



# Restauration physique d'un ruisseau

## CONTEXTE GÉNÉRAL

Les exploitants agricoles et forestiers ont depuis longtemps cherché à évacuer l'eau des sols hydromorphes de manière à les rendre plus facilement exploitables et plus productifs. Les travaux de drainage et de curage ne sont pas nouveaux. Cependant, dans les années 1950, le développement des moyens mécanisés lourds

a rapidement augmenté l'ampleur et la rapidité des travaux réalisés et donc leurs impacts sur les milieux naturels.

En plus des objectifs de drainages, les cours d'eau ont souvent été rectifiés pour faciliter les interventions agricoles mécanisées. Dans les cas extrêmes, les ruisseaux ont pu être déplacés pour faire coïncider leur lit aux limites parcellaires.

Suite à une dégradation, la force hydraulique des cours d'eau permet naturellement à la rivière de retrouver un équilibre. Cependant, si les travaux hydrauliques sont trop importants et créent une incision du lit, la restauration ne sera jamais très satisfaisante. De plus, les petites dimensions des ruisseaux et leur puissance plus faible rendent beaucoup plus incertaine cette restauration morphologique sans intervention humaine.



*Les travaux hydrauliques conduisent à une banalisation de l'habitat aquatique.*

PROBLÉMATIQUE 1

## PERTE DES HABITATS BIOGÈNES

### ► DESCRIPTION GÉNÉRALE

La qualité physique des cours d'eau est déterminée par 4 composantes agissant à plusieurs échelles emboîtées (TELEOS, 2002) : l'hétérogénéité des fonds, des berges et des écoulements, leur attractivité biogène, la connectivité latérale et longitudinale du chenal, et le caractère dynamique du transports solide faisant alterner érosion et sédimentation dans l'espace et dans le temps.

Les travaux à visée uniquement hydraulique (rectification, recalibrage, curages ...) vont perturber l'ensemble de ces composantes. En particulier, la suppression des rugosités, l'accroissement de la section en travers et l'augmentation de la pente qu'ils induisent, concourent à homogénéiser les mosaïques de vitesses de courant et de hauteurs d'eau, à détruire ou à percher les caches et les abris ainsi qu'à réduire la connectivité latérale. Les processus de réajustement dynamiques et les capacités biogènes des cours d'eau en résultent fortement grevés.

### ► COMMENT LE DIAGNOSTIQUER

Plusieurs techniques de cartographie et de caractérisation des habitats aquatiques ont été développées. Dans le cas du LIFE "Ruisseaux", deux échelles d'approches ont été envisagées.

• **L'échelle des tronçons fonctionnels permet d'avoir une approche globale d'un ruisseau.**

Le protocole mis au point par la DR5 du Conseil Supérieur de la Pêche et finalisé par le Bureau d'études TELEOS en 1999 (non publié) permet par un calcul de score basé sur les composantes mésologiques de comparer les tronçons à un état de référence non perturbé par les activités anthropiques.

• **À l'échelle de la station, plusieurs protocoles existent** (ex. Méthode des micro-habitats, Indice d'Attractivité Morphodynamique), basés sur la cartographie des types de substrats, des classes de profondeurs et des classes de vitesses. Ces

éléments peuvent être caractérisés en pôles d'attractivités permettant ainsi de définir la qualité de la station vis-à-vis de l'accueil de la faune.

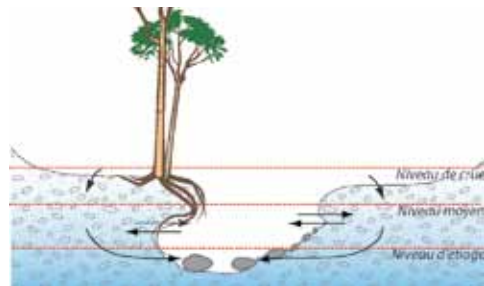
PROBLÉMATIQUE 2

## DIMINUTION DE LA QUANTITÉ D'EAU

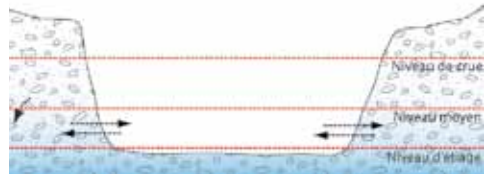
### ► DESCRIPTION GÉNÉRALE

L'enfoncement et le recalibrage du lit provoqués par les travaux hydrauliques vont entraîner une modification des échanges entre la nappe d'accompagnement et le cours d'eau.

1 - ruisseau "naturel"



2 - ruisseau reprofilé



Représentation très schématique des échanges entre le ruisseau et sa nappe d'accompagnement en fonction des épisodes hydrologiques

1 : Le niveau moyen est proche du niveau de plein bord du chenal naturel. La nappe d'accompagnement reste à une cote élevée et contribue efficacement à alimenter le ruisseau en période sèche. Les crues sont freinées par la rugosité naturelle du fond et des berges et tamponnées par les débordements en lit majeur et par l'absorption des sols.

2 : Le niveau du ruisseau et de la nappe est bas et n'atteint plus ses capacités de recharge maximales même en hautes eaux. Les débits forts sont rapidement transférés à l'aval accentuant la fréquence et l'amplitude des crues. Les étiages sont sévères par manque de recharge de la nappe et par l'élargissement du chenal.

## ▶ EXEMPLES DES LIFE

**Les ruisseaux temporaires de la Forêt de Chaux** (39) ont été majoritairement rectifiés et transformés en fossés de drainage durant les années 1950-1960.

Les effets des travaux hydrauliques sur la nappe d'accompagnement ont pu être clairement montrés en les comparant à des ruisseaux pour lesquels le tracé méandrique avait été restauré (Lucot et Degiorgi, 2008).

