

*La Drôme à Aouste-sur-Sye (ARTELIA, juin*

# Etude géomorphologique du bassin versant de la Drôme

## RAPPORT DE PHASE 3 : STRATEGIES DE PRESERVATION, RESTAURATION ET GESTION

**ARTELIA Eau & Environnement**
**Echirolles**
6 rue de Lorraine
38130 ECHIROLLES

**DATE :** SEPT. 2014 **REF :** 1742276-R3 ARTELIA, L'union de Coteba et Sogreah

# SOMMAIRE

**Introduction générale** IV
I. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE IV
II. PERIMETRE DE L'ETUDE IV
III. DEROULEMENT DES OPERATIONS IV
IV. NOTE D'AMBIANCE CONCERNANT LES ACTEURS IV
V. DEVELOPPONS UN VOCABULAIRE COMMUN - NOTIONS UTILES A LA COMPREHENSION IV

**Phase 3 : Stratégies de préservation, restauration et gestion** 10
1. RAPPEL DES TRAJECTOIRES ET DES OBJECTIFS RETENUS A L'ISSUE DE LA PHASE 2 10
1.1. TRAJECTOIRES RETENUES EN FIN DE PHASE 2 10
1.1.1. Généralités 10
1.1.2. Trajectoires retenues 10
1.2. OBJECTIFS SECTORISES RETENUS 11
1.2.1. Rappel des réflexions préalables à la définition des objectifs de gestion 11
1.2.2. Objectifs de gestion retenus 12
1.3. ESPACES DE MOBILITE RETENUS EN FIN DE PHASE 2 14
1.3.1. Etapes et philosophie du tracé de fin de phase 2 14
1.3.2. Construction du tracé de phase 3 16
2. POURQUOI INTERVENIR ? 18
2.1. GENERALITES SUR LA FONCTIONNALITE DES MILIEUX ET LEUR INTERACTION AVEC LES ENJEUX 18
2.1.1. Rôle de la mobilité et de la continuité du transport solide 18
2.1.2. Risques en lien avec la géomorphologie 19
2.1.3. Rôle de la végétation 19
2.1.4. Les besoins de quelques groupes biologiques de la végétation des cours d'eau 20
2.2. RAPPEL DU DIAGNOSTIC DE PHASE 2 23
2.2.1. Rappel du diagnostic sur la géomorphologie 23
2.2.2. Rappel du diagnostic sur la végétation 25
2.3. SYNTHESE SUR LE BESOIN D'ACTION 29
2.3.1. Pourquoi intervenir sur la géomorphologie ? 29
2.3.2. Pourquoi intervenir sur la végétation ? 29
3. COMMENT INTERVENIR ? 30
3.1. STRATEGIE GLOBALE DE MISE EN ŒUVRE 30
3.2. FORME CONCRETE 30
3.2.1. La définition d'un espace de mobilité 31
3.2.2. L'élaboration de plans de gestion 33
3.2.3. La mise en place d'un programme de suivi 35
3.3. PRIORISATION DES ACTIONS 35
3.3.1. Aide à la priorisation des actions du plan de gestion et de restauration géomorphologique 35
3.3.2. Priorisation des actions du plan de gestion végétation 36
3.4. CHIFFRAGE DES ACTIONS ET ECHEANCIER 37
4. OUTILS ET MOYENS 37

4.1. MAITRE D'OUVRAGES ET FINANCEMENTS ENVISAGEABLES 37
4.1.1. Généralités 37
4.1.2. Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse 38
4.1.3. Etat 38
4.1.4. Collectivités territoriales 39
4.1.5. SMRD 39
4.1.6. Structures privées ou riverains 39
4.1.7. Chambre d'agriculture / SAFER 39
4.2. OUTILS LIES A LA GEOMORPHOLOGIE 40
4.2.1. Liste des outils possibles 40
4.2.2. Comment choisir le bon outil / la bonne action ? 44
4.3. OUTILS ET MOYENS POUR GERER LA VEGETATION ? 48
4.3.1. Généralités 48
4.3.2. Mesures d'invention préconisées 49
4.3.3. Points particuliers dans les interventions à venir 50
4.3.4. Interventions à proscrire 52
4.4. OUTILS ET MOYENS POUR LA MAITRISE FONCIERE 54

# TABLEAUX

TABL. 1 - QUALITE DE LA RIPISYLVE SUR LA DROME ET SES AFFLUENTS 25

# FIGURES

FIG. 1. EXEMPLE DE TRACE DE L'ENVELOPPE DE MOBILITE PHYSIQUE (TRACE VIOLET) ET IDENTIFICATION DES ENJEUX MAJEURS (EN ROUGE QUADRILLE) 15
FIG. 2. EXEMPLE DE TRACE DE L'ESPACE DE MOBILITE EN FIN DE PHASE 2 (SAILLANS) 16
FIG. 3. FONCTIONNALITES DE LA RIPISYLVE (SOURCE : PROTECTION ET GESTION DES RIVIERES DU SECTEUR SEINE-AVAL, AESN, FEVRIER 2006) 20
FIG. 4. PERTE DE MILIEUX ALLUVIAUX / BANALISATION DES MILIEUX DANS L'ENDIGUEMENT D'ALLEX-GRANE – EROSION DE BERGES D'UNE PARCELLE AGRICOLE 24
FIG. 5. QUALITE DE LA RIPISYLVE SUR LA DROME ET SES AFFLUENTS : DENSITE, EPAISSEUR (EN M) ET FONCTIONNALITE 25
FIG. 6. QUALITE DE LA VEGETATION SUR LA DROME ET SES AFFLUENTS - SYNTHESE 28
FIG. 7. SCENARIOS PEDAGOGIQUES PROPOSES AU NIVEAU DE L'ANCIENNE DECHETTERIE DE VERCHENY 46

# ANNEXES

ANNEXE 1 FICHE ACTION TYPE 57
ANNEXE 2 FICHES TECHNIQUES RIPISYLVE 58
ANNEXE 3 EXEMPLE DE FICHES TECHNIQUES GEOMORPHOLOGIE 59

# Introduction générale

L'introduction générale, qui pose le cadre de l'étude, a été présentée en phase 1. Nous en rappelons ici le plan, et nous invitons le lecteur à (re)prendre connaissance du paragraphe « développons un vocabulaire commun » re-présenté ici.

I. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE
II. PERIMETRE DE L'ETUDE
III. DEROULEMENT DES OPERATIONS
IV. NOTE D'AMBIANCE CONCERNANT LES ACTEURS
V. DEVELOPPONS UN VOCABULAIRE COMMUN - NOTIONS UTILES A LA COMPREHENSION

L'**Hydromorphologie**, objet, en partie, de la présente étude, est l'étude de la **morphologie** et de la **dynamique** d'un cours d'eau. La morphologie d'un cours d'eau**,** ce sont les paramètres qui caractérisent son lit (sa largeur, profondeur, la forme de ses berges, la pente du fond du lit, le substrat i.e. les matériaux constituant le fond du lit, etc.). Sa dynamique, c'est l'évolution de cette morphologie, ou le fonctionnement du cours d'eau, régi par des processus physiques tels que le t**ransport solide** (i.e. l'ensemble des phénomènes de transport de matériaux dans le lit d'une rivière).

**Dynamique fluviale / Tressage / bras / bras annexes / bras morts… / habitat**

Sous l'effet de la dynamique fluviale, le tracé des cours d'eau évolue et peut prendre plusieurs aspects.

Le **tressage** est un exemple de forme fluviale associée à des cours d'eau à fort transport solide comme c'est le cas sur le bassin versant de la Drôme. Le cours d'eau est alors constitué de plusieurs **bras** ou **chenaux** qui se divisent et se rejoignent en un réseau complexe évoquant une tresse. Plusieurs bras peuvent coexister, certains pouvant ne faire transiter qu'une petite partie de l'eau ; on les appelle des **bras secondaires**.

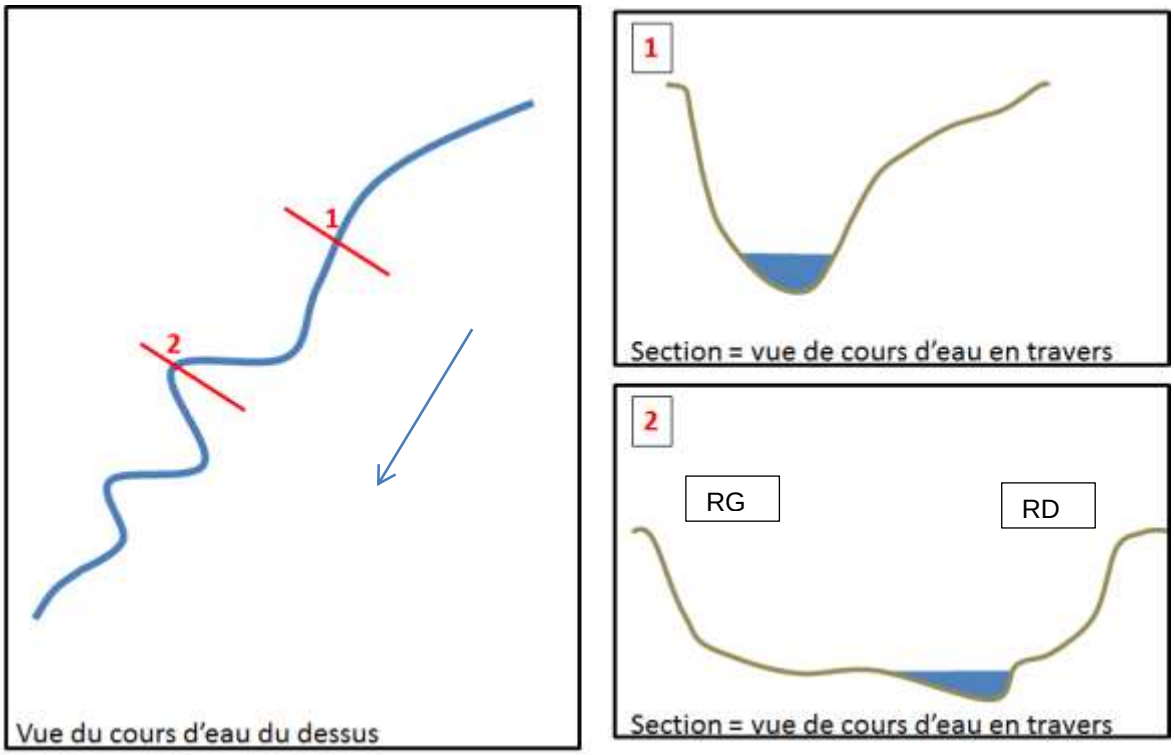
Que la rivière tresse ou non, elle peut changer de lit au gré des crues ; les crues modifiant le lit du cours d'eau sont des **crues morphogènes**.

Cette dynamique fluviale est à l'origine d'un certain nombre **d'annexes hydrauliques**, qui sont des milieux humides plus ou moins connectés avec le cours d'eau. Les principales annexes hydrauliques sont représentées dans le graphiques ci-dessous (source : ONEMA, mai 2010). Elles représentent une grande diversité **d'habitats**, c'est-à-dire d'espaces dans lesquels vivent des communautés, espèces ou individus. Or, plus les habitats sont variés, dans l'espace et dans le temps, plus la diversité biologique est grande et capable de s'adapter/résister aux changements.




**Section d'un cours d'eau**

C'est une vue du cours d'eau perpendiculaire au sens de l'écoulement. C'est donc la forme du lit du cours d'eau (cf graph ci-dessous).



**Profil en long du lit d'un cours d'eau**

Le **profil en long** du lit d'un cours d'eau est la représentation de l'altitude du lit de ce cours d'eau, qui permet de visualiser sa pente.

Or, dans une section de cours d'eau, on peut mesurer l'altitude du lit de 3 manières différentes :

- Levé du fond extrême, c'est le point le plus bas de la section en travers ;
- Levé du fond moyen, c'est le fond du lit lissé, il se calcule en divisant une section par une même largeur ;
- Levé du fil d'eau (c'est-à-dire le niveau d'eau) ; on parlera en général de fil d'eau pour les petits débits, de préférence à l'étiage, on parle alors de fil d'eau d'étiage.

Ce dernier type de profil est intéressant car il est facile à lever (mesures par Lidar par exemple) et lisse les irrégularités du profil en long du fond extrême. Il permet d'ailleurs d'estimer la pente du fond extrême : plus le débit lors du levé est bas, plus on se rapproche du fond extrême (car la hauteur d'eau est faible). Pour un débit plus important on parlera en général plutôt de ligne d'eau.

**Charriage / sédiments / alluvions**

Tous les cours d'eau naturels tendent à ajuster leur morphologie (pente, largeur) pour faire transiter le débit solide amont vers l'aval. C'est le principe fondamental de la continuité sédimentaire.

On distingue trois types principaux de transport :

Le **charriage** : il correspond aux matériaux qui sont transportés sur le fond du lit sous forme de nappe de graviers par frottement des écoulements sur les matériaux. Ce sont ces matériaux grossiers qui participent essentiellement à la morphologie du lit. Le transport par charriage ne se produit que quelques jours par an en fonction de la taille des matériaux.

La **saltation** : transport intermédiaire concernant les matériaux de taille intermédiaire (sables) entre les matériaux grossiers et les fines.

Le **transport en suspension** : il concerne les fines et les limons. Ceux-ci sont transportés par suspension dans les écoulements.

**Lit actif / chenal d'écoulement / zone inondable / plaine alluviale**

Plutôt que de parler de lit mineur, lit moyen et lit majeur, notions bien adaptées pour des rivières de plaine, nous parlerons dans cette étude plus souvent **de lit actif** ou **bande active**, de **chenal d'écoulement et de zone inondable** qui font beaucoup plus sens pour les rivières torrentielles à fort charriage (transport de matériaux par le cours d'eau) ayant une forte dynamique latérale.

La majorité des cours d'eau du bassin versant de la Drôme, et en particulier l'ensemble des cours d'eau étudiés, peuvent être qualifiés de torrentiels de par leur pente (quelques %) et leur mode de transport des matériaux (charriage essentiellement).

- Le **chenal d'écoulement** est un terme intéressant à utiliser pour l'étiage, on distingue alors le cas du chenal unique ou des chenaux multiples (cas d'un secteur en tresses).
- Le **lit actif ou bande active** correspond à la part du lit qui est mobilisable pour les petites à moyennes crues, donc peu végétalisé.

  La bande active peut évoluer au fil des années : rétraction / réduction (sous l'effet de la végétalisation progressive des bancs du lit, ou d'endiguements), élargissement / déplacement (dans le cas d'une crue qui viendrait éroder les berges). Lorsque les bancs du lit sont en cours de végétalisation, la bande effectivement active peut être tracée plus ou moins large. Nous spécifierons donc bien par la suite ce que l'on a retenu.

- Nous parlerons de **zone inondable et de plaine alluviale** plutôt que de lit majeur pour la notion d'emprise des écoulements en crue et pour parler des terrains situés de part et d'autre de la bande active. En effet, sur les secteurs endigués (nombreux sur la partie aval), la zone inondable est souvent restreinte au lit endigué si celui-ci a été calibré pour la crue centennale.

  L'emprise de la zone inondable permet d'ailleurs d'identifier assez rapidement si le lit a été recalibré ou endigué. La plaine alluviale n'est alors plus inondable et déconnectée du lit hydrauliquement parlant. Le terme de **plaine alluviale** correspond normalement au lit d'inondation de la rivière. Le terme de **basses terrasses alluviales** renverra essentiellement à la bande active très ancienne formée dans le bassin à une époque où l'hydrologie et les conditions hydrauliques étaient bien supérieures à celles qui prévalent aujourd'hui. Ce sont d'une manière générale les alluvions modernes récentes et anciennes des cartes géologiques (Fx, Fy, Fz). La plaine alluviale renseigne sur l'emprise très

ancienne des zones d'expansion de crues et aujourd'hui et dans le cas particulier de la Drôme sur l'emprise des nappes alluviales (eau souterraine).

**Exhaussement / atterrissement / - incision / fosse d'incision - Bancs**

Dans ces différentes notions, qui évoquent toutes des changements en altitude du lit du cours d'eau, il est important de distinguer les évolutions qui sont le fait d'un phénomène généralisé sur plusieurs centaines de mètres voire plusieurs kilomètres et celles qui sont le fait d'un phénomène localisé en lien avec la présence d'un ouvrage par exemple.

- On réservera donc les termes **d'exhaussement généralisé** et **d'incision généralisée** pour des phénomènes de grande ampleur (en lien avec de l'érosion régressive ou progressive).
- Et on utilisera les termes **d'atterrissement** et de **fosse d'incision** lorsque le phénomène est localisé (atterrissement, c'est-à-dire accumulation de matériaux, en amont d'un pont de section réduite, à l'approche d'un seuil, fosse d'incision au pied d'un seuil, …).
- On parlera **d'affouillement** pour un phénomène d'incision au pied d'un ouvrage (appuis d'un pont, protections de berges).
- On parlera de **banc** pour toute macroforme graveleuse émergée en basse eau au sein de la bande active.

