que ceux mesurés sur les grands cours d'eau.**



Figure 10 : Bande enherbée le long d'un cours d'eau BCAE

Autres mesures et suivis post-restauration

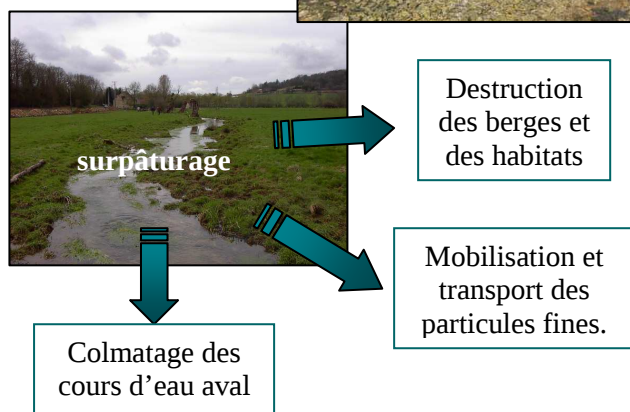
Afin de garantir l'efficacité des restaurations mises en œuvre, ces dernières doivent être accompagnées de certaines mesures permettant de protéger ces cours d'eau remis à ciel ouvert. De plus, il est important de quantifier les résultats de ces restaurations afin de juger de leurs réelles pertinences.

Mesures à intégrer au projet de restauration

Empêcher le surpâturage

Si le cours d'eau se trouve en contact avec du bétail, la pose d'une **clôture** devra être envisagée ainsi que l'installation de **pompes à museaux** afin d'éviter tout surpâturage.

Un passage à gué peut éventuellement être réalisé (cf fiches techniques du LIFE)



Plantation d'une ripisylve

Suite à la réouverture des cours d'eau, il est primordial d'instaurer une **ripisylve** le long du cours d'eau. Celle-ci pérennisera la réussite de la restauration en assurant notamment :

- La stabilisation des berges et du lit mineur qui limite la divagation du cours d'eau.
- La diminution des risques d'eutrophisation du cours d'eau.
- Un apport de matière organique, indispensable au bon fonctionnement des cours d'eau en tête de bassin.
- Le stockage des sédiments et de la matière organique permettant leur dégradation par la faune.

Deux méthodes de plantations peuvent être utilisées suite à la restauration avec sous-dimensionnement :

	Avantages	Inconvénients
Ripisylve plantée au moment de la réouverture du cours d'eau	Limite la divagation du cours d'eau	Le cours d'eau évolue et peut contourner la ripisylve. Si celle-ci venait à ne plus se trouver le long du cours d'eau, elle deviendrait inutile.
Ripisylve plantée 2-3 ans après la restauration du cours d'eau	La ripisylve est plantée une fois que le cours d'eau a trouvé son chemin et son gabarit préférentiel	Les méthodes d'actions rétroactives sont souvent difficiles à mettre en place dû à la nécessité de résultat immédiat.

Ripisylve : résultats de l'étude

- Les principales essences retrouvées le long des cours d'eau échantillonnés sont les suivantes :
 - strate arborée : hêtre, charme, chêne, frêne, aulne, noisetier.
 - strate arbustive : aubépine
- Le nombre d'essence varie de 2 à 8 sur une station de 20 m de long et 5 mètres de chaque côté du cours d'eau.

Les résineux (sapin, épicéa) sont absolument à éviter car ils présentent un enracinement très superficiel et déstabilisent les berges du cours d'eau qui sont alors sujettes à érosion.

Remarque : En terme de restauration, il est donc préférable de diversifier les strates (arbustive + arborée) et les essences. En revanche, la ripisylve peut présenter quelques trouées et n'être constituée que d'une seule rangée d'arbres ou d'arbustes.

Suivi des restaurations

Afin de recueillir des retours d'expériences de ces restaurations et de juger de leurs efficacités et leurs limites, il est indispensable que les réouvertures de cours d'eau soient suivies. En fonction des moyens mis à disposition et des enjeux, il pourra être mis en place un suivi :

- * **Minimum** : suivi photographique.
- * **Intermédiaire** : suivi hydromorphologique et biologique.
- * **Complet** : suivi hydromorphologique, biologique, chimique et sociologique.