*Comparaison des échanges potentiels entre nappe et cours d'eau en période de hautes eaux. Le cours d'eau rectifié limite fortement la recharge hivernale de la nappe.*

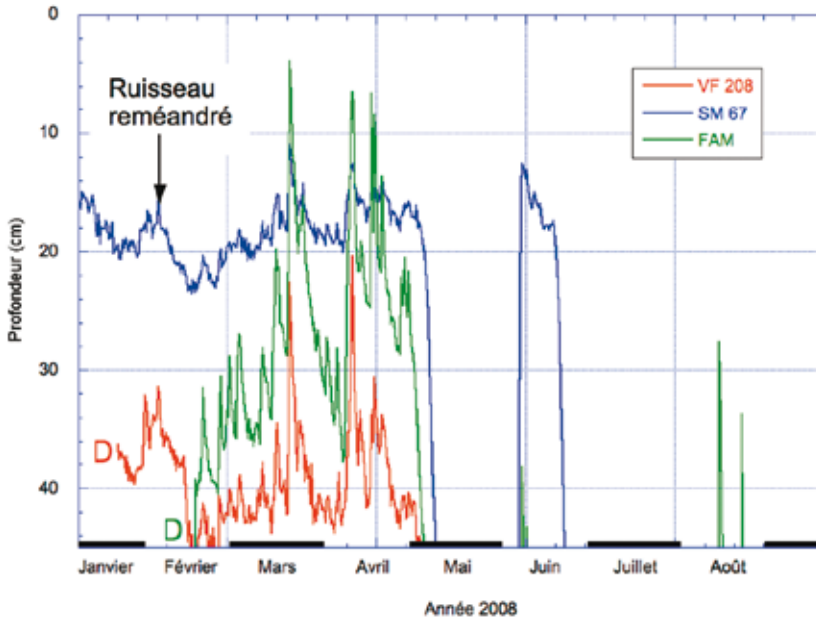


Cours d'eau rectifié.



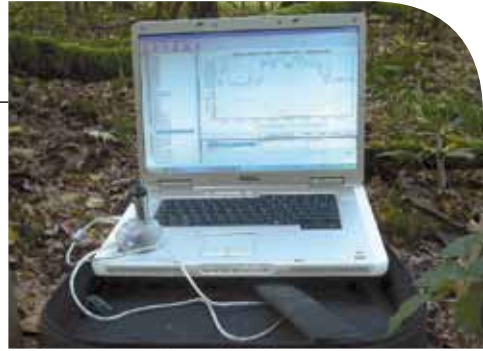
Cours d'eau et nappe après restauration.

*Suivi des niveaux de la nappe d'accompagnement d'un ruisseau temporaire reméandré et de ruisseaux rectifiés. La nappe du ruisseau en équilibre est nettement plus stable et plus pérenne que celle des autres ruisseaux (LUCOT et al., 2008).*





*Les piézomètres équipés de sondes enregistreuses permettent un suivi plus précis que les relevés manuels, souvent trop espacés dans le temps.*



L'incision du lit, en abaissant la lame d'eau, et la rectification, en accélérant la vitesse d'écoulement, entraînent un drainage accéléré de la nappe alluviale et des zones humides annexes du ruisseau en période d'étiage et diminuent leur recharge en période de hautes eaux.

Durant la période d'étiage, les échanges avec la nappe permettent une alimentation en eau fraîche et diminuent le réchauffement lié à l'ensoleillement, favorisant ainsi les espèces sténothermes d'eau froide comme la truite, le chabot ou l'écrevisse à pieds blancs.

### ► LES MÉTHODES DE SUIVI

Le suivi du battement des nappes se fait grâce à une série de piézomètres. Afin de garantir une fréquence de suivi suffisante pour permettre l'analyse des variations de nappes, l'utilisation de sondes enregistreuses, au moins sur une partie des piézomètres, semble importante.

## AMÉNAGEMENTS PROPOSÉS

Plusieurs aménagements testés dans le cadre du programme LIFE "Ruisseaux" permettent de répondre pour tout ou partie aux dysfonctionnements liés à la dégradation physique d'un ruisseau. Cependant, il n'existe pas de recette toute faite en matière de travaux de restauration. Le choix des techniques et le dimensionnement devront être profondément réfléchis, sur la base d'un diagnostic rigoureux. Les aménagements détaillés dans les fiches ci-après ne peuvent apporter que des éléments de réflexion.

	PROBLÉMATIQUES	
	1	2
Création d'un nouveau lit	X	X
Restauration et diversification d'un lit	X	
Restauration des échanges ruisseau - nappe		X

### Documents utiles

- *La méthode des microhabitats – protocoles d'application.* SABATON C., VALTIN S. et SOUCHON Y. – 1995 – Rapport CEMAGREF / EDF-DER HE/31-95.10, 33 p.
- *Méthode standard d'analyse de la qualité de l'habitat aquatique à l'échelle de la station : l'IAM* Synthèse rédigée en 2002 par DEGIORGI F., MORILLAS N. et GRANDMOTTET J. P. - <http://www.teleos.info/>
- *Restauration de 4 chevelus hydrographiques apicaux affluents temporaires de la Clauge (forêt de Chaux, 39) Appui technique pour les travaux de restauration de la capacité de soutien d'étiage des cours d'eau.* LUCOT E. & DEGIORGI F. – 2008 – Rapport technique UMR 6249 / LIFE04NAT/FR/000082. 10 p.
- *Les effets du reméandrement des ruisseaux temporaires en forêt de Chaux (Jura, France) sur le fonctionnement hydrique des sols riverains : premiers résultats.* LUCOT E., DEGIORGI F., AUGÉ V., PEREIRA V., DURLET P. – 2008 – Article Forêt Wallonne 97. pp 29-38.

## AMÉNAGEMENT

CRÉATION D'UN **NOUVEAU LIT**

Dans certains cas, les travaux hydrauliques ont abouti au déplacement du cours d'eau dans le but de faciliter l'exploitation des terrains, de le faire coïncider avec une limite de parcelles, voire d'utiliser son énergie.