La **notion de banc** est à distinguer sensiblement des autres notions car les bancs sont naturellement présents dans une rivière à fort charriage et sont l'expression visible du transport des matériaux par charriage. Un banc arrasé se reformera donc nécessairement un peu à l'image des vagues dans la mer. On distinguera cependant les bancs mobiles (pas ou très peu végétalisés) des bancs fixés (très végétalisés). Notons que la plupart des travaux de recherches en cours et des observations de terrain s'accordent sur le fait que c'est principalement le fait que le banc soit perché par rapport au fond moyen de la rivière qui le rend mobilisable de plus en plus difficilement. La végétalisation d'un banc qui n'est pas perché ne constitue pas nécessairement un obstacle à sa remobilisation en cas de crue et donc ne réduit pas nécessairement la section hydraulique du lit pour les crues moyennes à fortes. Cela n'exclut cependant pas qu'il soit parfois nécessaire et important de les entretenir. En effet, ils peuvent être à l'origine d'embâcles importants et peuvent fixer le chenal d'écoulement pour les petites crues provoquant des désordres localisés (sapement de berges).

Notons enfin le terme de **tranchées redynamisantes** (travaux en rivière qui ont été réalisés en de nombreux endroits à différentes époques). Ces travaux consistent à créer une "passe" pour la circulation de l'eau dans les bancs. En fonction du contexte morphologique, la "passe" peut se combler facilement au même titre qu'un banc arrasé peut se reformer à la première crue morphogène.

**Curage / extraction / déplacement / remodelage**

Entre ces différentes notions qui évoquent le **déplacement** des matériaux du lit du cours d'eau, la distinction importante porte sur le fait de soustraire définitivement du lit actif les matériaux ou de les maintenir dans le lit.

Une soustraction définitive des matériaux implique directement un déficit que la rivière cherchera à combler soit en sur-érodant ses berges soit en incisant le fond du lit dans des proportions en lien avec les volumes extraits.

- On parlera dans cette étude d'**extraction** dès qu'il y aura soustraction définitive.

- Lorsque les matériaux sont maintenus dans le lit, il est important de prendre en compte à quel endroit ils sont effectivement conservés. En effet, s'ils sont repoussés en pied de berge, à proximité (**remodelage** : cas d'un banc que l'on repousse), ils ne seront repris que pour des crues moyennes et le phénomène d'incision pourra être observé temporairement (jusqu'à ce qu'une crue moyenne survienne). S'ils sont remis dans le lit quelques centaines de mètres en aval, l'effet d'incision ou d'érosion s'observera peu car un équilibre sera vite retrouvé dès les crues même petites. Si enfin les matériaux sont replacés plusieurs kilomètres en aval, on pourra observer sur un certain linéaire les phénomènes d'érosion et d'incision.

**Ripisylve / végétation des bancs**

On distinguera la végétation des berges des cours d'eau (**ripisylve**) de la végétation du lit actif qui peut être présente sur les bancs.

L'entretien de ces deux entités est distinct ainsi que le mode de colonisation/ développement et le type de végétation trouvé (essentiellement des espèces pionnières pour les bancs). Le rôle écologique peut également être sensiblement différent : la ripisylve des berges constitue le « socle » du corridor biologique de la rivière. Les bancs végétalisés peuvent quant à eux augmenter l'épaisseur de ce corridor biologique et constituer des passerelles supplémentaires en densifiant le corridor biologique ; elles ont cependant un caractère plus temporaire.

**Substratum**

Le **substratum** est le socle géologique. Il peut être très résistant (granite, basalte..) ou érodable (marnes, argiles, …). Le matelas alluvial, quand il existe, assure par son renouvellement constant une protection du substratum, particulièrement lorsque ce dernier est érodable.

# Phase 3 : Stratégies de préservation, restauration et gestion

Cette phase a vocation a définir les stratégies de préservation, restauration et gestion à la fois sur le fond et sur la forme.

- Le premier chapitre rappelle les objectifs et trajectoires validées en phase 2 ;
- Le second chapitre concerne les justifications du besoin d'action en s'appuyant notamment sur l'état des lieux et le diagnostic des phases 1 et 2 ;
- Le troisième chapitre propose une stratégie globale de mise en œuvre et explique la forme concrète prévue dans le cadre de cette étude pour répondre au besoin d'action géomorphologique ;
- Le quatrième et dernier chapitre détaille plus particulièrement les moyens et outils qui seront utilisés pour élaborer les plans de gestion de la phase 4.

# 1. RAPPEL DES TRAJECTOIRES ET DES OBJECTIFS RETENUS A L'ISSUE DE LA PHASE 2

## 1.1. TRAJECTOIRES RETENUES EN FIN DE PHASE 2

### 1.1.1. Généralités

Comme cela a déjà été écrit dans le rapport de phase 2, conformément aux objectifs de la DCE, la stratégie proposée pour les plans de gestion devra permettre de conserver ou redonner aux milieux aquatiques une dynamique fluviale la plus naturelle possible à l'échelle du bassin versant, tout en étant compatible avec la gestion et la protection des biens et des personnes.

Dans ce contexte, et compte tenu des analyses menées jusqu'à présent, les phases 3 et 4 vont s'inscrire sur les trajectoires suivantes. Ces trajectoires sont des lignes « objectif » à l'échelle du bassin versant. Elles donnent la direction à prendre pour déterminer les objectifs sur les différentes Unités Fonctionnelles.

### 1.1.2. Trajectoires retenues

Les trajectoires validées en fin de phase 2 par l'ensemble du Comité de Pilotage sont les suivantes :

1.1.2.1. EN TERMES DE PROFIL EN LONG :

- **Dans les secteurs d'incision quasi généralisée :**

**Rehausser le profil en long en garantissant la capacité hydraulique sur les secteurs à forts enjeux socio-économiques, étant entendu qu'il convient d'empêcher a minima que l'incision ne se poursuive en-dessous du niveau actuel (2010).**

*Les niveaux maximums pourront être approchés lors de la définition des objectifs sectorisés ; les secteurs où une étude hydraulique plus poussée sera nécessaire seront précisés.*

- **Dans les secteurs à tendance d'exhaussement quasi-généralisé et forts enjeux socio-économiques :**

**Maîtriser l'exhaussement par le biais d'un profil objectif à définir compte tenu des risques d'inondation.**

*Les profils-objectifs seront précisés le cas échéant lors de la définition des objectifs sectorisés.*

1.1.2.2. EN TERMES DE MOBILITE LATERALE

**Garantir au cours d'eau la possibilité de se déplacer au sein de l'enveloppe de mobilité physique et garantir la continuité du transport solide actuel.**

1.1.2.3. EN TERMES DE BIOLOGIE

**Préserver, voire restaurer la biodiversité des milieux aquatiques.**

## 1.2. OBJECTIFS SECTORISES RETENUS

La phase 2 de l'étude, a permis, après avoir établi le diagnostic de la situation géomorphologique sur le bassin versant de la Drôme vis-à-vis des enjeux socio-économiques et environnementaux, de proposer des objectifs de gestion sectorisés les plus pertinents qui soient.

Ces objectifs de gestion sont la déclinaison locale des trajectoires définies dans le paragraphe précédent.

En termes de mobilité latérale, ces objectifs se traduiront par la délimitation d'un espace de mobilité (cf. § 3.2.1).

### 1.2.1. Rappel des réflexions préalables à la définition des objectifs de gestion

La phase 2 de l'étude a été l'occasion des étapes suivantes (détaillées dans le rapport de phase 2) préalables à la définition des objectifs sectorisés :

- La définition des étapes pratiques du tracé de l'espace de mobilité,
- L'identification de secteurs prêtant à discussion pour la mise en œuvre des objectifs à retenir, proposition de scénarios et éléments de réflexion (financiers, socio-économiques, environnementaux),
- La tenue de réunions locales (5 réunions organisées en juillet 2013) pour recueillir le point de vue des acteurs,
- Des éléments sur la valeur des terres agricoles,
- Des éléments sur la ripisylve (fonctionnalité, règlementation, etc.),
- Des éléments sur l'intérêt écologique des espaces de mobilité,

- Des éléments sur les coûts liés à la gestion des digues.

### 1.2.2. Objectifs de gestion retenus

Les 13 objectifs de gestion retenus sur la zone d'étude sont les suivants :

- Empêcher l'abaissement du PL
- Favoriser la recharge du lit là où substratum est apparent
- Maîtriser le risque inondation
- Contenir l'exhaussement dans la limite d'un PL objectif
- Permettre au cours d'eau d'exprimer sa dynamique latérale au sein de l'espace de mobilité
- Favoriser la reprise des matériaux
- Gérer le risque d'érosion
- Gérer le risque de capture de gravière
- Restaurer un corridor élargi de ripisylve (zone ciblée)
- Restaurer la continuité piscicole
- Préserver la continuité sédimentaire actuelle
- Préserver les zones de régulation du TS
- Préserver les espaces naturels remarquables

Pour chaque Unité Fonctionnelle, les objectifs de gestion s'appliquant plus spécifiquement sont indiqués dans le tableau de la page suivante :

| | UNITES FONCTIONNELLES | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Drôme aval | | | Drôme median 1 | | | Drôme median 2 | | | Drôme amont | | | |
| **OBJECTIFS** | 12 | 11 aval Crest | 11 amont Crest | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| **Empêcher l'abaissement du PL** | x | x | x | x | x | x | | x | x | | | | x |
| **Favoriser la recharge du lit là où substratum est apparent** | | | x | | x | x | | x | | | | | |
| **Maîtriser le risque inondation** | x | x | x | x | x | x | | x | x | | x | x | |
| **Contenir l'exhaussement dans la limite d'un PL objectif** | | | | | | | | | | | x | x | |
| **Permettre au cours d'eau d'exprimer sa dynamique latérale au sein de l'espace de mobilité** | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| **Favoriser la reprise des matériaux** | | x | | | | | | | | | | | |
| **Gérer le risque d'érosion** | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | x |
| **Gérer le risque de capture de gravière** | | x | | | | | x | | | | | | |
| **Restaurer un corridor élargi de ripisylve (zone ciblée)** | | | x | | | | x | x | | | x | | |
| **Restaurer la continuité piscicole** | x | x | x | | | | | | x | | x | x | x |
| **Préserver la continuité sédimentaire actuelle** | x | x | x | x | x | x | x | x | x | | | | |
| **Préserver les zones de régulation du TS** | | x | | x | | x | x | x | | | | | |
| **Préserver les espaces naturels remarquables** | x | x | x | x | x | | x | x | | | | x | x |

| | UNITES FONCTIONNELLES | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Bez | | | | | | | | | | |
| **OBJECTIFS** | BEZ - UF4 | BEZ-UF3 | BEZ-UF2 et UF1 | BEZ-UF1 | Boulc | Archiane | Gervanne | Roanne | Sure | Béous | Maravel |
| **Empêcher l'abaissement du PL** | x | | | | x | | x | x | | x | x |
| **Favoriser la recharge du lit là où substratum est apparent** | x | | | | | | | | | | |
| **Maîtriser le risque inondation** | | x | | | x | | | x | x | | |
| **Contenir l'exhaussement dans la limite d'un PL objectif** | | | | | | | | | | | |
| **Permettre au cours d'eau d'exprimer sa dynamique latérale au sein de l'espace de mobilité** | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| **Favoriser la reprise des matériaux** | | x | | | x | | x | | | x | |
| **Gérer le risque d'érosion** | x | | | | x | | | x | x | | |
| **Gérer le risque de capture de gravière** | x | | | | | | | | | | |
| **Restaurer un corridor élargi de ripisylve (zone ciblée)** | | | | | x | x | | x | x | | |
| **Restaurer la continuité piscicole** | | | | | | | x | | x | | |
| **Préserver la continuité sédimentaire actuelle** | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| **Préserver les zones de régulation du TS** | x | | | | | | | | | | |
| **Préserver les espaces naturels remarquables** | x | | | | | | x | | | | |

## 1.3. ESPACES DE MOBILITE RETENUS EN FIN DE PHASE 2

Le CCTP de l'étude inclut le tracé d'un « Espace de mobilité minimal » défini comme « l'espace de mobilité en deçà duquel le bon fonctionnement des cours d'eau n'est plus assuré. Cet espace est défini comme la restriction locale de l'espace de mobilité fonctionnel à argumenter ».

Le tracé de cet espace est un préalable à la définition des actions à mener.

Jusqu'en fin de phase 2, il a été préféré la dénomination d'« Espace de mobilité fonctionnel accepté » (au lieu d'espace minimal). Plus simplement, la dénomination retenue pour l'étude est « Espace de mobilité ».

L'Espace de mobilité proposé à l'issue de la phase 2 est cartographié dans l'Atlas « Espaces de mobilité » joint au rapport de phase 2. Il résulte de la démarche présentée dans le rapport de phase 2 et des discussions qui ont pu avoir lieu dans le cadre de la phase 2.

Des avancées et des discussions importantes en Comité de Pilotage ont cependant été réalisées en cours de phase 3. Elles ont amené à modifier sa dénomination, la philosophie du tracé (cf. § 3.2.1) et la façon dont il a été tracé.

Afin de marquer une continuité avec la phase 2, et pour comprendre les modifications entre le tracé de fin de phase 2 et celui de phase 3, nous rappelons ci-dessous les principales étapes du tracé de « l'Espace de mobilité fonctionnel accepté » de phase 2 et expliquons les différences du tracé de phase 3.

### 1.3.1. Etapes et philosophie du tracé de fin de phase 2

Les étapes du tracé de fin de phase 2 suivent les étapes du Guide technique n°2 du SDAGE Rhône-Méditérannée Corse « Détermination de l'espace de liberté des cours d'eau » - Novembre 1998. Ce guide décrit comment aboutir à un espace de mobilité minimal (EMIN). Il s'agit, pour synthétiser, d'un espace de liberté physique auquel on a retiré les enjeux dits « majeurs ».

- **Etape 1 : Définition et tracé de l'enveloppe de mobilité physique :**
  - C'est au sein de cette première enveloppe qu'a été défini l'Espace de mobilité de fin de phase 2.
  - L'enveloppe de mobilité physique caractérise la mobilité passée et future de la rivière sans considération des endiguements (on parle aussi parfois d'espace érodable ou d'espace de liberté). Elle ne représente pas l'espace nécessaire à la rivière pour « bien fonctionner », mais représente un espace de liberté dans lequel la rivière serait susceptible d'évoluer si on lui donnait la possibilité de le faire. C'est donc un espace en dehors duquel les interactions entre la dynamique de la rivière et les enjeux socio-économiques sont a priori inexistantes à moyen/long terme.
  - Cette enveloppe, définie techniquement, n'a plus vocation à évoluer dans les phases 3 et 4. Elle a été validée et figée en fin de phase 2. Elle figure en violet sur les cartes de l'atlas « Espace de mobilité – Scénarios » joint au rapport de phase 2.

- **Etape 2 : Identification des enjeux socio-économiques :**
  - Principaux enjeux socio-économiques présents le long des cours d'eau : bâtis, voies de communication, camping, captages, stations d'épuration, gravières.

- En particulier, enjeux socio-économiques dits « majeurs » présents dans l'enveloppe de mobilité physique : zones de bâtis denses, ponts, axes de communication majeurs (voies SNCF, Routes Nationales, autoroutes).

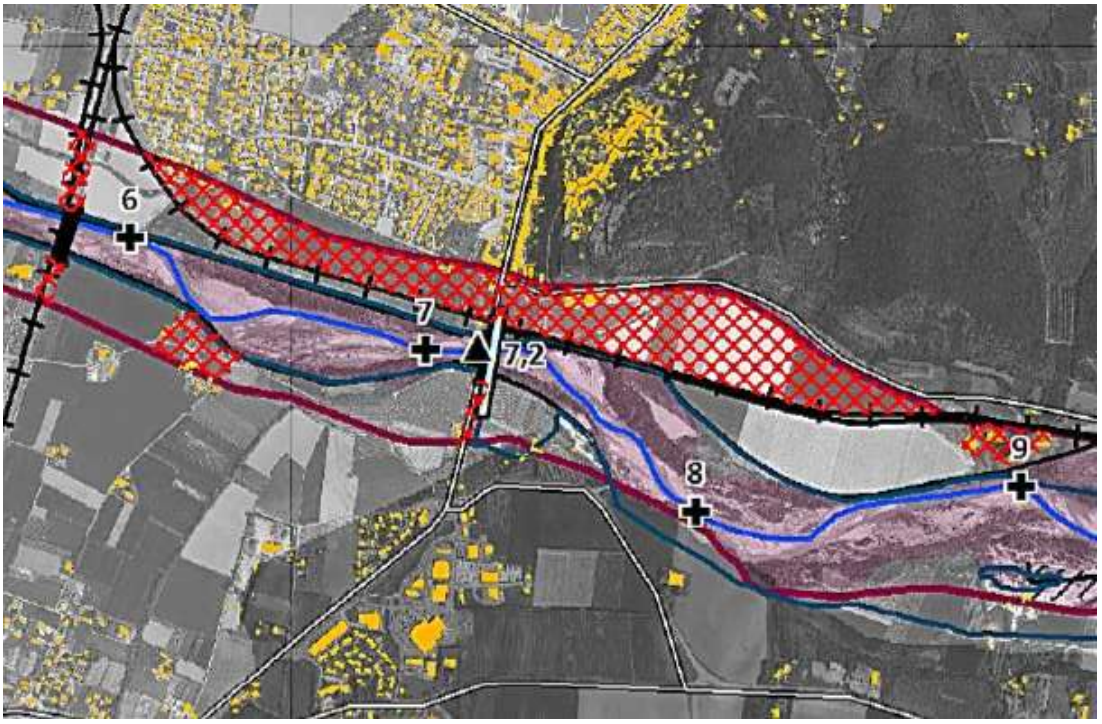



***Fig. 1. Exemple de tracé de l'enveloppe de mobilité physique (tracé violet) et identification des enjeux majeurs (en rouge quadrillé)***

- **Etape 3 : Contexte hydro-écologique :**
  - Arrêtés préfectoraux de protection de biotope,
  - Zones Natura 2000,
  - ZNIEFF.