○ Suivi photographique :

Les clichés seront pris avant, pendant et après travaux. Pendant la phase post-restauration des photographies seront prises deux fois par an pendant 5 ans, de préférence en période de pluie et d'étiage. Les images devront retranscrire les évolutions de tracé, de végétation rivulaire, de gabarit du lit, de granulométrie, de faciès d'écoulement et éventuellement de faune et flore présente.

○ Suivi hydromorphologique :

La restauration présentée ici se base sur un sous-dimensionnement du cours d'eau afin de lui permettre de retrouver son gabarit d'origine, conforme à sa puissance spécifique. L'hydromorphologie du cours d'eau est donc amenée à fortement évoluer et il serait intéressant d'avoir un retour d'expérience quantifié sur ces changements.

Le suivi se fera avant travaux et 1 an, 3 ans, 5 ans après restauration. Le protocole est le suivant* :

- 3 stations à l'amont et 3 à l'aval
- Paramètres hydromorphologiques mesurés : Hauteur et largeur pleins bords, hauteur et largeur mouillées, sinuosité, granulométrie, pente, température, pH, conductivité
- Temps de réalisation : entre une demi-heure et une heure par station à deux personnes

○ Suivi biologique :

A réaliser avant travaux et 1 an, 3 ans, 5 ans après restauration :

- IBGN en amont et en aval : cet indice n'est pas adapté aux cours d'eau en tête de bassin et la note qui en résulte ne devra pas être prise en compte pour qualifier l'état du milieu. Cet indice sert uniquement ici

à mettre en évidence les évolutions de structure et d'abondance des populations de macroinvertébrés avant et après restauration.

- Pêche électrique en amont et en aval de la section à restaurer afin de comparer les situations avant et après restauration.

Remarque : tous les cours d'eau en tête de bassin n'abritent pas systématiquement d'espèces piscicoles.

Les bryophytes sont des végétaux particulièrement adaptés aux cours d'eau en tête de bassin. En effet, elles affectionnent les milieux ombragés et surtout sont résistantes aux ruptures d'écoulement retrouvées en tête de bassin. Grâce à leur forte capacité d'absorption des métaux, les bryophytes constituent un bon bio-indicateur. Il serait alors intéressant de développer cet indice en tête de bassin.

○ Suivi chimique :

Avant travaux et 1 an, 3 ans, 5 ans après restauration. Les mesures sont réalisées en amont et en aval de la section à restaurer :

- Nitrate
- Phosphate
- Produits phytosanitaires

La fréquence des mesures est fonction des moyens mis à disposition. Selon un rapport qualité-prix raisonnable, il pourrait être envisagé de faire 4 mesures par an à différentes périodes : étiage, pleines eaux, traitement des cultures, fin des cultures.

○ Suivi sociologique :

L'enterrement des cours d'eau résulte entre autre de la « gêne » qu'ils occasionnent. Suite à une restauration, il serait intéressant de mener une analyse sociologique afin de voir comment est perçue la remise à ciel ouvert par la population. Toutes les classes socioprofessionnelles seront interrogées : riverains, élus, agriculteurs, associations... Ceci permettrait également de cibler plus finement, selon des critères précis (niveau d'études, contexte familial, perception du paysage...), les publics les plus réticents aux restaurations et d'anticiper les arguments qu'il faudra avancer pour faire évoluer les mentalités.

* Pour voir le protocole complet : Mathieu A., 2010 : Quels pré-requis pour la restauration des cours d'eau enterrés en tête de bassin ? Rapport de stage ONEMA/Université de Rennes 1, 33 p.

Ce document a été mis en œuvre par :



Partenaires associés :



Relecteurs : Véronique NICOLAS (ONEMA, Délégation Générale), David MONNIER et Mikaël LE BIHAN (ONEMA, Délégation interrégionale), Alain BISELX (ONEMA, Service départemental des Vosges), Jean-Loup MAHIEU (Agence de l'Eau Rhin Meuse), Daniel SCHNITZLER (DREAL Alsace), Florent COLIN (DREAL Champagne-Ardenne), Julie KUBIAK (DREAL Lorraine), Dominique GERZAGUET (DDT Meurthe-et-Moselle).