## OBJECTIF

Le ruisseau ne coule plus au point bas de la vallée, ce qui entraîne d'importantes modifications hydrauliques (pertes par infiltrations, drainage...). Le ruisseau rectifié a également perdu une part importante de

ses capacités habitationnelles pour la faune, son fonctionnement global et celui de la nappe d'accompagnement étant fortement perturbés. La restauration a donc pour objectif de rétablir un nouveau ruisseau méandrique bien positionné dans son talweg.



Les techniques nécessaires à la création d'un nouveau lit pour un ruisseau ne peuvent être résumées dans une fiche synthétique. **Chaque cas est unique et nécessite une étude approfondie.** Les éléments apportés ne peuvent être qu'indicatifs.

## MISE EN PLACE

L'enjeu de la recréation d'un nouveau lit est de restaurer un tracé et un gabarit adapté aux caractéristiques du ruisseau afin de lui permettre de retrouver un équilibre morphodynamique. L'acceptation locale d'un tel projet n'est pas simple. Plus les travaux ayant conduit à la modification du tracé sont anciens, plus il sera difficile de faire accepter le projet et de justifier du choix du nouveau tracé auprès du grand public et des utilisateurs agricoles du site.

Éléments techniques importants  
pour le gestionnaire• ÉTUDE INITIALE :  
LOCALISATION DU TRACÉ

La première étape consiste à trouver des traces de l'ancien cours d'eau permettant de localiser le tracé originel. Si la modification du tracé

*Les photographies infrarouges, proposées par l'IGN, permettent de détecter les zones plus humides d'un terrain (zones plus sombres). Dans le cas du marais d'Ecrille (39), elles ont permis de mettre en évidence des tronçons abandonnés depuis plus de 200 ans et de servir de base au calcul du nouveau tracé.*



naturel du cours d'eau n'est pas trop ancienne, des indices peuvent être visibles sur le terrain (traces de l'ancien lit, dessin des méandres par une végétation de zone humide différente...). L'utilisation de photographies aériennes traditionnelles, voir de photographies aériennes infrarouges peut être des outils très utiles. La recherche de cartes, de cadastres ou de photos aériennes antérieurs aux travaux hydrauliques peut également souvent apporter des éléments intéressants. Une étude pédologique peut aussi permettre de localiser l'ancien tracé en détectant des horizons contenant des galets roulés, sous réserve que le sol n'ait pas été trop modifié (labour profond, accumulation de terre par érosion des sols du bassin versant...). Une fois les premiers éléments de localisation disponibles, il est impératif de disposer d'un relevé topographique précis. Plusieurs transects permettront de bien valider les points bas du talweg, pas toujours évident à voir à l'œil nu si le fond est presque plat. Ensuite, une levée précise permettra de valider le tracé en se basant sur la microtopographie. Il peut être intéressant "d'asseoir" le futur tracé du cours d'eau sur des éléments potentiellement structurants comme une souche et son système racinaire.



*L'utilisation d'un niveau de géomètre va permettre en phase finale de baliser le futur tracé en s'adaptant à la microtopographie du terrain, pas toujours perceptible à l'œil nu en période de végétation.*

S'il n'existe plus aucune trace de l'ancien lit, il faudra créer de toute pièce un tracé adapté aux caractéristiques du cours d'eau. Le calcul de la sinuosité théorique du ruisseau se fait en fonction de la pente, du débit, etc. (voir formules et abaques correspondants dans la littérature). Elle devra être adaptée au talweg mis en évidence par les levés topographiques.

Enfin, avant d'arrêter définitivement le futur tracé du ruisseau à restaurer, il est important, surtout en milieu karstique, de mener une étude pédogéologique. En effet, sur terrain calcaire comme dans le massif du Jura, les écoulements superficiels peuvent se faire sur des couches d'argiles, de marnes, plus ou moins épaisses, essentiellement issues des anciens épisodes glaciaires. Ces "plaquages" imperméables évitent au ruisseau de se perdre dans les fracturations de la roche mère.

Suite aux travaux hydrauliques qui ont anciennement conduit au déplacement du ruisseau, les terrains ont pu être cultivés et les horizons pédologiques profondément modifiés. Les couches imperméables peuvent avoir été endommagées et dans ce cas, la remise en eau d'un tracé "originel" du ruisseau peut présenter d'importants risques d'activation de pertes karstiques pouvant aboutir à une rupture partielle ou totale de l'écoulement.

#### • DIMENSIONNEMENT DU LIT

Dans le cadre du programme LIFE "Ruisseaux" la technique retenue a été de fortement sous dimensionner le gabarit du lit retracé de manière à lui laisser la possibilité de recréer un lit avec un gabarit conforme à sa puissance hydraulique. La surface mouillée du chenal permet l'écoulement du débit moyen du ruisseau.

Afin de permettre à l'érosion de faire son travail, le chenal a été créé avec les bords verticaux. Des berges inclinées seraient moins érosives et la restauration morphologique du ruisseau plus longue.

Afin d'éviter l'enfoncement du ruisseau dans son nouveau lit, il a été préféré de ne pas créer un lit guide trop profond. Un dimensionnement "au carré" aussi large que profond a été privilégié. Si le cours d'eau à l'aval ou à l'amont de la partie

restaurée est incisé, il faudra prévoir l'installation d'une rampe de fond en "selle" (cf. fiche p. 61) pour caler le futur lit et éviter qu'il s'incise par érosion régressive ou progressive.

Les expériences menées dans le cadre du programme LIFE "Ruisseaux" se sont déroulées sur des terrains ne présentant pas d'enjeux de sécurité publique. Il était donc possible de faiblement dimensionner le lit créé et de laisser les crues engendrer d'importants débordements.