- **Etape 4 : Tracé de L'Espace de mobilité de fin de phase 2 :**
  - Il a été tracé en retirant les enjeux socio-économiques « majeurs » de l'Enveloppe de mobilité physique. Certains enjeux socio-économiques dits « secondaires » ont également été retirés pour des raisons techniques : par exemple, les gravières dont il faut éviter la capture, ont été retirées.
  - En fin de phase 2, cet espace a été validé sur une grande majorité du linéaire. Il figure en pointillés orange sur les cartes de l'atlas « Espace de mobilité – Scénarios » joint au rapport de phase 2.
  - Sur certains secteurs cependant, des scénarios « dits pédagogiques » d'espace de mobilité ont été tracés (deux traits pointillés orange possibles pour le même secteur). Ces 2 scénarios correspondent en règle générale à :
    - un tracé maximaliste conservant la totalité de l'enjeu secondaire concerné dans l'espace de mobilité,
    - Et un tracé minimaliste excluant la totalité de l'enjeu secondaire concerné de l'espace de mobilité

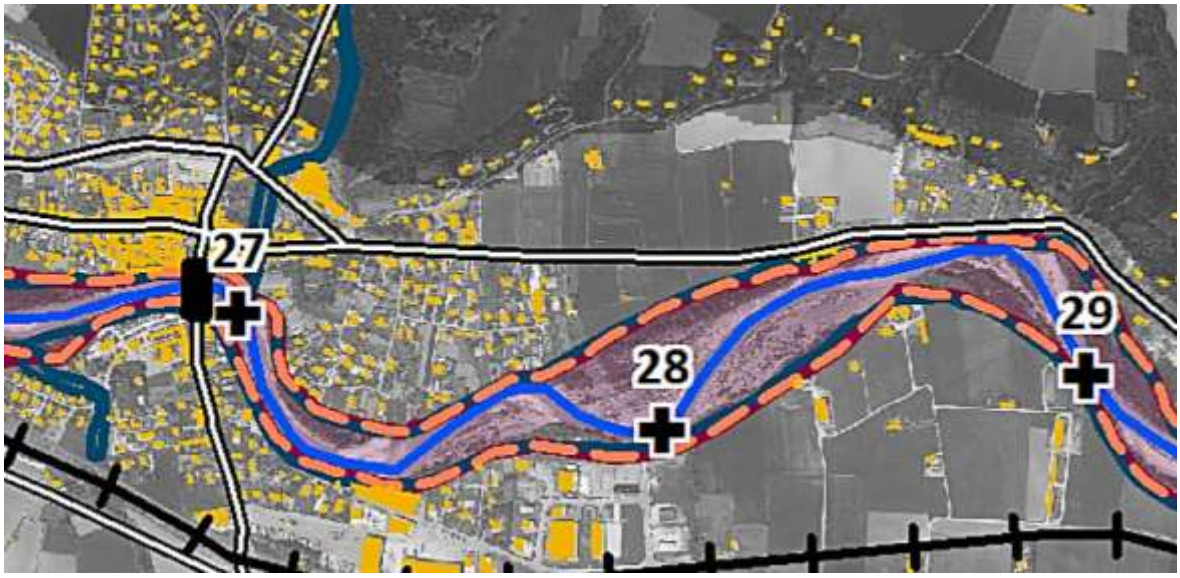



***Fig. 2. Exemple de tracé de l'espace de mobilité en fin de phase 2 (Saillans)***

En fin de phase 2, l'espace de mobilité tracé correspondait donc toujours à un espace de liberté, plus vaste que l'espace nécessaire à la rivière pour « bien fonctionner », car représentant un espace dans lequel la rivière serait susceptible d'évoluer si on lui donnait la possibilité de le faire.

- Sur les secteurs sans enjeux, l'avantage de ce tracé est d'être maximaliste en préservant tous les secteurs sans enjeux et en les dédiant à la dynamique de la rivière (forêts alluviales et anciens lits notamment),
- En revanche, sur les secteurs à enjeux, même « secondaires », le tracé englobe de très nombreux enjeux sans que cela soit totalement justifié et justifiable vis-à-vis d'un bon fonctionnement géomorphologique.

### 1.3.2. Construction du tracé de phase 3

La principale modification du tracé de l'espace de mobilité de phase 3 tient donc au fait que l'on ne préjuge pas du caractère « majeur » ou non des enjeux du bassin. En effet, sur le bassin de la Drôme, territoire très rural, les terrasses agricoles en particulier représentent des enjeux socio-économiques très forts même si l'on n'y recense pas de bâtis.

Ainsi, les étapes 1, 2 et 3 (du § 1.3.1) n'ont pas été remises en cause en phase 3. En revanche, l'étape 4 a évolué dans sa construction :

- En partant de l'enveloppe de mobilité physique, on soustrait toujours les enjeux dits « majeurs »,
- mais pour ce qui concerne les enjeux dits « secondaires », on ne maintient dans l'espace de mobilité que la part des terrains en deçà de laquelle le fonctionnement géomorphologique de la rivière n'est pas assuré. Dans le bassin de la Drôme, cela concerne principalement deux cas :
  - Les secteurs où le substratum est affleurant et où la largeur de bande active est restreinte (par des protections de berges), inférieure à la largeur de bande active naturelle (fonctionnelle). La restriction de la bande active implique une sur-sollicitation du fond et une usure progressive du substratum. La largeur à restaurer est directement en lien avec la largeur de bande active naturelle du cours d'eau en amont et/ou en aval ;

- Les secteurs où la largeur de bande active est restreinte, rendant la gestion des risques incompatible de façon pérenne avec la dynamique de la rivière. Typiquement, cela se traduit soit par des secteurs qui ont déjà été érodés lors des crues récentes (cas d'absence de protection), soit par des secteurs où les ouvrages de protection sont sur-sollicités et difficiles à entretenir (cas présence de protections).

Ainsi ne sont pas inclus dans l'espace de mobilité de phase 3 les secteurs à enjeux érodables s'il y a la largeur suffisante de bande active. On peut en effet travailler différemment par des techniques d'ingénierie douce (remobilisation/ régalage des matériaux des bancs pour reconstituer un matelas artificiel ou orientation des écoulements par entretien des bancs pour limiter les risques d'érosion).

L'avantage de ce tracé est de rester centré sur l'objectif d'assurer et de restaurer un bon fonctionnement géomorphologique :

- Partout où cela est possible (socio-économiquement), on préserve et on restaure les espaces pour le cours d'eau (forêts alluviales incluses dans l'espace de mobilité long terme par exemple),
- Là où des enjeux socio-économiques existent, on restaure a minima pour assurer le bon fonctionnement géomorphologique du cours d'eau.

Le tracé obtenu respecte ainsi techniquement l'objectif d'un tracé en deçà duquel le bon fonctionnement n'est plus assuré et va au-delà lorsque cela est possible. La dénomination retenue par le Comité de Pilotage pour cet espace est Espace de mobilité à long terme.

Si la préservation de cet espace est un choix, sa restauration reste cependant un objectif qui dépendra :

- Des financements disponibles à long terme ;
- D'une mise en regard entre les disfonctionnements auxquels cette restauration permet de répondre (bénéfices sur le fonctionnement géomorphologique) et le coût des actions nécessaires (coût des travaux et coût socio-économique).

Cette mise en regard coûts/bénéfices est très délicate à faire car les bénéfices sur le fonctionnement géomorphologique ne sont pas quantifiables. Il s'agit donc réellement d'une volonté stratégique dans la lignée de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau. Afin de laisser la porte ouverte à la réalisation ou non de cette restauration, fruit de concertations, d'opportunités (financières et/ou foncières), un espace de mobilité à Court Terme a été tracé au sein de l'espace de mobilité Long Terme. Cet espace de mobilité Court Terme n'inclut que les secteurs où le COPIL a décidé de s'engager à court terme sur la restauration et la préservation dans le plan de gestion. La plupart des secteurs à enjeux socio-économiques ne sont donc pas inclus dans cet Espace de Mobilité court terme. Le § 3.2.13.2.1 détaille plus précisément les secteurs inclus respectivement dans l'espace de mobilité Long Terme et dans l'espace de mobilité Court Terme.

# 2. POURQUOI INTERVENIR ?

## 2.1. GENERALITES SUR LA FONCTIONNALITE DES MILIEUX ET LEUR INTERACTION AVEC LES ENJEUX

### 2.1.1. Rôle de la mobilité et de la continuité du transport solide

Dans le cas d'une rivière à graviers à forte dynamique, la préservation de la mobilité et de la continuité du transport solide sont la base d'un fonctionnement géomorphologique fonctionnel. On pourrait également parler de bon état géomorphologique.

Or l'état géomorphologique d'une rivière joue un rôle plus ou moins direct dans :

- L'état écologique de la rivière et des milieux associés. La dynamique fluviale est intimement liée à la dynamique des milieux (régénération des milieux, diversification des faciès, etc.). La Directive Cadre Européenne sur l'Eau (DCE) souligne d'ailleurs que « les éléments biologiques sont liés, à la fois aux éléments physico-chimiques et aux éléments hydromorphologiques », tout en précisant que, « dans les états des lieux des districts, les caractéristiques physiques sont souvent signalées comme limitantes pour l'atteinte du bon état écologique ». « Bon état écologique » et « bon état géomorphologique » sont donc intimement liés. Ceci est rappelé dans le § 6.1.6. du rapport de phase 2.
- La disponibilité des ressources en eau à travers les niveaux du lit et donc des nappes alluviales,
- Les capacités auto-épuratoires du cours d'eau et donc la gestion de l'assainissement,
- La problématique risque (cf. § 2.1.2).

En théorie (source JR Malavoi), on peut avancer que les 7 critères suivants sont la marque d'un « bon fonctionnement géomorphologique » :

- Des faciès d'écoulement diversifiés : profonds et moins profonds, rapides ou lents, granuleux ou sablonneux,
- Des berges non protégées, abritant une biocénose diversifiée,
- Des bancs alluviaux mobiles et libres, favorisant le transit des sédiments,
- Une ripisylve fournie et variée,
- Un corridor fluvial boisé,
- Des annexes hydrauliques,
- Une hydrologie non perturbée.

S'il manque un ou deux de ces éléments, la qualité du fonctionnement hydromorphologique décroit. Il faut en outre une bonne continuité entre tous ces milieux. Une continuité amont-aval, mais aussi une continuité latérale au sein de la bande active en constante évolution et entre le lit actif et ses annexes.

### 2.1.2. Risques en lien avec la géomorphologie

La présence d'enjeux socio-économiques en bordure d'une rivière à graviers à forte dynamique implique nécessairement des interactions entre enjeux et aléas et donc des risques plus ou moins importants.

Le risque est le croisement d'une vulnérabilité et d'un aléa. L'importance du risque est fonction de l'importance de la vulnérabilité et de l'importance de l'aléa.

Le long d'une rivière à graviers, on distingue deux risques principaux :

- Le risque d'inondation lié à l'aléa inondation,
- Le risque d'érosion lié à l'aléa érosion.

Ces deux risques sont en lien et l'un peu aggraver l'autre.

L'existence de protections ou d'aménagements visant à modifier ces deux aléas (protections de berges, endiguements, épis, etc.) peut permettre de diminuer le risque mais :

- impacte le fonctionnement géomorphologique pouvant induire indirectement des risques sur d'autres secteurs (revois d'écoulements)
- implique des coûts de maintenance importants difficiles à assumer par les gestionnaires.

Le respect d'un espace suffisant dédié à la dynamique de la rivière peut permettre de mieux concilier gestion des risques et fonctionnement géomorphologique de la rivière.

### 2.1.3. Rôle de la végétation

Nous l'avons décrit dans les phases précédentes : la **végétation des berges et du lit** joue un rôle majeur dans le fonctionnement hydro-écologique des rivières, de par ses fonctionnalités mécaniques et hydrauliques, biologiques, chimiques et socio-économiques. Dans des cours d'eau à dominance plutôt minérale comme sur le bassin de la Drôme, la présence de cette végétation, et notamment celle présente dans le lit, est d'autant plus d'importante.

La **ripisylve** est formée par les boisements riverains du cours d'eau, i.e. les boisements de berges, qui peuvent représenter une épaisseur plus ou moins importante. En cas de bande très large, on peut parler de **forêt rivulaire**. Sur le bassin versant de la Drôme, le terme local « *Ramières* » fait référence à la forêt alluviale, essentiellement sur des secteurs de dynamique sédimentaire importante (tresses notamment).

L'importance des différentes fonctionnalités de la ripisylve est résumée dans le schéma ci-dessous, déjà présenté en Phase2) (cf. en Annexe 2 pour plus de détails sur ces fonctionnalités).

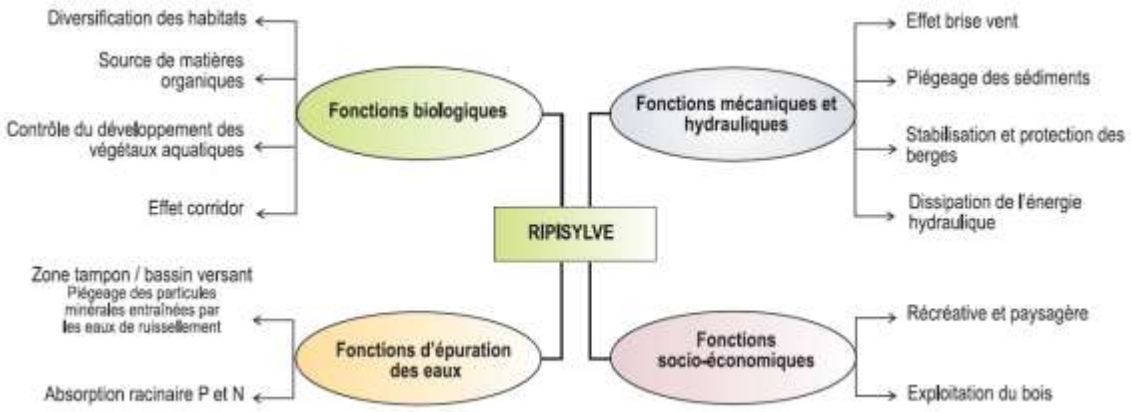



***Fig. 3. Fonctionnalités de la ripisylve (source : Protection et gestion des rivières du secteur Seine-aval, AESN, Février 2006)***

La **végétation du lit**, présente sur les bancs de graviers est d'un très grand intérêt écologique dans un tel milieu à dominance minérale. Cette végétation est remaniée au gré des crues, et l'on peut ainsi observer une grande diversité de type, depuis les groupements amphibies jusqu'au stade forestier. A noter que la végétation pionnière (qui s'implante en premier lieu), comme le saule ou l'aulne, est bien adaptée à la montée des eaux lors des crues grâce à son système racinaire important qui permet d'ancrer l'arbre et grâce à une structure particulière du bois (souple, permettant de plier sous la force du courant ou cassant, permettant d'éviter l'arrachage - en fonction des espèces). Cette végétation pionnière est d'une grande richesse écologique pour la Drôme et ses affluents. On rappelle que des espèces comme le petit gravelot affectionnent particulièrement les bancs de graviers.

Par ailleurs, la notion de **corridor**, déjà évoquée, est primordiale lorsqu'on parle de végétation. En effet, le maintien d'un cordon rivulaire continu (celui-ci ne doit pas être uniformément très dense et peut aussi contenir des trouées) constitue un véritable **corridor écologique** qui permet de relier entre eux différents habitats vitaux pour des espèces (territoires de reproduction, de nourrissage, de repos, de migration, etc.). Un **corridor écologique** permet de connecter entre elles plusieurs sous-populations, permettant ainsi la migration d'individus et la circulation de gènes (animaux, végétaux ou fongiques) d'une sous-population à l'autre. Les zones humides, et même anciennes gravières, s'inscrivent également dans cette notion de corridor écologique.

Les écosystèmes doivent être en bon état pour qu'ils puissent jouer leurs différents rôles. En cas de dégradation, les effets pour l'homme sont difficilement quantifiables mais l'on sait que cela engendre une dégradation des « écoservices » (autoépuration des eaux et de l'air, faune piscicole, pollinisation, etc.).