**Remarque :** la technique du sous-dimensionnement semble la plus efficace pour garantir que le gabarit du lit soit adapté aux caractéristiques du cours d'eau. Cependant, le temps de réponse peut être long, surtout dans le cas de ruisseaux de faible puissance hydraulique. En effet, la restructuration du lit dépend de la capacité d'érosion et de transport du ruisseau ainsi que du substratum sur lequel il coule. Avant d'être optimum, la morphologie du fond du lit pourra prendre cinq à dix ans en fonction des caractéristiques du milieu. Cette phase de transition vers le retour vers un système fonctionnel nécessite la mise en place d'un suivi sur une durée importante.



Le sous-dimensionnement du nouveau tracé a pour objectif essentiel de restaurer les équilibres relationnels entre la nappe et le cours d'eau en le laissant par lui-même 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 la Moule perlière.

## ▶ EXEMPLES DES LIFE

**Le ruisseau du Merlue** a été déplacé de manière à contourner le marais d'Écrille (39) avant le XIX<sup>e</sup> siècle.

Le lit ainsi créé, totalement rectiligne, se situait 2 mètres au-dessus du point bas du talweg sur une longueur d'environ 700 mètres. En période d'étiage, le ruisseau alimentait le marais par infiltration générant ainsi une importante zone d'assec.

Les travaux engagés avaient pour but de retrouver une situation proche de l'état naturel permettant ainsi de restaurer les échanges entre le ruisseau de Merlue et la nappe du marais d'Écrille :

- au droit du marais, reprise du tracé originel du Merlue situé sur le point bas



*Le lit est sous-dimensionné et les berges sont verticales pour permettre à l'érosion de recréer une diversité morphologique. Ici l'exemple du Merlue dans le marais d'Écrille (39).*

## Éléments réglementaires

Réalisation d'un dossier au titre de la Loi sur l'Eau, selon deux rubriques :

**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° – Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 mètres ▶ autorisation.

2° – Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 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 de plus de 200 m<sup>2</sup> de frayères ▶ autorisation.

2° – Dans les autres cas ▶ déclaration.

de la vallée au milieu du marais. Partie amont, excavation légère (30 x 30 cm.) d'un chenal sinueux, tracé théorique sur 350 m. En aval, sur 600 m, reprise sans excavation ni rehaussement du tracé sinueux actuellement toujours en eau et alimenté par des sources latérales.

- remblaiement des 700 m. de tracé rectiligne corrigé et perché en bordure du marais, en respectant les horizons des sols alentours.

**Pour plus de détail sur le projet, l'étude complète est disponible sur [www.life-continuite-ecologique.eu](http://www.life-continuite-ecologique.eu)**

*Huit mois après les travaux, l'érosion n'a pas encore restauré un gabarit adapté au ruisseau. Les crues même faibles se traduisent aussitôt par des débordements.*

## COÛTS DES LIFE

### ÉTUDE INITIALE

Définition du projet et rédaction des dossiers réglementaires : 24 500 € TTC  
Etat initial biologique et morphologique : 34 000 € TTC

### TRAVAUX

Acquisition des 19 Ha : 26 000 € TTC  
Travaux préparatoires (arrachage de Saules) : 11 000 € TTC  
Travaux de restauration (création du nouveau lit et rebouchage de l'ancien) : 41 000 € TTC



## LES ENSEIGNEMENTS DU LIFE

- Le tracé d'un nouveau lit guide de petites dimensions permet une remise en fonction rapide du marais. En effet, le cours d'eau déborde rapidement même lors de faibles épisodes pluvieux. Un an après les travaux, l'apport de la nappe du marais du Merlue a pu être observé lors d'un étiage très important, le ruisseau ne s'est pas asséché sur toute sa longueur et garde un débit important à la sortie du marais.
- La reconstitution d'un habitat propice à la faune est lente car le sol du milieu marécageux renferme peu de cailloux. Le transport solide y est donc faible pour l'instant d'après nos observations. L'installation spontanée de la ripisylve sera importante pour améliorer les capacités habitationnelles du ruisseau.

- Un ancien fossé bien que comblé et étanchéifié en partie peut conserver un an après les travaux une partie de son pouvoir drainant et agir sur la pérennité du ruisseau en période d'étiage. Un suivi de son colmatage par les apports du bassin versant doit être prévu.
- La solution favorisant l'évolution naturelle doit être préférée au sur-dimensionnement d'un nouveau lit et s'accompagner d'un suivi hydrologique et biologique pluriannuel ainsi que d'actions préventives de sensibilisation.

## Documents utiles

- *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau.* ADAM P., DEBIAIS N., MALAVOI J.-R. - 2007 - Manuel technique de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie. <http://www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=5313>
- *Manual of river restoration techniques.* - 2002 - Manuel technique de River Restoration Center. [www.therrc.co.uk](http://www.therrc.co.uk)
- *Réhabilitation du merlue et de son marais sur la commune d'Écrille Jura (39).* PERIAT G. - 2008 - Rapport d'étude LIFE04NAT/FR/000082. ADAPEMONT / Guy PERIAT ing. [www.liferuisseaux.org/site/petite\\_montagne.htm](http://www.liferuisseaux.org/site/petite_montagne.htm)



## AMÉNAGEMENT

RESTAURATION DES ÉCHANGES  
RUISSEAU / NAPPE **PAR REMÉANDREMENT**

À partir du lit rectifié et surcreusé d'un ruisseau ayant subi des travaux hydrauliques dans le but d'évacuer l'eau des terrains hydromorphes qui le bordent, les travaux engagés doivent permettre de restaurer un tracé méandriforme, non incisé.

## OBJECTIF

L'objectif est de restaurer l'équilibre des échanges entre le ruisseau et la nappe, de rétablir le régime hydrologique, de reconstituer un habitat aquatique diversifié et de redonner au sol ses capacités de production forestière.

## MISE EN PLACE

La technique utilisée dans le cadre du programme LIFE est issue de l'expérience acquise par l'Université de Franche-Comté et le bureau d'études TELEOS lors des travaux de restauration de la vallée du Dugeon (25).