### 2.1.4. Les besoins de quelques groupes biologiques de la végétation des cours d'eau

#### 2.1.4.1. LES OISEAUX

*Source : Guide d'entretien de la ripisylve (Région Wallonne, 2007)*

Les oiseaux sont  généralement assez représentatifs de la diversité d'un écosystème.

L'avifaune présente dans les ripisylves est avant tout influencée par le paysage et l'aménagement du territoire à large échelle. Les milieux forestiers, urbanisés et agricoles ont chacun leurs communautés d'oiseaux propres. C'est en milieu ouvert que le gestionnaire de la ripisylve, par la nature de ses interventions peut influencer le plus significativement la communauté des espèces.

Les éléments suivants ont un impact favorable sur la faune aviaire :

- Un cordon rivulaire assez dense,
- L'abondance de gros arbres,
- La présence d'arbres morts,
- La présence de buissons, en particulier les cordons à dominante buissonnante dans les grands paysages agricoles.

A noter que sur des rivières en tresses comme la Drôme, certains oiseaux comme le Petit Gravelot aiment nicher à même le sol sur les bancs de graviers. Il est donc important pour sa préservation que la rivière conserve une bonne dynamique, permettant la régénération des milieux.

#### 2.1.4.2. LA FAUNE AQUATIQUE

*Source : Guide d'entretien de la ripisylve (Région Wallonne, 2007)*

La végétation rivulaire joue un rôle prépondérant vis-à-vis des populations de poissons, des macro-invertébrés, … en tant qu'abri, source de nourriture, lieu de reproduction et d'ombrage.

Les éléments suivants ont un impact favorable sur la (micro)faune aquatique :

- Un cordon rivulaire diversifié
- Les buissons et les branches basses surplombant le cours d'eau
- Les végétaux (semi-)aquatiques
- Les racines, le bois mort et les débris ligneux dans l'eau

Un gradient décroissant de diversité (mais aussi de productivité) est observé des forêts alluviales aux secteurs enrésinés (photo en bas à droite). A habitat et surface d'abris identiques, de nombreuses études démontrent par exemple que les **zones enrésinées peuvent accueillir de 50 à 75 % de truites en moins que les aulnaies**.

#### 2.1.4.3. L'ECREVISSE A PIEDS BLANCS

Considérée comme un indicateur de bonne qualité de l'eau, l'espèce, autrefois largement répandue sur l'ensemble du réseau hydrographique, est aujourd'hui essentiellement localisée sur les zones amont des hydro systèmes où les populations sont isolées, sans continuum écologique. Le preferendum écologique de cette espèce exigeante, bien que centré sur la zone à truite décrite par HUET (1949), est relativement large avec des extensions dans la zone à barbeau. (« La situation des écrevisses en France », CSPS, DR Metz, avril 2007).

La plupart des écrevisses apprécie les eaux fraîches, chimiquement pures et bien oxygénées, avec un taux de calcium suffisant, mais les écrevisses ont aussi besoin d'abris, de caches, de caches pour tous les stades de leur vie, et enfin de nourriture et de support pour cette nourriture.

Il semblerait que les ruisseaux aux berges creuses, sans étiage trop sévère, au fond stabilisé par des racines de petit diamètre, semblent les plus aptes à les héberger (d'après le PNR des Ecrins).

La végétation aquatique ou rivulaire joue donc un rôle important dans la mesure où les bois morts, les herbiers aquatiques, les racines et le chevelu racinaire des arbres de berges constituent des abris vis-à-vis du courant et des prédateurs.

Par ailleurs, on rappelle que les végétaux ont un rôle également dans l'oxygénation, la température de l'eau et la quantité de lumière reçue qui facilite les biotopes pour les crustacés.

#### 2.1.4.4. L'HIRONDELLE DE RIVAGE

*Source : Guide d'entretien de la ripisylve (Région Wallonne, 2007)*

Elle s'installe dans les berges verticales soumises à l'érosion. Une ripisylve peu développée, voire complètement absente, entoure la plupart des colonies.

Dans les prairies, une clôture à quelques mètres de la crête de berge empêche les dégradations liées au piétinement.

Une fauche annuelle au-dessus de la colonie, couplée à des recépages fréquents de la ripisylve à proximité des sites de nidification, permettra de maintenir le paysage ouvert.

#### 2.1.4.5. LE CASTOR

Mammifère emblématique des bords de cours d'eau, le castor est **protégé** en France depuis 1968 et figure aux annexes II et IV de la Directive Habitats 92-43(cf Phase1).

Le castor est le plus gros rongeur d'Europe. Il affectionne la présence d'arbres à bois tendre, notamment les saules présents en bordure de cours d'eau ou sur les atterrissements. Il peut être amené à construire des barrages à l'aide de branchages et de boue de manière à assurer un niveau d'eau minimum qui lui permette notamment d'accéder à l'entrée de son terrier.

Menacé d'extinction dans les années 1930, il a recolonisé d'importants affluents du Rhône, dont la Drôme. En 2008, J.M. FATON (« Le courrier des épines drômoise n°142, janvier/février 2008 ») estimait que la population de castors s'est sensiblement développée en 25 ans sur la rivière Drôme (alors que dans le même temps, les populations se sont effondrées le long du Rhône (réduction/vieillissement de la ripisylve ?). C'est maintenant une espèce phare de la zone naturelle des Ramières. Cette espèce ne se cantonne pas à la réserve naturelle, elle est également présente en d'autres points du bassin versant de la Drôme (cf ci-dessous).

Sa présence peut être source de désagréments pour les riverains de cours d'eau avec par exemple la création de dégâts dans des plantations/jardins ou la construction de barrages qui peuvent localement accentuer le risque d'inondation. Sa présence peut nécessiter alors des mesures de protection des cultures, mais la base reste le maintien d'une ripisylve suffisante.

Il peut également être perçu comme une espèce entretenant des zones humides et contribuant à la diversité de l'habitat.

Cette espèce est menacée par la perte de la dynamique fluviale (qui permet la régénération des saules et peupliers, principale ressource alimentaire du castor), la régression des ripisylves et le développement d'espèces végétales exotiques, telles que la Renouée du Japon, qui réduit les potentialités alimentaires, l'artificialisation des berges ou la suppression des boisements de berges.

D'après l'ONCFS, il convient notamment de :

- Ménager des "corridors verts" le long des cours d'eau en milieu urbain avec plantations de Salicacées et gîtes artificiels (Doller (dépt. 68), contact J.C. JACOB, Conseil général),

- Suivre l'évolution des dommages et conseiller des protections adaptées aux plaignants (missions du réseau "Castor" de l'O.N.C.F.S.), trouver localement des moyens financiers d'aide à la protection (ex. : départements de l'Aveyron, de l'Indre-et-Loire).
- Maintenir ou restaurer les ripisylves en favorisant les salicacées sous forme buissonnante et arbustive.
- Dans le cadre du traitement de la végétation des lits mineurs, conserver une bande arbustive d'au moins 5 m de large au contact de l'eau pour préserver les gîtes et les ressources alimentaires. En cas de nécessité, y pratiquer des traitements sélectifs et manuels.

## 2.2. RAPPEL DU DIAGNOSTIC DE PHASE 2

### 2.2.1. Rappel du diagnostic sur la géomorphologie

Le diagnostic de la phase 2 a mis en évidence les grandes lignes suivantes (cf. synthèse du rapport de phase 2) :

#### 2.2.1.1. UNE INCISION STABILISEE A NE PAS AGGRAVER, DES EXHAUSSEMENTS A MAITRISER

Les importantes extractions passées ont impliqué une incision quasi généralisée des lits de plusieurs mètres par rapport au début du XX$^{ème}$ s. La situation est aujourd'hui stabilisée, excepté sur certains secteurs (Boulc du PK 1,5 au PK 6,5 et localement le Bez en amont de la confluence Archiane …).

Cette incision a mis à nu un certain linéaire de cours d'eau où le substratum est affleurant.

On note ainsi l'importance d'un certain nombre de seuils pour la tenue du profil en long (notamment sur toute la Drôme aval) ainsi qu'un certain nombre de zones de régulation du transit sédimentaire (zones de dépôt / reprise des matériaux) à préserver voire parfois à restaurer afin de ne pas aggraver le niveau d'incision actuel.

Dans ce contexte, la plaine du Grand Lac constitue une exception en tant que zone de dépôt naturelle des matériaux. Il convient d'y maitriser l'exhaussement du profil en long dans un objectif de maîtrise des risques d'inondation.

#### 2.2.1.2. UNE CONTINUITE SEDIMENTAIRE A PRESERVER ET A SURVEILLER

Le Claps marque une rupture naturelle de la continuité du transit sédimentaire. En amont, la continuité est assurée. En aval, la continuité est également assurée.

La bande active est parfois restreinte mais il existe encore suffisamment de zones de régulation du transport solide (= zones de tressage, zones de dépôt-reprise des matériaux) pour permettre un équilibre dynamique des lits actifs.

Cependant, les travaux présentés récemment confirment que l'on est dans un processus de tarissement des sources sédimentaires et qu'un déstockage partiel très lent est en marche.

Ce déstockage peut impliquer des incisions supplémentaires difficiles à évaluer. Si on peut affirmer qu'elles seront sans commune mesure avec les incisions liées aux extractions (plusieurs mètres), il faut cependant prendre conscience que la Drôme est loin d'être excédentaire en termes de disponibilité sédimentaire.

#### 2.2.1.3. UNE QUALITE PHYSIQUE DES MILIEUX GLOBALEMENT BONNE MAIS ALTEREE

La dynamique du cours d'eau est relativement préservée. Malgré des restrictions/fixations de la bande active, la qualité physique des cours d'eau est globalement bonne : On recense :

- Des zones de tressage riches (régulation du transit sédimentaire impliquant une régénération fréquente et une diversification des milieux),
- Des zones humides prioritaires au SAGE à préserver.

Mais l'état écologique est localement altéré sur un nombre de secteurs importants (cf rapport de phase 2) par :

- Des restrictions/fixations de la bande active,
- Des ruptures de la continuité piscicole (problèmes de franchissabilité des seuils),
- Des affleurements rocheux,
- Une réduction/disparition de la ripisylve.

#### 2.2.1.4. UNE INTERACTION PEU PERENNE ENTRE ENJEUX SOCIO-ECONOMIQUES ET DYNAMIQUE LATERALE

La forte dynamique des cours d'eau et la présence de nombreux enjeux socio-économiques dans le lit ou sur les berges implique à la fois :

- des altérations du fonctionnement géomorphologique : les protections restreignent ou fixent la bande active, les gravières en bordure de cours d'eau constituent des risques de capture du transport solide, les ponts fixent la dynamique latérale, les singularités créent des atterrissements difficiles à mobiliser, etc.
- des risques (érosion et/ou inondation) importants et difficiles à gérer : coût de l'entretien des protections, forte sollicitation des ouvrages (sapement de pied dans le contexte incisé, mise en charge en crue, sollicitations accrues en cas de restriction de la bande active, etc.), perte de terrains en cas d'érosion de berges non protégées, renvoi des écoulements non compatible avec les enjeux, cycle de végétalisation / mobilisation des bancs impliquant une réduction à court terme de la capacité hydraulique, etc.

Ce contexte est d'autant plus défavorable qu'une part importante de la vulnérabilité est fortement liée à l'économie du territoire (activités agricoles stratégiques pour la commune ou pour l'exploitation, axes de communications impactés, etc.).



***Fig. 4. Perte de milieux alluviaux / banalisation des milieux dans l'endiguement d'Allex-Grâne – Erosion de berges d'une parcelle agricole***

### 2.2.2. Rappel du diagnostic sur la végétation

**En 2006**, le plan de gestion des boisements de la rivière Drôme et de ses affluents, réalisé par Géo+, notait :

« qu'il n'y a pas d'urgence en ce qui concerne l'entretien de la végétation des rives, tant les boisements en place ne présentent pas un état dégradé ou en cours de dégradation. Dans son ensemble, que ce soit en amont ou en aval des cours d'eau, la végétation des rives en place présente un état sanitaire satisfaisant. Cet état, et particulièrement la faible présence d'embâcles et de bois mort, est en grande partie dû aux nombreuses interventions réalisées sur la Drôme et ses affluents suite aux dégâts de la crue de 2003.

Les déséquilibres ou altérations remarqués, souvent ponctuels, sont essentiellement induits par les facteurs anthropiques et les déséquilibres morphodynamiques parfois liés. La pression anthropique (agriculture, route, urbanisation, aménagements de cours d'eau, etc.), fréquemment flagrante sur les secteurs moyens et aval, réduit notablement le corridor rivulaire dans sa largeur. Les phénomènes d'incision et d'érosion déconnectent ou déstabilisent les sujets de haut de berge, qui bien souvent périssent et chutent dans le cours d'eau. La végétation ainsi touchée ne joue plus ces rôles bénéfiques pour le cours d'eau (maintien physique des berges, épuration des polluants, cache biologique, etc.) et l'aspect paysager est fortement dégradé.

On remarque également, et plus particulièrement sur la région du Diois (partie amont du bassin versant), la présence d'une végétation rivulaire mâture présentant fréquemment de gros sujets (principalement des Peupliers blancs et noirs). La déprise agricole et le désintéressement des populations riveraines vis-à-vis des boisements de rive expliquent le développement de cette végétation sans entretien. La rivière Drôme, notamment sur son cours moyen, présente également de nombreux sujets de gros diamètre et une végétation peu variée dans ses essences. Le Peuplier est bien souvent la seule essence présente. »

**En 2011**, le SMRD entame un nouveau diagnostic de la végétation, sur lequel se base aujourd'hui ARTELIA pour proposer un nouveau plan de gestion.

Ce diagnostic fait ressortir une végétation en bon état sanitaire (pour plus de 80% des boisements), mais avec environ un quart des tronçons sur la Drôme pour laquelle la qualité de la ripisylve est jugées « mauvaise », alors que moins d'un quart est en « bonne » qualité (d'après la notion présentée en phase 2). Sur les affluents en revanche, près de la moitié des cours d'eau présentent une bonne qualité de la végétation, mais quelques tronçons « mauvais ».

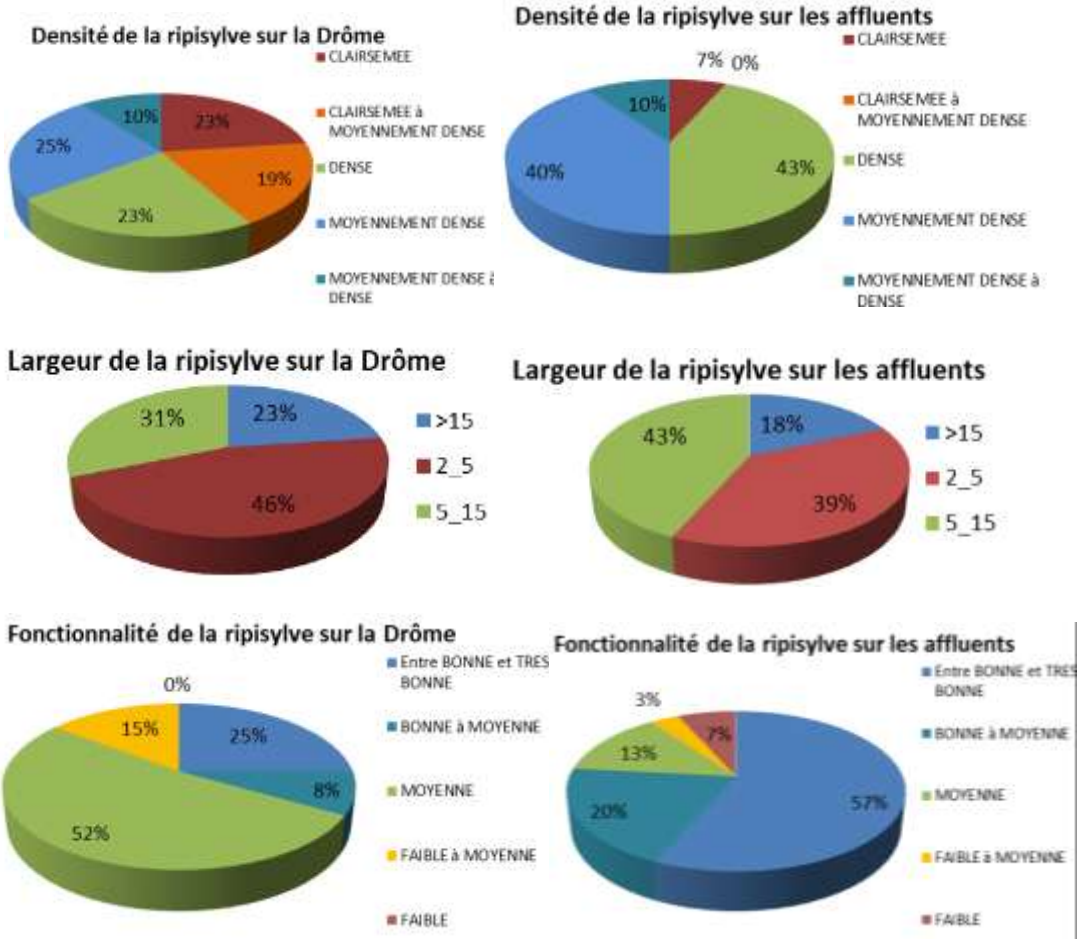
Le tableau ci-dessous présente les chiffre évoqués et les graphiques qui suivent détaillent les caractéristiques qui définissent la qualité de la ripisylve. On rappelle que la fonctionnalité de la ripisylve est fonction de la diversité de la végétation en termes d'âge, d'espèces et de strates.

La figue ci-dessous présente une synthèse de la qualité des tronçons diagnostiqués (note de qualité, cf rapport de Phase2).

**Tabl. 1 - Qualité de la ripisylve sur la Drôme et ses affluents**

| Cours d'eau | Nbr de tronçons | Nbr de tronçons de qualité MAUVAISE | | Nbr de tronçons de qualité BONNE | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Rive droite | Rive gauche | Rive droite | Rive gauche |
| Drôme | 24 | 7 | 6 | 4 | 6 |
| Affluents expertisés | 30 | 5 | 4 | 11 | 14 |

***Fig. 5. Qualité de la ripisylve sur la Drôme et ses affluents : densité, épaisseur (en m) et fonctionnalité***




La réduction, voire la disparition de la ripisylve, contrainte par l'occupation des sols apparait sur certains secteurs comme un élément très dommageable, tant au niveau environnemental (perte/diminution d'habitat, filtration…) que socio-économique (protection des berges, rôle de filtre pour les crues et les pollutions…).

Par ailleurs, dans le cadre de l'élaboration d'un plan de gestion, il est important de relever la présence d'embâcles, tant pour leur effet positif sur l'écosystème que pour le risque qu'ils peuvent représenter. Les embâcles de taille important ont été relevés par le SMRD, de même que la présence de bois mort sur le sol risquant d'être mobilisé. Globalement, peu des tronçons expertisés ont une forte présence de bois mort sur le sol (environ 12%) ; et sur 4% des tronçons de la Drôme, le bois mort présente un fort risque d'être mobilisé ; ce pourcentage monte à 10 sur les affluents.

Dans son diagnostic, le SMRD a également relevé les ouvrages, et notamment les ponts, vulnérables à la présence d'embâcles.

*Remarque : Les embâcles sont susceptibles de bouger au cours du temps et au gré des crues. Il sera donc nécessaire que le syndicat adapte le plan de gestion en fonction d'une éventuelle évolution de leur présence.*

D'autre part, des traces de la présence du castor le long de la Drôme et ses affluents a été relevée en divers endroits, comme dans la zone des Ramières, dont elle est devenue une emblème, mais également à l'aval de Crest, de Saillans ou Vercheny par exemple mais aussi sur le torrent de la Béous, l'aval du Boulc, etc.

*Remarque : Les zones où la présence de castor a été repérée sont susceptibles de varier au cours du temps. Il sera donc nécessaire que le syndicat adapte le plan de gestion en fonction d'une éventuelle évolution de leur présence.*

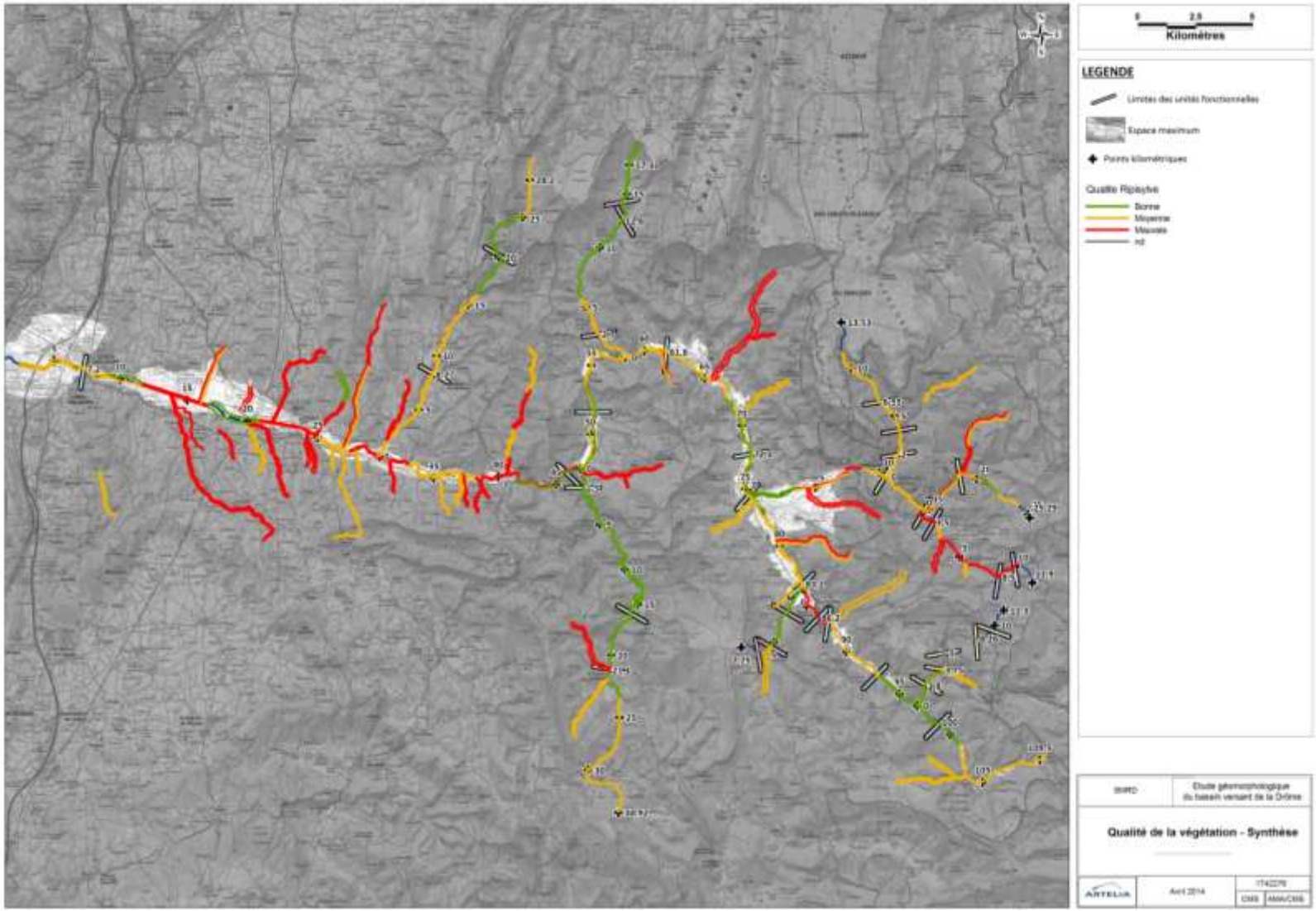
Enfin, il est important de noter la présence de plantes invasives le long de la Drôme et ses affluents. Il s'agit principalement de la Renouée du Japon (Reynoutria japonica Houtt., ou Fallopia japonica, la plus courante) et du Buddléia, communément appelé « Arbre à papillons » (Buddleja davidii Franchet).

Sur la Drôme, on relève la présence d'une invasive sur la quasi-totalité des tronçons ; dans l'écrasante majorité des cas, il s'agit de la renouée du Japon. Cette présence est relativement ponctuelle, ce qui rend son éradication envisageable, mais la prolifération continue rapidement.

On notera la présence du Robinier faux-acacia et de l'ambroisie sur le torrent de la Béous, de l'acacia, du buddléia et de la renouée sur la Gervanne, ainsi que de l'acacia sur la Roanne. Les autres affluents semblent exempts.

On peut rappeler que sur le bassin versant de la Drôme, on trouvera sur l'amont plutôt une population d'aulnes, frênes et noisetiers, et sur l'aval, plutôt de saules et de peupliers noirs.

***Fig. 6. Qualité de la végétation sur la Drôme et ses affluents - Synthèse***



## 2.3. SYNTHESE SUR LE BESOIN D'ACTION

### 2.3.1. Pourquoi intervenir sur la géomorphologie ?

Le diagnostic de phase 2 laisse transparaitre un fonctionnement géomorphologique de la Drôme globalement satisfaisant mais qui présente localement des situations qui ne sont ni pérennes pour la gestion des milieux, ni pérennes pour la gestion des risques.

Il est donc nécessaire d'une manière générale :

- de préserver ce fonctionnement là où il est bon,
- de restaurer ce fonctionnement là où des disfonctionnements sont observés,
- d'adapter ce fonctionnement là où fonctionnement géomorphologique, gestion des risques et état écologique ne sont actuellement pas compatibles de façon pérenne (problématique financement des protections). Dans ce contexte, la restauration d'un espace suffisant dédié à la dynamique de la rivière est un levier important.

### 2.3.2. Pourquoi intervenir sur la végétation ?

La **ripisylve** est considérée comme **fonctionnelle** si l'ensemble des strates végétales y est représentée (strate arborée, arbustive, végétale et muscinale) et si toutes les classes d'âge sont présentes dans la strate arborée. Son bon fonctionnement, et celui de la végétation des bancs, dépend de sa connexion avec le cours d'eau, notamment par les inondations régulières du boisement en période de crue ou l'engorgement régulier du sol par remontée de la nappe phréatique.

La végétation d'un banc a vocation à être remaniée au gré des crues ; on considère généralement un cycle d'une dizaine d'années. Ainsi, on peut avoir l'impression que le lit se végétalise, que la végétation est vieillissante lorsqu'aucune crue décennale au moins n'est survenue depuis un certain temps. Cependant, sur la Drôme en aval de la confluence avec la Béous par exemple, les bancs peuvent avoir tendance à se retrouver perchés du fait de la baisse d'apports et nécessitent une intervention.

Quant au peuplement forestier, sa dynamique naturelle conduit à une fermeture du milieu et un vieillissement des arbres. Cette sénescence les rend plus sensibles, créant à terme une chute d'arbre et donc une ouverture dans le peuplement. Cette ouverture est favorable à la régénération forestière ou/et à l'installation de nouvelles espèces. Toutefois, ce fonctionnement peut également avoir des conséquences néfastes pour le bon écoulement des eaux, la sécurité publique et la bonne tenue des berges, et ainsi être incompatible avec la présence humaine.

Sur une rivière comme la Drôme avec une forte dynamique naturelle, et disposant globalement d'un espace suffisant pour l'expression de cette dynamique, la ripisylve ne nécessite généralement aucun entretien particulier pour se maintenir ou se développer. La meilleure gestion peut alors consister en une non-intervention. Or, si très souvent la non-intervention favorise la biodiversité, l'évolution naturelle de la ripisylve est souvent incompatible avec les enjeux humains présents sur le secteur, en réduisant les capacités d'écoulement, accentuant le risque d'inondation ou d'embâcle gênant, mais aussi fermant l'accès aux usages (pêche, tourisme…) par exemple.

Il s'agit alors de trouver la meilleure cohabitation possible entre l'homme et son environnement.

Par ailleurs, les fonctionnalités biologiques peuvent également être dégradées, par la présence de maladies et d'invasives ou par un fonctionnement géomorphologique perturbé (banc perché, plus remobilisable,..) ou un impact humain fort (coupe –quasi- rase de la végétation, ouvrages de protection,..).

Ainsi, il peut être nécessaire d'intervenir sur la végétation lorsqu'elle n'assure plus ses fonctions ou ne répond plus aux objectifs qui lui sont assignés en cohérence avec la présence humaine, ou pour conserver un bon état tout en rendant sa présence compatible avec les enjeux humains.

# 3. COMMENT INTERVENIR ?

## 3.1. STRATEGIE GLOBALE DE MISE EN ŒUVRE

Le fonctionnement géomorphologique actuel des cours d'eau est globalement satisfaisant. Cependant, si les cours d'eau ont retrouvé un relatif équilibre, ils héritent de décennies de dégradation importante impliquant la persistance de points noirs. Ce diagnostic implique que les plans de gestion doivent permettre de :

- Maintenir / préserver ce qui fonctionne bien,
- Améliorer de façon ciblée les points de disfonctionnement.

D'autre part, l'interaction Dynamique des cours d'eau / Enjeux socio-économiques est très forte sur le bassin. Il y a donc lieu de :

- Préserver les enjeux de façon ciblée sans nuire au fonctionnement géomorphologique.

Enfin, la pérennisation de la gestion des cours d'eau passe par des plans de gestion financièrement compatibles avec les capacités de financement. Il est donc nécessaire de prévoir :

- Des plans opérationnels réalistes, tenant compte des capacités de financement à court terme et impliquant des investissements limités à long terme,
- Une priorisation des actions tenant compte des aspects gains sur les milieux, gains sur les risques et coûts.

Ces principes doivent être pris en compte pour définir comment répondre au mieux aux trajectoires et aux objectifs retenus.

## 3.2. FORME CONCRETE

L'étude géomorphologique du bassin versant de la Drôme se concrétisera en phase 4 par la réalisation de plans de gestion (programme d'actions) et d'un programme de suivi.

Le CCTP de l'étude proposait d'orienter les programmes d'action autour de 4 grands thèmes :

- Un plan de restauration de la continuité écologique et de gestion du transport solide,
- Un plan de préservation et de restauration des espaces de mobilité et des milieux annexes,
- Un plan de gestion de la ripisylve et du bois mort,
- Un programme de suivi et d'étude.

L'organisation et les intitulés retenus en concertation avec le Secrétariat Technique et le Comité de Pilotage sont les suivants :

- **Un plan de gestion et de restauration géomorphologique,**
- **Un plan de gestion de la végétation,**
- **Un programme de suivi.**

Les études à mener (programme d'études du CCTP) seront intégrées dans le plan de gestion et de restauration géomorphologique et dans le plan de gestion de la végétation.

Ces plans et programmes seront accompagnés du **tracé préalable d'un espace de mobilité** (cf. § 3.2.1).

La forme de ces plans et programmes est présentée dans les paragraphes suivants (§ 3.2.2 et § 3.2.3).

### 3.2.1. La définition d'un espace de mobilité

Le § 1.3 a présenté les avancées entre la phase 2 et la phase 3 en termes de définition de l'Espace de mobilité. Le Comité de Pilotage du 3 juillet 2014 a finalement acté de tracer :

- **Un espace de mobilité à long terme**. Objectif stratégique à long terme (15 - 20 ans). Cet espace correspondra à l'espace en deçà duquel le bon fonctionnement géomorphologique des cours d'eau n'est plus assuré mais inclura également les secteurs de l'enveloppe de mobilité physique sans enjeux actuellement ou amenés à le devenir (gravières une fois leur exploitation terminée) et qu'il convient de préserver. Il sera utilisé notamment pour construire l'espace de bon fonctionnement dans le cadre du SAGE. C'est dans cet espace que seront proposées des actions soit dans le cadre du plan de gestion de phase 4, soit à plus long terme si des discussions et/ou des études préalables plus poussées sont nécessaires pour statuer sur leur faisabilité (notamment en termes de compatibilité avec la gestion des risques inondations et en termes financier).
- **Un espace de mobilité à court terme.** Cet espace sera cohérent avec les actions proposées dans les plans de gestion de phase 4 : actions à réaliser et réalisables à court terme (5-10 ans). Il correspondra a minima à ce que l'on peut faire à court terme pour aller dans le sens de la restauration et de la préservation de l'espace de mobilité Long Terme, espace en deçà duquel le bon fonctionnement des cours d'eau n'est plus assuré. Cet espace sera plus étroit ou identique à l'espace de mobilité à long terme selon les secteurs.

Le tracé dans le cadre de l'étude ne sera pas fait à la parcelle, ce travail sera fait dans le cadre de la CLE. Le découpage à la parcelle sera fait lors de l'élaboration du programme de travaux si besoin et/ou lors de l'intégration dans les documents d'urbanisme.

Les paragraphes suivants détaillent ce qui est concrètement inclus ou non dans ces espaces.

#### 3.2.1.1. ESPACE DE MOBILITE A LONG TERME

Cet espace de mobilité constituera l'objectif stratégique à long terme. Il correspondra à l'espace permettant aux cours d'eau de bien fonctionner sur le plan géomorphologique. Comme nous l'avons expliqué au § 2.1.1, il n'y a pas vraiment encore à l'heure actuelle de définition de « bon fonctionnement géomorphologique » mais on sous-entend par-là que cet espace :

- Permette aux cours d'eau d'être alimentés en sédiments et d'assurer le transit de ces sédiments de l'amont vers l'aval (continuité sédimentaire). En cela, il doit inclure l'ensemble du lit actif et permettre les connections avec les sources de sédiments :
  - les bancs végétalisés,
  - les anciens lits actifs aujourd'hui partiellement ou totalement végétalisés,

  - les zones de carrières situées dans l'ancien lit actif, aujourd'hui en activité mais qui pourraient être réhabilitées à long terme (comblement puis reconnection),

- Permette aux cours d'eau de participer à la restauration, la préservation ou l'amélioration de leur état écologique. En cela, il doit inclure les espaces régénérés par la dynamique latérale : les forêts alluviales, source de bois mort, y compris lorsqu'elles sont actuellement déconnectées par des endiguements,

- Permette aux cours d'eau d'exprimer leur dynamique latérale de façon compatible avec une gestion à long terme des risques d'érosion. En cela, il doit inclure des secteurs qui permettront de modifier une configuration actuelle où la dynamique perturbée aggrave localement les risques d'érosion. Par exemple, l'entonnement d'Allex Grâne favorise les dépôts et augmente l'aléa érosion au droit de la voie ferrée rive droite. De même, l'endiguement d'Allex-Grâne restreint la bande active ce qui sur-sollicite les endiguements et augmente leur risque de rupture par sapement du pied.