Les techniques nécessaires à la mise en œuvre d'un projet de reméandrement ne peuvent être résumées dans une fiche synthétique. **Chaque cas est unique et nécessite une étude approfondie.** Les éléments apportés ne peuvent être qu'indicatifs.

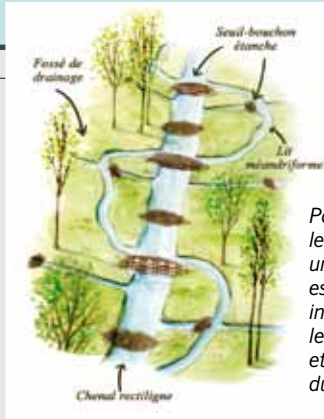
*La rectification des ruisseaux temporaires et la création de fossés d'assainissement drainent rapidement la nappe d'accompagnement de la Clauge et perturbe son fonctionnement hydrologique.*

## ▶ EXEMPLES DES LIFE

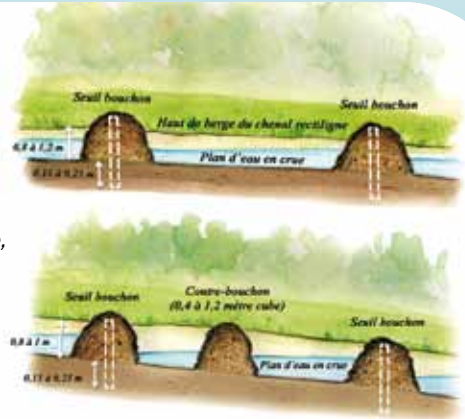
**La Forêt de Chaux (39)** est drainée par trois rivières principales alimentées par un important réseau d'environ 350 kilomètres de ruisseaux temporaires. Suite à cette profonde modification du fonctionnement hydrologique du bassin versant, sur la Clauge, principal ruisseau du massif, on observait dans les années 2000 une perte d'environ 10 kilomètres de linéaire de cours d'eau permanent. Parallèlement des phénomènes de dépérissement du chêne pédonculé, espèce à enjeux sylvicole exigeante en eau, ont été constatés suite à la modification du fonctionnement des nappes.

Dans le cadre du programme LIFE "Ruisseaux", grâce à l'appui technique de l'Université de Franche-Comté (Lucot *et al.*, 2008), des travaux de reméandrement ont été engagés sur 4 ruisseaux, totalisant environ 8 kilomètres de linéaire et un bassin versant de 250 Ha.





Pour réactiver le tracé méandriforme, un bouchon étanche est implanté à chaque intersection entre le chenal rectiligne et l'ancien tracé du ruisseau.



Afin d'éviter les affouillements en hautes eaux et de limiter l'effet drainant résiduel du chenal rectiligne relictuel durant l'étiage, un contre-bouchon intermédiaire est implanté chaque fois que l'altitude du pied du bouchon amont est supérieure au sommet du bouchon aval.



Les bouchons sont constitués d'un géotextile de rétention des fines, tendu sur un bardage de bois et placé au cœur d'un remplissage en tout-venant. Ce matériau est prélevé à quelques dizaines de mètres de distance, après décapage des 50 premiers centimètres du sol.



Un sillon étroit, peu profond et sinueux est creusé pour amorcer le tracé méandriforme mais uniquement lorsque le tracé original, ou sa connexion avec le méandre aval, n'est plus visible. Cette "rainure" ne servira que de guide pour éloigner l'écoulement du tracé rectiligne.

Devant l'ampleur des travaux nécessaires pour reboucher l'ensemble du cours rectiligne incisé des 4 ruisseaux, une technique intermédiaire a été préférée. Elle a consisté 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 méandre – cours rectifié.

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 (débris ligneux, feuilles). Pour favoriser ce processus naturel, l'enlèvement des débris, encombres et embâcles dans le lit des ruisseaux a été proscrit.

### COÛTS DES LIFE

#### ÉTUDE INITIALE

Définition du projet : 14 000 € TTC  
Etat initial biologique et morphologique :  
28 700 € TTC  
Suivi après travaux : 33 000 € TTC

#### TRAVAUX

Frais enquête publique : 3 700 € TTC  
Assistance maîtrise d'ouvrage :  
17 000 € TTC  
Travaux : 78 000 € TTC

**10 ans après...** Cette action s'est prolongée avec l'ONF et l'Université de Franche-Comté. D'ici 2018, 45 km de ruisseaux temporaires et les zones humides qui les bordent seront restaurés.

## Éléments techniques importants pour le gestionnaire

Pour restaurer le fonctionnement du système, il faut stopper l'effet drainant du lit recalibré et remettre en eau le tracé méandrique.

• **La première étape** est donc de rechercher les traces de l'ancien tracé et des méandres abandonnés. Dans un contexte où les terrains n'ont pas été labourés (forêt ou prairie permanente), les traces peuvent être visibles plusieurs dizaines d'années.

C'est surtout le point de jonction entre le tracé méandrique et le ruisseau chenalisé qu'il est important d'identifier.

• **La seconde étape** consiste à reboucher le ruisseau recalibré de manière à contraindre l'eau à réutiliser les méandres abandonnés. Dans la mesure du possible, il est préférable de reboucher intégralement le lit rectifié, pour supprimer son pouvoir drainant et éviter le captage du débit en période de crue. Lors du comblement, il est important de respecter au mieux les couches de sol en place et de permettre une revégétalisation. Le point de jonction entre le méandre et le lit rectiligne est crucial par rapport



### L'efficacité de la restauration réside dans la dynamique d'érosion.

Il faut être extrêmement vigilant quand à d'éventuels dépôts massifs de matériaux fins en aval de la zone de chantier.

Cette technique ne pourra probablement pas être envisagée en amont de population d'espèces sensibles au colmatage comme la Moule perlière.

aux risques d'érosion. Il est important de prévoir un aménagement résistant à l'érosion en aval du méandre mais également en amont.

Il est préférable de laisser l'eau s'écouler librement dans l'ancien tracé. Sa force hydraulique restaurera ainsi un lit adapté aux caractéristiques du ruisseau. Il sera juste important de suggérer un lit guide sur les premiers mètres à chaque intersection avec le lit rectifiés.

Si l'ancien tracé est fortement altéré, et plus suffisamment marqué, il pourra être intéressant de suggérer le cheminement par un chenal fortement sous-dimensionné, à bords verticaux (cf. page 54).

## Éléments réglementaires

Réalisation d'un dossier au titre de la loi sur l'eau, selon deux rubriques :

### 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° – Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m ► autorisation.

2° – Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m ► 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 de plus de 200 m<sup>2</sup> de frayères ► autorisation.

2° – Dans les autres cas ► déclaration.

## Documents utiles

- *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau*. ADAM P., DEBIAIS N., MALAVOI J.-R. - 2007 - Manuel technique de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie. <http://www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=5313>
- *Manual of river restoration techniques*. - 2002 - Manuel technique de River Restoration Center. [www.therrc.co.uk](http://www.therrc.co.uk)
- *Les effets du remendement de ruisseaux temporaires en forêt de Chaux (Jura, France) sur le fonctionnement hydrique des sols riverains : premiers résultats*. LUCOT E., DEGIORGI F., AUGÉ V., PEREIRA V., BADOT P.M., DURLET P. - 2008 - Article de la revue Forêt Wallonne n°97. <http://www.liferuisseaux.org/client/ArtFWFDChaux.pdf>

## AMÉNAGEMENT

# RESTAURATION ET DIVERSIFICATION PHYSIQUE D'UN RUISSEAU

### OBJECTIF

Les travaux réalisés devront permettre au ruisseau de retrouver une diversité d'habitats conforme à son état naturel en restaurant un gabarit adapté à ses caractéristiques hydrologiques. Cette approche s'applique aux ruisseaux ayant subi des travaux hydrauliques qui n'ont pas modifié le tracé naturel.

### MISE EN PLACE

## Éléments techniques importants pour le gestionnaire

Les travaux hydrauliques ou les extractions de granulats sont souvent la cause d'un élargissement et d'une incision du cours d'eau. En période d'étiage, la largeur du chenal est trop large pour le débit transitant. La lame d'eau est donc trop faible et les sous-berges ne sont plus ennoyées, donc plus fonctionnelles en temps que caches.

### Étude initiale

#### ANALYSE DU GABARIT DU RUISSEAU

Une étude topographique précise devra permettre de caractériser le gabarit avant travaux de restauration et la pente du ruisseau. Les caractéristiques hydrologiques mesurées ou estimées croisées avec l'étude topographique



*Sur un cours d'eau sur élargi, les sous-berges sont rapidement exondées rendant le cours d'eau moins biogène*

permettront de définir les connectivités latérales en fonction des débits observés (pourcentage de sous-berges ennoyées, débit de plein bord et débits d'inondation).

Ces données permettront de dimensionner les travaux et de localiser les resserrements en fonction des potentialités de remise en eau des sous-berges.

#### ÉTAT INITIAL AVANT TRAVAUX

Plusieurs composantes peuvent être intéressantes à noter dans le cadre d'un état initial pour permettre l'évaluation après travaux :

- **cartographie stationnelle des habitats aquatiques**, avec analyse pondérée des résultats pour suivre une éventuelle amélioration après travaux,
- **état des lieux biologique**. Il semble primordial de dresser un inventaire des poissons avec analyse de la densité, de la biomasse et des classes d'âges observées. Un suivi des invertébrés aquatiques peut compléter les éléments d'évaluation.



Les techniques nécessaires à la restauration physique d'un ruisseau dégradé ne peuvent être résumées dans une fiche synthétique. **Chaque cas est unique et nécessite une étude approfondie.** Les éléments apportés ne peuvent être qu'indicatifs.



## Travaux

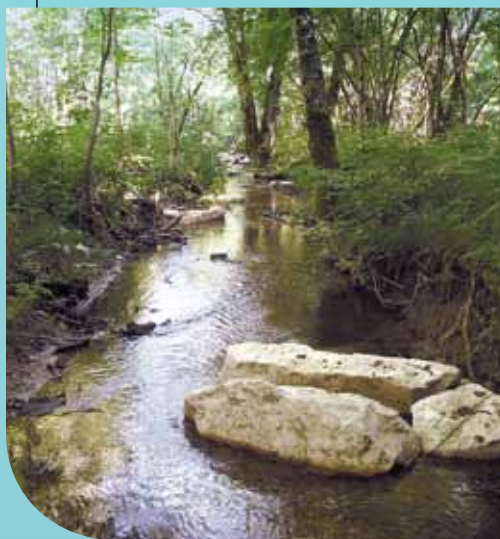
Les deux approches présentées ci-après sont complémentaires et ne pourront pas être dissociées lors des travaux de restauration. Le dimensionnement exact sera défini par l'étude hydraulique et les caractéristiques propres au ruisseau (pente, type de bassin versant...).

### RESSERREMENT DU LIT MINEUR

L'idéal serait de pouvoir resserrer l'ensemble du lit à son gabarit naturel. Cependant, compte tenu du volume de matériaux nécessaire à cette technique optimale, celle-ci n'est pas souvent réalisable. Des travaux plus légers, basés sur des aménagements ponctuels permettent néanmoins une restauration partielle.

Les resserrments du lit, sur l'ensemble de la hauteur de la berge, sont réalisés au moyen d'un matériau proche du substratum naturel du cours d'eau. Ils sont installés si possible en rive opposée à une zone de sous-berges favorables de manière à favoriser son ennoisement. Pour être optimums, ces aménagements doivent avoir une longueur d'environ trois fois leur largeur.