Cet espace ne fera pas systématiquement l'objet d'actions inscrites dans le plan de gestion de la présente étude. Cependant :

- il fera l'objet de préconisations et de bonnes pratiques dans le cadre du plan de gestion.

- la CLE pourra y formuler des actions à plus long terme. Ce travail consistera essentiellement à mieux concilier gestion des risques et fonctionnement géomorphologique de la rivière dans un souci d'amélioration de la qualité des milieux et des services rendus par la rivière.

C'est cet espace qui servira à la CLE pour définir l'espace fonctionnel à inscrire au SAGE : L'espace de mobilité long terme sera inclus dans l'espace fonctionnel défini ultérieurement par la CLE du SAGE.

#### 3.2.1.2. ESPACE DE MOBILITE A COURT TERME

L'espace de mobilité à court terme sera identifié au sein de l'espace de mobilité à long terme. Il sera compatible avec l'objectif de bon fonctionnement géomorphologique. Cependant, il n'inclura que les secteurs où des actions sont envisageables à court terme dans le cadre du Plan de gestion et de restauration géomorphologique de la présente étude. Il inclura donc :

- Le lit actif actuel,

- Les forêts alluviales et bancs végétalisés non protégés par des digues,

- des enjeux dits « secondaires » dont l'érosion de berge améliorerait le fonctionnement géomorphologique local (par exemple une part de terrasse agricole protégée ou non, à proximité d'un secteur où le substratum est affleurant),

- des enjeux dits « secondaires » dont l'érosion de berge participerait à la gestion du risque érosion d'un enjeu majeur (par exemple, terrasse agricole rive gauche en amont du pont de Saillans : l'érodabilité de cette terrasse limite les risques d'érosion de la station d'épuration en rive droite),

Cet espace n'inclura pas les secteurs de l'espace de mobilité à long terme qui nécessitent des discussions et/ou des études préalables plus poussées avec les élus et/ou les riverains. Notamment afin de définir les actions à mener et leur faisabilité (compatibilité avec la gestion des risques inondations et budgets disponibles). Ainsi ne feront probablement pas partie de cet espace :

- Les forêts alluviales de l'espace à long terme situées derrière des endiguements dont le recul serait trop coûteux à court terme et impliquerait des modifications importantes sur l'inondabilité.

- les enjeux dits « secondaires » de l'espace à long terme nécessitant une démarche de maîtrise foncière préalable non encore réalisée.

Cet espace figurera sur la carte de localisation des actions du plan de gestion et de restauration géomorphologique. La Table SIG sera par ailleurs transmise au SMRD.

## 3.2.2. L'élaboration de plans de gestion

### 3.2.2.1. PLAN DE GESTION ET DE RESTAURATION GEOMORPHOLOGIQUE

Le plan de gestion et de restauration géomorphologique comprendra toutes les actions en lien avec le fonctionnement géomorphologique de la rivière et son interaction avec les enjeux socio-écologiques et biologiques. Il comprendra ainsi à la fois :

- des actions / préconisations sur les éléments du fonctionnement géomorphologique : sur les matériaux de l'espace de mobilité et plus particulièrement du lit actif (traitement des bancs, des atterrissements, entretien des pièges à graviers, actions de recharge sédimentaire du lit), sur les berges ;
- des actions / préconisations sur les ouvrages existants ou non dans le lit (seuils) et au niveau des berges (perrés en enrochements, digues, épis, etc.) ;
- des actions / préconisations sur les enjeux socio-économiques présents dans l'espace de mobilité ou en bordure immédiate (bâtis, ponts, axes de communication) dans un objectif de réduction des risques : opérations de maîtrise foncière (déplacement d'enjeux, conventionnements avec des propriétaires, etc.), mesures de protection règlementaire, etc.

Ce plan sera organisé en :

- **Un ensemble d'actions à mettre en place à court et à long terme.** Chaque action fera l'objet d'une **fiche action** (cf. annexe 1) indiquant :
  - Le titre de l'action ;
  - Une aide à la priorisation de l'action (cf. § 3.3.1) ;
  - La maitrise d'ouvrage potentielle ;
  - Les communes concernées ;
  - Les unités fonctionnelles concernées ;
  - Le cours d'eau concerné ;
  - Un encart cartographique de positionnement de l'action ;
  - Les objectifs de gestion en lien avec l'action ;
  - Un rappel du contexte et de la problématique (avec indication de la fiche diagnostic de phase 2 à consulter) ;
  - Un descriptif des actions préconisées avec, le cas échéant, la référence à une ou plusieurs fiches techniques. Ces fiches techniques auront vocation à clarifier les modes d'intervention standards pour des outils particuliers (par exemple, fiche technique sur l'arasement de banc) ;
  - Une description des études et analyses à réaliser au préalable ;
  - Le mode de suivi de l'efficacité de l'action (via des études ou des levés topographiques par exemple). Un renvoi pourra être fait vers le programme de suivi ;
  - Un calendrier prévisionnel de réalisation. Notons que ce calendrier sera essentiellement qualitatif avec des indications du type : dès que possible / à la suite de la prochaine crue ayant remanié le lit, etc.
  - Une estimation du coût de l'action. Cette estimation sera basée sur des ratio au mètre linéaire ou au $m^2$ sur la base de travaux similaires,
  - Un récapitulatif Avantages (gains escomptés qualitatifs) / Points de vigilance (contraintes, limites, etc.).

Une fiche action pourra inclure plusieurs actions élémentaires (appelés « outils » dans cette étude, cf. § 4.2.1), le but étant de regrouper des actions élémentaires indissociables sur un même secteur (par exemple : fiche « restauration de l'espace de mobilité sur l'UFy » pouvant inclure le renforcement de protections de berges sur une berge et la non intervention sur la berge opposée).

Notons que lorsqu'une action comprendra des interventions sur la végétation, elle sera incluse dans le plan de gestion et de restauration géomorphologique si elle a pour objectif de contrôler l'expression de la dynamique latérale. Par exemple l'entretien de la végétation d'un banc afin de faciliter sa mobilisation en crue. Des renvois pourront être faits vers le plan de gestion de la végétation, notamment pour les modalités d'intervention sur la ripisylve.

- **Des préconisations générales** à respecter dans le cadre de situations couramment observées dans le bassin (ex : dans le cas de la formation d'un atterrissement ou de la fixation d'un banc non compatibles avec la gestion des risques). Ces préconisations seront faites dans une **fiche action dédiée dont l'intitulé pourra être « Préconisations de gestion et d'intervention au sein de l'espace de mobilité ».** Elle ne sera ni chiffrée ni priorisée.

Les fiches actions seront complétées par :

- Une **cartographie** à une échelle adaptée indiquant où se situent les actions ;
- Un **tableau récapitulatif** des actions à mettre en place à court et long terme indiquant notamment les UF concernées, l'échéance, l'aide à la priorisation. Ce tableau pourra être utilisé par la CLE comme base de tableau de suivi de la mise en place effective des actions.

Ces éléments seront regroupés dans un même document intitulé « Plan de gestion et de restauration géomorphologique ».

La durée générale d'application de ce plan ne sera pas spécifiée car spécifique à chaque action. On peut cependant considérer que les actions définies seront à mettre en place dans un échéancier de 5 à 10 ans pour les actions court terme et 15-20 ans pour les actions long terme. Les préconisations générales auront vocation à être appliquées à court comme à long terme.

#### 3.2.2.2. PLAN DE GESTION DE LA VEGETATION

Le plan de gestion de la végétation sera relatif à la fois à la ripisylve (végétation des berges et en retrait), à la végétation du lit (bancs, forêt alluviale) et au bois mort.

Il sera composé :

- De **fiches techniques** décrites dans le § 4.3 ;
- D'un **tableau récapitulatif** indiquant par secteur le calendrier des actions et les coûts associés ;
- D'un **tableau récapitulatif** indiquant par année les actions à mener et les coûts associés.

Ces éléments seront regroupés dans un même document intitulé « Plan de gestion de la végétation ».

La durée générale d'application du calendrier des actions sera de 5 ans. Les fiches techniques déclineront en revanche des principes d'action à respecter à court comme à long terme.

### 3.2.3. La mise en place d'un programme de suivi

Le programme de suivi consistera en :

- Un suivi morphologique via un suivi topographique et orthophotographique (type de levé, secteurs de levés, fréquence des levés, mise à profit des levés) afin :
  - De poursuivre la connaissance des évolutions des cours d'eau (en plan et en altitude) ;
  - D'appuyer le suivi de l'efficacité des actions mises en place ;
- Un suivi écologique via des analyses et observations des cours d'eau (type d'indicateur, secteurs de prélèvements, méthodes d'analyse, mise à profit) afin :
  - De poursuivre la connaissance de l'évolution de l'état des cours d'eau ;
  - D'appuyer le suivi de l'efficacité des actions mises en place ;

Rappelons que les études à mener en préalable à chaque action ne feront pas partie de ce programme de suivi.

Comme nous l'avons déjà spécifié au § 3.2.2.1, le tableau récapitulatif des actions du plan de gestion et de restauration géomorphologique pourra être utilisé par la CLE comme base de tableau de suivi de la mise en place effective des actions.

## 3.3. PRIORISATION DES ACTIONS

### 3.3.1. Aide à la priorisation des actions du plan de gestion et de restauration géomorphologique

La réalisation effective des actions définies dans les plans de gestion dépendant fortement des financements disponibles et des maîtres d'ouvrage potentiels, il est proposé dans cette étude d'avoir une approche de priorisation qualitative en fonction des thèmes indiqués ci-après. Cette priorisation sera indiquée en haut à droite dans les fiches action du Plan de gestion et de restauration géomorphologique :

- Milieux (tant physiques que biologiques) :
  - importance des gains attendus sur l'état des milieux Le symbole retenu pour ce thème est ☺. Plus ce symbole est repris, plus les gains attendus sont importants.
  - importance du linéaire sur lequel cette amélioration est attendue. Le symbole retenu pour ce thème est ▬. Plus ce symbole est long, plus le linéaire est important. Notons qu'il ne s'agit pas du linéaire sur lequel l'action est à mettre en place mais du linéaire sur lequel l'action a un effet. Ainsi, une recharge de matelas alluviale peut concerner 50 m linéaires et permettre une amélioration sur 200 m. C'est cette dernière longueur qui sera prise en compte. Elle pourra d'ailleurs être précisée par exemple ainsi : ▬200m▬.
  - Une même action peut avoir un gain très fort mais sur un linéaire très limité.
- Risques (érosion et/ou inondation) :
  - Urgence du risque auquel l'action permet de répondre. Le symbole retenu pour ce thème est Ⓡ. Plus le risque est important et plus il est imminent (à la prochaine crue ou à long terme), plus ce symbole est repris.

- Importance du linéaire sur lequel l'action permet de réduire le risque. Le symbole retenu pour ce thème est ■. Le linéaire n'est pas toujours représentatif du type d'enjeu concerné par ce risque mais il permet d'avoir une vision comparable d'une fiche action à une autre

- Coûts :
  - Importance du coût de l'action sur la base de l'estimatif (cf. § 3.4). Le symbole retenu pour ce thème est **€.** Plus ce symbole est repris, plus le coût estimé est important. Une cohérence sera effectuée sur l'ensemble des actions du plan de gestion pour identifier des gammes de coûts pertinentes (par exemple : **€** pour les actions < 10 k€ ; **€ €** pour les actions 10 k€ << 50 k€ , etc.).

### 3.3.2. Priorisation des actions du plan de gestion végétation

La priorité d'intervention est déterminée en fonction de l'état de la ripisylve et du type d'entretien prévu. Ce type d'entretien prévu est lui, directement lié avec les objectifs et enjeux du tronçon sur lequel il est préconisé.

Ainsi, une **note de priorité d'intervention** sera déterminée comme la somme de la note « qualité de la ripisylve » et de la note « type d'intervention »:

Notes « qualité de la ripisylve » :

| | |
|---|---|
| MAUVAISE | 3-4 |
| MOYENNE | 5-6-7 |
| BONNE | 8-9 |

Cf rapport de phase 2 pour le calcul de cette note.
NB : dans les cours d'eau non expertisés par l'étude géomorphologique, la note de qualité de la ripisylve peut descendre jusqu'à 1 ou 2 pour 2 tronçons (où il n'y a pas de végétation ou si elle sa largeur est <2m.)

Notes « type d'intervention » :

| | |
|---|---|
| ENTRETIEN DE LA VEGETATION DES BERGES PROTEGEES | 1 |
| ENTRETIEN « APPUYE » DE LA VEGETATION | 2 |
| CREATION / ELARGISSEMENT DE LA RIPISYLVE | 2 |
| ENTRETIEN « CIBLE» DE LA VEGETATION | 3 |
| ENTRETIEN « ECOLOGIQUE » DE LA VEGETATION | 4 |
| NON-INTERVENTION | 5 |
| ENTRETIEN DE LA PASSE A POISSON | -1 (*) |
| *(*) : la présence d'une passe à poisson sur le tronçon fait remonter la note de priorité* | |
| *Les notes sont données au prorata du linéaire concerné sur le tronçon (sauf pour les passes à poisson)* | |

La priorité d'intervention sera caractérisée comme :

| **Priorité d'intervention** | **Note** *(=note qualité végétation + note type d'intervention)* |
|---|---|
| FORTE | <= 6 |
| MOYENNE | entre 7 et 10 inclus |
| PEU ELEVEE | >10 |

## 3.4. CHIFFRAGE DES ACTIONS ET ECHEANCIER

Le chiffrage des actions sera réalisé sur la base de ratio pour des travaux similaires. Le rapport de phase 2 indique certains de ces ratios qui seront repris.

Pour une même action, les coûts seront répartis selon l'échéancier d'intervention proposé dans la fiche action.

# 4. OUTILS ET MOYENS

## 4.1. MAITRE D'OUVRAGES ET FINANCEMENTS ENVISAGEABLES

### 4.1.1. Généralités

Afin de mener à bien les actions nécessaires pour la préservation ou la restauration d'un bon fonctionnement géomorphologique, il est important de clarifier les maîtres d'ouvrages et les financements potentiels.

D'une manière générale :

- Actions sur les ouvrages (protections de berges, seuils, digues, etc.) : à mener par les propriétaires des ouvrages après demande d'autorisation auprès de la Police de l'eau.
- Actions dans le lit :
  - les obligations de l'Etat en matière d'entretien du DPF (Domaine Public Fluvial : Drome de m'exutoire jusqu'à la confluence Drôme-Bez et Bez jusqu'à la confluence avec l'Archiane) se limitent à assurer le libre écoulement des eaux ; c'est à dire procéder à la dévégétalisation des bancs, voire leur scarification pour éviter leur fixation.
  - dès lors qu'il s'agit d'intervenir plus fondamentalement sur la morphologie du cours d'eau, cela ne relève plus du simple entretien du DPF : extractions ou déplacements d'une quantité importante de matériaux dans le cours d'eau (type remodelage de bancs). Si l'objectif est de lutter contre les risques inondation, l'opération appartient à celui qui a intérêt à la protection, conformément à la loi du 16 septembre 1807. Ainsi, concrètement pour un entretien du lit au niveau de Livron-Loriol, on pourrait logiquement penser que l'opération relèverait de la responsabilité des gestionnaires de digues. Le SMRD pourrait tout aussi bien intervenir en tant que porteur du SAGE et opérateur sur le cours d'eau. Ces interventions publiques doivent être entreprises sous régime DIG.

Les actions peuvent être regroupées dans un plan de gestion pluriannuel pour lequel une autorisation à long terme peut être demandée :

- Ce plan de gestion peut comporter peut tout à fait à comporter plusieurs types d'actions : Curage, mais aussi remodelage, démantèlement de protection générant une modification du profil en travers...
- Les actions de retalutage sont soumises à la Loi sur l'Eau. Elles trouvent aussi leur place dans un plan de gestion.
- Le fait de laisser des ouvrages se dégrader volontairement, ne répond pas à une rubrique loi sur l'eau. En revanche, cette "non action" doit faire partie d'un plan de gestion global, dans lequel

figurera sa justification et les impacts attendus en terme de bon fonctionnement et de risques (ou plutôt la démonstration de la non aggravation des risques).