*L'installation de gros blocs sur le ruisseau du Val des Choues (21) est un compromis. Elle permet de diversifier les écoulements tout en préservant les quelques caches existantes pour les écrevisses. Mais, elle ne permet pas de rehausser efficacement le niveau de la lame d'eau par débit moyen pour reconnecter les sous-berges constituées par les racines.*



Afin d'éviter l'étalement du ruisseau en période de très faible débit, un resserrement du lit infra-mineur pourra être réalisé grâce à des banquettes s'ennoyant en débit moyen.

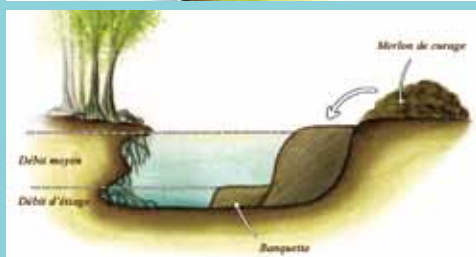
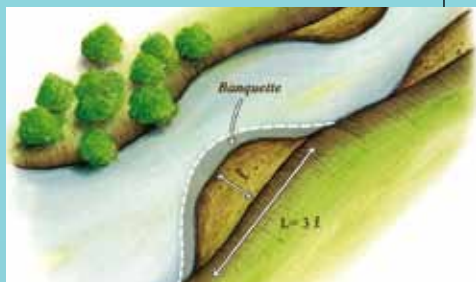
L'utilisation de matériaux mobiles, pour une partie de ces aménagements, permet au ruisseau d'adapter le gabarit à sa puissance hydraulique.

### REHAUSSEMENT DE LA LAME D'EAU DU LIT D'ÉTIAGE

Les travaux hydrauliques conduisent également à l'incision du ruisseau. Les systèmes racinaires des arbres de la ripisylve sont perchés 30 à 50 cm au dessus du fond du lit. Les travaux de resserrement du chenal d'écoulement doivent donc souvent être accompagnés d'un rehaussement de la lame d'eau.

Dans le cadre du programme LIFE "Ruisseaux", des rampes de fond en "selle à cheval", conçues sur le modèle testé par Téléos lors de différentes restaurations physiques dans le Doubs ont été utilisées. Ces rampes sont constituées de pierres plates imbriquées et bloquées entre elles à l'aide du godet d'une pelleuse, afin de résister aux crues.

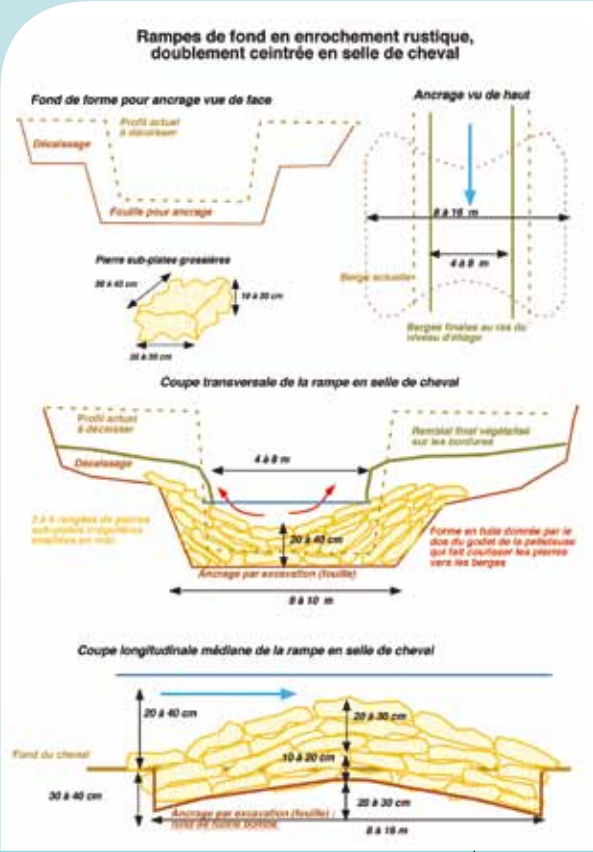
*Représentation schématique de l'implantation de resserrments efficaces. Le calcul permet de définir la fréquence et la dimension des aménagements de façon à rétablir une connectivité latérale.*



Rampe en pierres granitiques sur le ruisseau de Vaucorniau (Brassy, 58). 23 rampes ont été installées sur 450 mètres.



Rampe en pierres plates en "selle à cheval" sur le ruisseau du Merlue (Ecrille, 39), lors de l'étiage prononcé de 2009. Un an après l'installation, les interstices ne sont pas totalement colmatés et l'écoulement peut se faire dans l'ouvrage.



Coupes longitudinales et transversales d'une rampe "en selle à cheval". Schéma de principe finalisé par F. DEGIORGI (Teleos-Suisse) d'après un concept et des expériences de A. ROUSSELET (AFB).

Dans le cas de substrats granitiques, il est impossible de trouver des pierres plates favorables. Il n'est pas souhaitable de réaliser les

aménagement avec des matériaux calcaires. Il est possible de s'approcher de cette technique avec des blocs de granite enfoncés à la pelle mécanique. Les rampes réalisées en granite sur le ruisseau de Vaucorniau remplissent leurs fonctions. Cependant, les adaptations de calage sont plus difficiles si les blocs sont de grosse taille.

**⚠ La rampe ne doit pas constituer un obstacle aux mouvements des poissons.** Un soin particulier doit être apporté à la confection de la partie aval.

**⚠ Lors de l'implantation, les pierres de la rampe ne sont pas jointives.** Il est donc possible d'observer des écoulements hyporhéiques le temps que les interstices se colmatent.

L'implantation doit garantir une diversité d'écoulement et ne pas constituer une succession de zones lenticulaires. La fréquence et la hauteur des rampes doivent donc être adaptées aux caractéristiques du ruisseau. Leur positionnement demande donc une certaine expérience et une bonne connaissance du fonctionnement du ruisseau.