### 4.1.2. Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse

« Selon les informations recueillies auprès de l'Agence de l'Eau RMC, dans le cadre son 10ème programme d'action 2013-2018 « Sauvons l'eau » des financements peuvent être attribués sous forme de subventions : :

- Jusqu'à 50 % pouvant être porté à 80% en fonction du niveau d'ambition et du niveau de priorité, jusqu'en 2016 pour la continuité écologique (études et travaux), taux d'aide dégressif à partir de 2016 ;
- Jusqu'à 50 % pour la restauration morphologique des milieux aquatiques (études, travaux et maîtrise foncière).

Avoir une stratégie à l'échelle du bassin versant sur le volet hydromorphologique est essentiel pour l'Agence de l'eau. Une programmation dans le temps, l'espace et en terme d'ambition est également importante.

Par ailleurs, l'Agence soutient l'entretien des cours d'eau et zones humides dans 4 situations, jusqu'à 30% :

- en accompagnement des opérations de restauration hydromorphologique, sur une durée limitée de 3 ans après réalisation des travaux,
- lors de la mise en place d'une gouvernance sur un territoire orphelin, où il n'existe pas de gestionnaire ayant la capacité de mettre en œuvre les actions du programme de mesures relatives à leur préservation ou à leur restauration, sur une durée limitée de 3 ans,
- lorsque l'entretien est réalisé par une équipe d'insertion dans le cadre de la politique de soutien à l'emploi (validée par l'Etat),
- dans le cadre des bonus contractuels, si aucune des trois conditions précédentes n'est remplie.

L'Agence de l'Eau n'a pas vocation à être maitre d'ouvrage d'opérations. Les opérations d'entretien courant ne sont pas éligibles.

### 4.1.3. Etat

Depuis le début du XIXème siècle (loi 1807) la protection contre l'action naturelle des cours d'eau, domaniaux ou non, est à la charge des riverains qui doivent prendre toutes les mesures utiles pour lutter contre les inondations.

A ce titre, sur son domaine, les obligations de l'Etat en matière d'entretien du domaine public fluvial consistent à assurer le libre écoulement des eaux. Les opérations consistent à traiter les atterrissements dans le lit mineur pour éviter (traitement de la végétation et remise en mouvement des matériaux). Il ne s'agit donc pas de maintenir le cours d'eau dans un profil invariable.

Les évolutions actuelles en terme de GEMAPI (gestion des milieux aquatiques et protection contre les inondations) ne sont pas de nature à changer la responsabilité des riverains ni de l'Etat en tant que propriétaire : tant que l'Etat en est propriétaire, il est en charge de l'entretien du DPF.

### 4.1.4. Collectivités territoriales

Les collectivités locales de différents niveaux peuvent être maitre d'ouvrage et/ou financeurs de certaines opérations. Leur niveau d'implication dans les différentes opérations dépendra de :

- leurs compétences statutaires,
- l'intérêt (politique / stratégique / opérationnel) quelles pensent retirer de l'opération,
- les moyens dont elles disposent. Malheureusement, les collectivités sont actuellement dans une période de restriction budgétaire forte, leur engagement financier ne sera possible que dans la mesure où les opérations sont jugées suffisamment urgentes et importantes.

Les structures suivantes peuvent ainsi être envisagées :

- Communes (terrains agricoles, chemins communaux…) ;
- Communautés de communes (zones d'activité) ;
- Conseil Régionaux (ponts et routes nationales) ;
- Conseils généraux (ponts et routes départementales) ;
- Syndicats communaux (par exemple syndicats de gestion des ordures ménagères pour le déplacement des décharges en lit actif, syndicats d'eau potable pour le déplacement des captages ou adaptation / protection des stations d'épuration).

### 4.1.5. SMRD

Le SMRD a vocation à financer des opérations sur les cours d'eau du bassin versant de la Drôme.

Le budget actuel du SMRD est de l'ordre de 100 à 200 000 €/an.

L'évolution du SMRD est incertaine du fait des évolutions en cours sur la gestion des risques inondations et la protection des milieux aquatiques (GEMAPI).

### 4.1.6. Structures privées ou riverains

Nous listons ci-dessous certaines structures privées pouvant participer au financement des actions :

- RFF pour la protection des ponts SNCF et voies ferrées.
- Propriétaires riverains des parcelles situées sur les berges (particuliers ou entreprises type société de concassage).

### 4.1.7. Chambre d'agriculture / SAFER

La chambre d'agriculture a vocation à accompagner la réflexion autour de toutes les opérations concernant le monde agricole. Elle peut être maître d'ouvrage de certaines études et accompagner les agriculteurs impactés par certaines opérations.

La SAFER intervient sur le foncier agricole, elle peut être mobilisée s'il est besoin de compenser la perte de terres de certains exploitants.

Les fédérations de pêche et les AAPPMA peuvent également apporter leur contribution lors de la définition précise d'actions dans le lit susceptibles d'impacter les milieux aquatiques.

# 4.2. OUTILS LIES A LA GEOMORPHOLOGIE

## 4.2.1. Liste des outils possibles

On appellera ici « outils » des actions élémentaires qui peuvent permettre de répondre à des problématiques couramment rencontrées sur les rivières à forte dynamique.

Ce terme a été choisi pour le distinguer des « actions » qui seront proposées dans les plans de gestion de la phase 4. Chaque action fera l'objet d'une Fiche action qui pourra faire appel à plusieurs outils (par exemple : fiche « restauration de l'espace de mobilité sur l'UFy » pouvant inclure le renforcement de protections de berges sur une berge et la non intervention sur la berge opposée).

### 4.2.1.1. DEMARCHE

Afin de recenser les outils possibles, la démarche a été la suivante :

- Appui sur les plans de gestion existants récents sur des morphologies similaires (ARTELIA : Ouvèze, Durance, Isère amont ou hors ARTELIA: Arve, Guiers, etc.) ;
- Appui sur les actions proposées dans les guides de l'ONEMA ;
- Appui sur les retours d'expérience récents ou plus anciens (recul de digues du projet Isère amont, recul de digues proposé / difficultés vis-à-vis des risques, Rhône, Rhin, Allier, Drac : travaux en cours de reconstitution de matelas alluvial, amélioration foncière intégrale en Suisse, etc.) et en particulier sur le bassin de la Drôme (tranchées dynamiques, entonnement d'Allex, retalutages / déboisements, possibilités d'entretien des protections de berges, curages ou non des pièges à graviers et impacts, etc.).

Certains outils ont un retour d'expérience important, d'autres sont au stade de projets pilote. Certains peuvent avoir été utilisés de façon importante par le passé et ne plus être une solution adoptée actuellement (notamment en lien avec l'efficacité que le retour d'expérience a pu mettre en évidence). Ils ont cependant été conservés dans la liste présentée ci-après.

Certains outils peuvent être très adaptés aux cours d'eau de la zone d'étude et d'autres moins. Cependant, nous nous sommes assurés que l'ensemble des outils proposés permettaient de répondre aux objectifs et aux problématiques du bassin versant de la Drôme (Adaptation).

### 4.2.1.2. PRESENTATIONS POSSIBLES

Les outils identifiés peuvent être regroupés selon différents types / points de vue :

- En fonction des objectifs communs auxquels les actions répondent (restauration de la mobilité, contrôle de l'abaissement du PL, etc.) ;
- Selon une gradation de préservation / restauration / gestion (niveau d'ambition) ;
- Selon une gradation : réduction / augmentation de la contrainte ou de l'impact sur le fonctionnement géomorphologique ;
- Etc.

### 4.2.1.3. TYPES D'OUTILS RETENUS

Les outils sont finalement présentés selon les groupes suivants :

- Outils modifiant l'aléa érosion et/ou l'aléa inondation mais pas la vulnérabilité :

  - Outils liés à la dynamique / aux contraintes LATERALE(s) du lit actif : digues, protections de berges, retalutage des berges, etc.
  - Outils liés à la dynamique / aux contraintes LONGITUDINALE(S) : seuils, curages, recharge artificielle, etc.
  - Outils liés à la dynamique en PLAN (modification du tracé et de la section hydraulique) : arasement de bancs, reconnexion d'un bras, etc.
- Outils visant à réduire le risque mais sans modifier l'aléa érosion et inondation : déplacement d'un enjeu, règles d'urbanisme, Plan Général de Sauvegarde, etc.
- Outils biodiversités et habitats : passe à poissons, fascines, diversification des faciès.
- Outils visant à améliorer la qualité de la ripisylve : entretien, ré-érosion, invasives.

Ces outils sont listés dans le tableau de la page suivante (chaque catégorie fait l'objet d'une couleur). Les objectifs de phase 2 auxquels ces outils permettent de répondre sont renseignés pour chaque outil.

| Id | *ACTIONS\OBJECTIFS* | Empêcher l'abaissement du PL | Favoriser la recharge du lit là où substratum est apparent | Maîtriser le risque inondation | Contenir l'exhaussement dans la limite d'un PL objectif | Permettre au cours d'eau d'exprimer sa dynamique latérale au sein de l'espace de mobilité | Favoriser la reprise des matériaux | Gérer le risque d'érosion | Gérer le risque de capture de gravière | Restaurer un corridor élargi de ripisylve (zone ciblée) | Restaurer la continuité piscicole | Préserver la continuité sédimentaire actuelle | Préserver les zones de régulation du TS | Préserver les espaces naturels remarquables |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***OUTILS LIES A LA DYNAMIQUE / AUX CONTRAINTES LATERALE(s) DU LIT ACTIF*** | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Mettre en place des protections de berges (épis, perrés, merlons rapprochés) | | | | | | | x | x | | | | | |
| 2 | Entretenir / Conforter des protections des berges existantes | | | | | | | x | x | | | | | |
| 3 | Laisser se dégrader une contrainte latérale | x | x | | | x | x | | | | | | | |
| 4 | Déboiser/retaluter certains secteurs de plaine alluviale | x | x | x | | x | x | | | | | x | | |
| 5 | Préserver l'emprise d'une zone de régulation du transport solide qui fonctionne bien (via l'espace de mobilité fonctionnel) | x | x | | | x | x | | | | | x | x | x |
| 6 | Supprimer une contrainte latérale / restaurer l'espace de mobilité (suppression d'un épi, suppression d'une protection en enrochements) | x | x | | | x | x | | | | | | x | x |
| 7 | Recul de digue (maximisation du lit majeur) / création de protections rapprochées | | | x | | x | | x | | x | | | | |
| 8 | Préserver une zone d'apports (glissement de terrain) | | | | | | | | | | | | | |
| ***OUTILS LIES A LA DYNAMIQUE / AUX CONTRAINTES LONGITUDINALE(S) DU LIT ACTIF*** | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | Mettre en place un seuil | x | x | | | | | | | | | | | |
| 10 | Entretenir / Conforter un seuil en place (y.c. inspection géotechnique) | x | x | | | | | | | | | | | |
| 11 | Recharge artificielle d'un lit incisé / Reconstitution d'un matelas alluvial (par déplacement d'un atterrissement, par utilisation de matériaux de curage, par utilisation de matériaux externes) | x | x | | | | | | | | | | | |
| 12 | Création d'une plage de dépôts en amont (pour contrôler les apports en évitant des risques en aval) | | | x | x | | | x | x | | | x | x | |
| 13 | Maitriser les opérations de curage d'urgence et d'extractions du lit actif (identifier les secteurs récurrents / pas de diminution du stock alluvial global) | x | | x | x | | | | | | | x | x | |
| 14 | Entretien des pièges à graviers existant | | | x | x | | | | | | | | | |
| 15 | Remobilisation du lit / curage "dynamique" | | | | | x | | | | | | x | | x |
| 16 | Arasement/dérasement/abandon de l'entretien d'un seuil (de grande hauteur, de petite hauteur) | | | | | | x | | | | x | x | | |
| ***OUTILS LIES A LA DYNAMIQUE EN PLAN (modification du tracé et de la section hydraulique)*** | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | Création d'un nouveau lit / élargissement du lit actif / augmentation de la section hydraulique d'un ouvrage | x | x | x | | | | | | | | | x | |
| 18 | Arasement / dérasement / essartement / suivi d'un atterrissement | | | x | | x | x | x | | | | x | | |
| 19 | Reconnexion d'une partie du lit majeur | | | | | x | x | x | | | | | x | x |
| 20 | Modification du tracé en plan (réhabilitation d'un méandre...) | x | x | | | x | x | | x | | x | | x | x |
| 21 | Aménagement d'une confluence aux forts apports solides (générant temporairement des inondations mais indispensable pour les apports au stock alluvial) | | | x | | | x | x | | | | x | x | |

| Id | *ACTIONS\OBJECTIFS* | Empêcher l'abaissement du PL | Favoriser la recharge du lit là où substratum est apparent | Maîtriser le risque inondation | Contenir l'exhaussement dans la limite d'un PL objectif | Permettre au cours d'eau d'exprimer sa dynamique latérale au sein de l'espace de mobilité | Favoriser la reprise des matériaux | Gérer le risque d'érosion | Gérer le risque de capture de gravière | Restaurer un corridor élargi de ripisylve (zone ciblée) | Restaurer la continuité piscicole | Préserver la continuité sédimentaire actuelle | Préserver les zones de régulation du TS | Préserver les espaces naturels remarquables |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***OUTILS VISANT A REDUIRE LE RISQUE MAIS SANS JOUER SUR L'ALEA EROSION ET INONDATION (réduction de la vulnérabilité)*** | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | Modification des documents d'urbanisme / Gestion du foncier au sein de l'espace de mobilité accepté (éviter tout nouvel aménagement anthropique dans l'EM) | | | x | | | | x | x | | | | | x |
| 23 | Déplacer/relocaliser un enjeu soumis à un risque | | | x | | | | x | x | | | | | x |
| 24 | Acquérir une parcelle agricole ou un bati à l'amiable | | | x | | | | x | | | | | | |
| 25 | Etablir des règles d'indemnisation pour les exploitations soumises à l'érosion (conventionnement sans déplacement de l'enjeu) | | | | | | | x | | | | | | |
| 26 | Mettre en place des plans de sauvegarde et des zones refuge | | | x | | | | x | | | | | | |
| 27 | Prévoir des alternatives en cas de coupure des réseaux ou axes de communication | | | x | | | | x | | | | | | |
| 28 | Informer les riverains / développer le SIG | | | x | | | | x | | | | | | |
| ***OUTILS BIODIVERSITE ET HABITATS*** | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | Réalisation d'un aménagement pour améliorer la franchissabilité piscicole (passe à poisson, rampe, rivière de contournement…) | | | | | | | | | | x | | | |
| 30 | Créer des aménagements favorables à la vie piscicole (fascine), au développement de frayères | | | | | | | | | | x | | | x |
| ***OUTILS VISANT A AMELIORER LA QUALITE DE LA VEGETATION (dont la ripisylve)*** | | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | Non-intervention | | | | | | | | | | | | | |
| 32 | Entretien "écologique" de la végétation (ripisylve fonctionnelle) | | | x | | | | x | x | x | | | | x |
| 33 | Entretien "ciblé" de la végétation | | | x | | | | x | x | | | | | x |
| 34 | Entretien "appuyé" de la végétation | | | x | | | | x | x | | | | | x |
| 35 | Entretien de la végétation des berges protégées | | | x | | | | x | x | | | | | x |
| 36 | Création / élargissement de la ripisylve | | | x | | | | x | x | x | | | | x |
| 37 | Gestion des invasives | | | | | | | | | x | | | | x |
| 38 | Génie végétal | | | x | | | | x | x | | | | | x |
| 39 | Gestion des invasives | | | | | | | | | x | | | | x |
| 40 | Entretien des passes à poissons (nettoyage des embâcles) | | | x | | | | | | | x | | | |
| 41 | Mise en place d'une zone de rétention des flottants (embâcles) | | | x | | | | | | | | | | |

### 4.2.2. Comment choisir le bon outil / la bonne action ?

Plusieurs outils peuvent répondre au même objectif. Selon le contexte (technique, financier, socio-économique, environnemental, réglementaire, etc.), l'un ou l'autre des outils sera plus adapté. Les paragraphes suivants donnent quelques pistes pour faire un choix adapté.

L'explication précise du choix de l'outil sera faite au cas par cas dans les fiches action produites en phase 4.

#### 4.2.2.1. DEMARCHE GENERALE

Le choix de l'outil, et plus généralement des actions, est guidé par :

- **Le diagnostic** : la compréhension des causes des disfonctionnements, l'anticipation de ce que pourra impacter tel ou tel choix ;
- **Les trajectoires et les objectifs** : qui orientent les problématiques principales auxquelles doivent répondre les actions.

Au vu de ces deux points, certaines actions se sont imposées techniquement dès la phase 2 (ex : déplacement des décharges, entretien de la ripisylve, maintien de seuils, etc.).

Cependant, en fin de phase 2, sur les secteurs suivants, il restait des interrogations quant à l'espace de mobilité et quant à la mise en œuvre de certains objectifs (choix de scénarios à faire en phase 3) :

- Digues de Livron-Loriol,
- Lac des Freydières / digues d'Allex-Grâne / entonnement,
- Plateforme de concassage à Vercheny,
- Digues à Pontaix,
- Digues de Recoubeau,
- Digues de Luc-en-Diois.