## ► EXEMPLES DES LIFE

À l'aval du marais d'Écaille (39), les travaux hydrauliques et extractions de matériaux que **le ruisseau du Merlue** a subi avant le XIX<sup>e</sup> siècle, ont créé un ruisseau de 3 à 5 mètres de large et parfois enfoncé de presque 1 mètre par rapport aux berges. Cependant, le tracé naturel n'a visiblement pas été modifié. L'étude initiale a permis d'estimer une largeur naturelle d'environ 1 mètre et une profondeur optimum d'environ 40 à 50 centimètres.

Les travaux engagés avaient pour but de retrouver une situation proche de l'état naturel permettant ainsi de rendre son gabarit au ruisseau et ainsi restaurer les échanges avec les sous-berges.

En conséquence, le lit a été rehaussé d'environ 50 centimètres sur un linéaire de ruisseau d'environ 450 mètres à l'aide d'une succession de rampes de fond en pierres. En parallèle ce lit a été resserré via l'installation de banquettes alternées. Le remblai utilisé pour leur confection a

été prélevé dans le merlon de curage encore présent le long du ruisseau, permettant ainsi de diminuer l'effet d'endiguement. L'apport de matériaux rocheux complémentaires a été nécessaire. La provenance de ces derniers a été contrôlée pour ne pas introduire de plantes invasives

ou de sources polluantes dans le milieu. À cette même fin, il a été exigé que les engins de chantier arrivent nettoyés sur site et que les ravitaillements en hydrocarbures s'effectuent en un lieu éloigné de la zone humide.

Lors de l'effacement du merlon, les souches d'arbres et les racines tenant les berges et les sous-berges ont été conservées.

**Une zone d'expansion de crue** a été libérée sur environ 1 hectare pour gérer les risques d'inondation des parcelles voisines et diversifier les habitats naturels (bras de crue, zones d'érosion et d'accumulation, etc.). Préalablement, une plantation d'épicéas a été retirée par coupe rase avec exportation des bois puis rabotage des souches à l'aide

## ZONE D'EXPANSION DES CRUES

Les aménagements visant à la restauration du ruisseau diminuent ses capacités hydrauliques par rapport à la situation perturbée. Les crues débordantes sont donc plus régulières. Il faut donc prévoir les principales zones d'expansion des crues en fonction des caractéristiques du terrain et de l'occupation des sols. Ces zones permettent également au ruisseau de libérer une partie de son énergie et ainsi de limiter les débordements dans les secteurs où l'on veut les éviter.



*En crue, le Merlue déborde sur une surface d'environ un hectare sur une zone anciennement enrésinée et où la forêt alluviale sera favorisée.*

	Truite fario		Chabot		TOTAL	
	Biomasse	Densité	Biomasse	Densité	Biomasse	Densité
<b>2007</b>	254 kg/ha	6 226 ind/ha	55 kg/ha	12 835 ind/ha	317 kg/ha	19 157 ind/ha
<b>2009</b>	110 kg/ha	7 100 ind/ha	52,6 kg/ha	16 290 ind/ha	166 kg/ha	24 300 ind/ha

Les inventaires piscicoles réalisés par l'AFB avant et après travaux montrent que moins d'un an après les aménagements, la situation semble déjà très favorable. Les densités en juvéniles de truite fario et de chabot sont élevées, montrant ainsi les potentialités du nouveau milieu (à confirmer par les suivis à venir).

d'une dent de Becker. Les essences feuillues présentes ont été conservées dans la mesure du possible (frêne, érable), comme semenciers pour permettre la régénération naturelle d'une forêt alluviale adaptée aux conditions stationnelles.

#### Moins d'un an après les travaux,

les rampes de fond ne sont pas encore totalement étanches. Ce problème devrait se résoudre à moyen terme avec le colmatage des interstices au sein des rampes par la chute des feuilles, les matières fines et la formation de tuf.

La zone d'exploitation des résineux est recouverte d'une végétation herbacée de zones humides (joncs, menthes...).

La végétation ligneuse se réinstalle plus

lentement, mais des jeunes plants d'aulne, de frêne et de noisetier sont visibles.

**Pour plus de détail sur le projet, l'étude complète est disponible sur [www.life-continuite-ecologique.eu](http://www.life-continuite-ecologique.eu)**

#### COÛTS DES LIFE

##### RESTAURATION DU RUISSEAU DE VAUCORNIAN

Mise en place de 23 rampes en selle à cheval (ruisseau de 0,8 m de large) :  
3 795 € HT

##### RESTAURATION DU MERLUE

Travaux préparatoires (abattage et débardage des résineux) : le coût de la vente des bois a compensé le coût d'exploitation.

Travaux de restauration (travail des souches, rampes de fond, banquettes, Maîtrise d'œuvre...) : 48 000 € HT

## Éléments réglementaires

Réalisation d'un dossier au titre de la loi sur l'eau, selon deux rubriques :

**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° – Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m ► autorisation.

2° – Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100 m ► 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 de plus de 200 m<sup>2</sup> de frayères ► autorisation.

2° – Dans les autres cas ► déclaration.

#### Documents utiles

- *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau*. ADAM P., DEBIAIS N., MALAVOI J.-R. - 2007 - Manuel technique de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie. <http://www.eau-seine-normandie.fr/index.php?id=5313>
- *Manual of river restoration techniques*. - 2002 - Manuel technique de River Restoration Center. [www.therrc.co.uk](http://www.therrc.co.uk)
- *Réhabilitation du Merlue et de son marais sur la commune d'Écrille Jura (39)*. PERIAT G. - 2008 - Rapport d'étude LIFE04NAT/FR/000082. ADAPEMONT / Guy PERIAT ing. [www.liferuisseaux.org/site/petite\\_montage.htm](http://www.liferuisseaux.org/site/petite_montage.htm)