Des choix techniques se sont imposés sur certains de ces secteurs :

- Digues de Livron-Loriol : Choix lié aux études en cours (Etudes de danger, contournement RN7). Philosophie générale : Limiter la sollicitation des ouvrages de protection (techniques d'ingénierie douce pour orienter les écoulements, champs d'inondation contrôlés à étudier, etc.) et maintenir l'espace de mobilité actuel (sans le réduire ni l'élargir) pour préserver les franchissements stratégiques (A7, RN7, SNCF) ;
- Lac des Freydières : Philosophie générale : éviter la capture à court terme (en autorisant les déversements pour soulager la digue à conforter) et reconnecter à long terme (par comblement).

Sur les autres secteurs (qui représentent environ 20 % du linéaire de berges de la rivière Drôme), le choix est plus complexe. La démarche retenue est la suivante :

- Dans un premier temps, des éléments d'aide à la décision seront produits dans le cadre de l'étude géomorphologique :
  - Deux scénarios contrastés ont été analysés en phase 2 (cf. rapport de phase 2),
  - des éléments de réflexion généraux sont présentés ci-après. Il apparait que c'est la mise en œuvre de 2 objectifs en particulier qui est principalement en discussion :
    - Maîtriser le risque inondation
    - Gérer le risque érosion

    Avec un enjeu fort autour des protections qui pose la question de leur entretien et de leur financement, du fonctionnement des milieux, des enjeux à préserver.
  - 2 fiches action seront proposées sur chacun de ces secteurs pour expliciter les deux actions les plus adaptées,
  - L'ONEMA donnera également un avis.
- Dans un deuxième temps (voire en parallèle), des choix politiques seront réalisés à court terme dans le cadre de la CLE (fin 2014) :
  - Action retenue identifiée parmi les 2 fiches actions produites,
  - Validation du tracé de l'Espace de Mobilité Fonctionnel Accepté : passage en traits pleins là où subsisteront encore des tracés en pointillés en fin de phase 4.

#### 4.2.2.2. COMMENT CHOISIR (CAS COMPLEXES) ?

**A. Démarche préalable**

Deux scénarios pédagogiques contrastés ont été comparés dans le cadre de la phase 2 (cf. rapport de phase 2). Les avantages et inconvénients ont été analysés par rapport aux enjeux environnementaux et socio-économiques. Lorsque cela a été possible, une orientation vers un scénario préférentiel a été donnée.

Dans l'exemple ci-dessous concernant l'ancienne déchetterie de Vercheny (UF10), il avait été préconisé de se tourner vers le scénario 1.

**Scénario1** : permettre la mobilité latérale dans l'ensemble de la bande active, dans la limite des endiguements en rive droite.

**Scénario2** : conserver la configuration actuelle : ne rien faire.

Eléments de discussion :

| | | **Scénario1** | **Scénario2** |
|---|---|---|---|
| **Avantages** | Point de vue environnemental | Reconstitution d'habitats sains pour la faune et la flore | Conservation de l'attractivité actuelle (bonne) du milieu (la rivière sinue entre des bancs plus ou moins végétalisés) |
| | | Prévention des pollutions (substances polluantes probablement relâchées dans le cours d'eau) – Déchets transportés par le cours d'eau en cas d'érosion (*) | |
| | Point de vue socio-économique | Prévention des pollutions (substances polluantes probablement relâchées dans le cours d'eau) – Déchets transportés par le cours d'eau en cas d'érosion (*) | Protection de la digue de Vercheny – mais ouvrage peu sollicité |
| | | | Les déchets seraient rarement menacés d'être emportés par les crues d'où : pollutions rares (**à confirmer**) |
| **Inconvénients** | Point de vue environnemental | Travaux à prévoir pour l'enlèvement des déchets | Réduction de la BA du cours d'eau – vieillissement de la végétation du banc |
| | | | Le site se trouve dans une zone écologique remarquable (zone de tressage – ZH prioritaire au SAGE) |
| | | | Substances polluantes probablement relâchées dans le cours d'eau– Déchets transportés par le cours d'eau en cas d'érosion (*) |
| | Point de vue socio-économique | Nécessaire extraction déchets | Risque d'embâcle si érosion de matériaux grossiers |
| | | Trouver une solution de restockage/traitement des déchets | Solution non pérenne |
| | | Site de baignade très fréquenté ; aire d'embarcation de canoë (site non pérennisé : les matériaux du banc pourront être repris ; ils ne le seront pas forcement rapidement) | Pollution visuelle : déchets actuellement partiellement visibles + si mobilisation en crue |
| | | | Impact sur les activités dû à une pollution |

***Fig. 7. Scénarios pédagogiques proposés au niveau de l'ancienne déchetterie de Vercheny***

## B. Eléments techniques : questions à se poser :

Afin d'aider à la réflexion sur la mise en œuvre des objectifs Maîtriser le risque inondation et Gérer le risque érosion, il est important de se poser les questions suivantes :

- Quel rôle jouent les protections actuelles ?
  - Distinction digues / protections de berges (rôle vs inondation et/ou érosion)
  - Pour quelle fréquence y a-t-il débordement sans digue ?
  - Emprise de la zone inondée actuellement et sans digue ?

- Dans quel état sont les protections ?
  - Diagnostic géotechnique? Fréquence d'inondation impliquant une rupture de la digue?
  - A quelle échéance faut-il agir?
- Que protègent les protections ?
  - Terres agricoles : à forte valeur ajoutée ? Stratégique ? agriculture ou élevage ?
  - Bâti : dense ou isolé,
  - Axe de communication : principal ou secondaire ?

### C. Eléments règlementaires : obligations / droits

De même, il est important de prendre en compte l'aspect règlementaire des ouvrages :

- Les digues sont-elles classées ?
  - Le rapport de phase 2 fait le point sur les digues actuellement classées. Les seules digues actuellement classées sont les suivantes :
    - Livron (B sur amont – C sur l'aval)
    - Loriol (B sur l'ensemble)
  - En cas de classement, il y a :
    - obligation des gestionnaires d'assurer la protection des enjeux situés en retrait (par cet ouvrage ou un autre de substitution).
    - Obligation d'études
  - Le classement va très probablement continuer sur d'autres ouvrages.

D'une manière générale, même si les ouvrages de protections considérés (digues ou protections de berges) ne sont pas classés, il est indispensable de prendre en compte l'implication sur les risques (inondation et érosion) en cas d'actions envisagées sur ces ouvrages. Notamment le non-entretien d'une protection ou son démantèlement dans un but de restauration d'un espace de mobilité ne peut s'envisager que :

- Si le devenir des enjeux socio-économiques protégés par l'ouvrage est inclus dans le plan de gestion (maîtrise foncière pour réduire la vulnérabilité) ;
- Si le nouvel aléa (érosion et/ou inondation) en l'absence de l'ouvrage de protection est identifié et maîtrisé par le plan de gestion : cela signifie notamment que le plan de gestion prenne en compte l'évolution vers le nouvel aléa et propose des actions pour « figer » ce nouvel aléa (sans aller au-delà de l'espace de mobilité long terme).

Typiquement, dans le cas du démantèlement d'une protection de terrasse agricole, la rivière pourrait éroder plus facilement et donc également inonder cet enjeu : l'aléa serait alors plus fort. Pour ne pas augmenter les risques, le plan de gestion devra donc à la fois :

- envisager la maîtrise foncière de cette terrasse (acquisition, convention, etc. cf. § 4.4) dans la limite de l'espace de mobilité long terme que l'on se sera fixé.
- S'assurer que l'aléa ne sera pas modifié (accru) au-delà de l'espace de mobilité long terme. Cela peut notamment passer par la mise en place d'une nouvelle protection en limite de l'espace de mobilité long terme.

Ceci est a fortiori d'autant plus valable lorsqu'un risque est identifié dans un Plan de Prévention des Risques.

Ainsi, toute action sur les ouvrages de protection devra être envisagée avec la plus grande prudence et s'accompagner au préalable d'une analyse de l'impact sur les risques.

### D. Eléments financiers : coûts / budgets disponibles

a) Coûts des aménagements et des études

Les estimations de coûts des aménagements et des études préalables nécessaires sont à mettre en regard avec les gains attendus sur les milieux. Les estimations de coûts seront faites sur la base :

- Des études menées sur le bassin de la Drôme peuvent apporter des éléments (étude EGIS préalable au PAPI par exemple).
- Des projets en cours peuvent également donner des ordres de grandeur de coûts (Réhabilitation d'une protection en enrochements, coût d'entretien de la végétation)

Ces principaux éléments sont donnés dans le rapport de phase 2.

Les coûts estimatifs seront spécifiés dans les fiches action produites en phase 4.

b) Valeur des enjeux

La valeur des enjeux est également à prendre en compte dans une optique de gestion des risques. Deux cas peuvent se présenter :

- Les actions / aménagements envisagés pour préserver ou restaurer la géomorphologie impliquent une augmentation de l'aléa sur une zone à enjeux (par exemple un non entretien des protections impliquerait à long terme un aléa érosion plus important). Il y a alors lieu de se demander si cet enjeu peut être protégé à un coût plus faible que sa valeur :
  - Si c'est le cas, le maintien de l'enjeu (via une protection) est un choix politique.
  - Si le coût de protection de cet enjeu est supérieur à la valeur de l'enjeu et a fortiori supérieur aux aménagements pour préserver ou restaurer la géomorphologie, il est justifié de chercher à réduire le risque par la réduction de la vulnérabilité (déplacement de l'enjeu, acquisition, etc.)

Quelques éléments d'estimation de la valeur des enjeux sont présentés ci-dessous :

- Terres agricoles : S'il existe des méthodes d'évaluation des dommages en cas d'inondation, il existe peu de méthodes pour évaluer la valeur d'une exploitation dans le cas d'une érosion (perte totale de terrain). La SAFER peut cependant donner des éléments de chiffrage.
- Bâtis : Estimation par les Domaine.
- Axes de communication : coûts de construction (voiries, ponts)

## 4.3. OUTILS ET MOYENS POUR GERER LA VEGETATION ?

### 4.3.1. Généralités

L'entretien de la végétation des berges et du lit ne doit pas être systématique, mais adaptée au contexte du tronçon pour répondre aux objectifs qui ont été fixés en cohérence avec le diagnostic de l'état de la végétation, mais aussi le diagnostic du fonctionnement géomorphologique du cours d'eau, et les enjeux humains et écologiques en relation avec le tronçon (soit présents sur le tronçon, soient éventuellement situés plus en aval).

Sans cela, des interventions systématisées peuvent mener à une banalisation et à une uniformisation du milieu alluvial, diminuant ainsi ses fonctionnalités écologiques (habitats, caches, nourriture, ombrage, filtre...).

Il ne s'agit donc pas de systématiquement « faire propre », mais d'établir une gestion durable de la végétation qui garantisse son équilibre tout en permettant le développement harmonieux des usages de la rivière.

C'est-à-dire que, globalement, il s'agira de :

- Garantir la présence d'une végétation de berge sur une largeur importante (avec un optimum autour d'une trentaine de mètres) et dans la bande active
- diversifier / conserver une bonne diversité des strates de végétation (arborées, arbustives et herbacées), des essences au sein des différentes strates, et des âges au sien des essences qui composent la ripisylve, d'alterner les zones d'ombre et de la lumière, et de conserver la présence de bois mort dans la bande active,
- en même temps que, en fonction du contexte, assurer le bon écoulement des eaux en crue et en étiage, protéger/limiter l'érosion de berge, entretenir les accès, le paysages.

Des types d'intervention différents seront préconisés selon les secteurs, en fonction du diagnostic réalisé et des enjeux présents (cf Atlas en Phase 2).

Les différents types d'intervention (contexte, objectifs, mise en œuvre, …) sont détaillés dans des fiches techniques (cf. annexe 2), mais sont présentés succinctement dans le paragraphe ci-dessous.

### 4.3.2. Mesures d'invention préconisées

Les actions à mener seront globalement de type abattage, élagage, débroussaillage (recépage et furetage) et enlèvement de bois mort.

La manière de mener et choisir ces actions sera différente en fonction du type d'entretien préconisé, qui est détaillé dans les fiches techniques et qui pourra être :

1. NON-INTERVENTION

2. ENTRETIEN « ECOLOGIQUE » DE LA VEGETATION

3. ENTRETIEN « CIBLE» DE LA VEGETATION

4. ENTRETIEN « APPUYE » DE LA VEGETATION

5. ENTRETIEN DE LA VEGETATION DES BERGES PROTEGEES

6. CREATION / ELARGISSEMENT DE LA RIPISYLVE

7. GENIE VEGETAL

8. ENTRETIEN DES PASSES A POISSON

Nous donnons également des préconisations sur :

9. GESTION DES INVASIVES

10. PRINCIPES D'INTERVENTIONS PONCTUELLES

Et des fiches techniques sont également fournies sur les inventions suivantes :

11. ABATTAGE

12. ELAGAGE

13. TAILLE EN TETARD

14. DEBROUSSAILLAGE

15. BOUTURAGE

16. PLANTATION

17. DESSOUCHAGE

18. GESTION DES EMBACLES

Les Fiches Techniques sont rassemblées dans un cahier spécifique. Elles décrivent, pour chaque type d'entretien ou intervention spécifique :

- Le contexte, la problématique,
- Les objectifs recherchés,
- Les travaux envisagés,
- Les techniques utilisées (fait éventuellement référence à d'autres fiches techniques)

Par ailleurs, les fiches techniques indiquent une fréquence d'intervention et les avantages-gains/inconvénients-risques du type d'entretien préconisé. Les éléments de coût seront également indiqués dans cette fiche (remplissage en Phase 4).

**A NOTER** : Les interventions spécifiques sur les bancs de graviers, telles que l'arasement d'un banc, sa dévégétalisation, etc. sont intégrées plus spécifiquement au plan de gestion des espaces de mobilité et du transport solide, bien qu'elles aient clairement un lien avec le plan de gestion de la végétation.

### 4.3.3. Points particuliers dans les interventions à venir

#### 4.3.3.1. PRINCIPES D'INTERVENTIONS PONCTUELLES

La végétation des berges et de la bande active est un élément vivant, qui évolue naturellement dans le temps et au gré des crues, en particulier sur des cours d'eau à forte dynamique comme cela est le cas sur le bassin versant de la Drôme.

Compte tenu de cette évolution naturelle et du fait que les relevés terrains remontent à parfois plus d'une année, il apparait indispensable de pouvoir intervenir sur la végétation si nécessaire alors que cela n'est pas forcément initialement prévu.

Une fiche technique précise les principes de ces interventions ponctuelles. Elles seront prises en compte dans le chiffrage lors de la Phase 4.

#### 4.3.3.2. SURVEILLANCE SANITAIRE

*Source : ARTELIA et Dépérissement des aulnes glutineux dû à Phytophthora alni (2007)*

Il ne semble pas qu'il y ait sur le bassin trace de la présence de la maladie de l'aulne provoquant des dépérissements massifs, due au parasite Phytophthora alni. Les dégâts sont particulièrement importants sur les aulnes glutineux le long des cours d'eau où des taches de mortalité sont fréquemment observées en France sur différents bassins (dans le bassin Rhin-Meuse, près de 20% des arbres sont malades et 71% des rivières infestées).

Toutefois, il conviendra d'être vigilants sur le terrain, car les aulnes sont présents dans la ripisylve et participent à sa richesse écologique. Cette espèce pionnière joue en effet un rôle primordial notamment en termes de stabilisation des berges et d'épuration des eaux en plus des autre fonctions liés à la végétation de berges (ombrages, caches…).

La maladie s'exprime par l'apparition des symptômes suivants :

- feuilles anormalement petites, jaunissantes et moins nombreuses
- houppier clairsemé mais homogène
- tâches rouilles à noirâtres à la base du tronc, parfois accompagnées de coulures goudronneuses (exsudats),
- nécroses sous l'écorce au niveau de ces taches

Ainsi, les infections par Phythophtora alni se font à la fois par voie d'eau et par le sol. Il n'y a pas de déterminisme en termes de type de cours d'eau, d'âge et de place en berges pour les arbres. La contamination hydrique semble la plus importante. Les enquêtes réalisées jusqu'à présent montrent que les aulnaies en bordure des cours d'eaux calmes ou sur des portions calmes à l'amont d'ouvrages et/ou à inondations fréquentes sont les plus infectées.

La lutte contre les invasives est extrêmement difficile, mais, comme évoqué ci-dessus, compte tenu du niveau d'invasion encore plutôt faible. L'Objectif est ici de s'orienter vers une stratégie d'éradication de la renouée du Japon, et de limiter au maximum la prolifération des autres espèces.

#### 4.3.3.3. GESTION DES RENOUEES DU JAPON

La renouée du Japon est l'espèce invasive la plus présente sur le bassin, en particulier sur la Drôme où des plants ont été recensés sur 10 des 24 tronçons diagnostiqués. Cependant, d'après les données transmises par le SMRD, il semblerait qu'i s'agissent de foyers localisés. Si tel est bien le cas, cette infestation peut être éradiquée tant qu'il est encore temps.

Nous tenons toutefois à noter ici que la rareté des massifs recensés massifs fait se questionner sur la précision de l'inventaire.

En tout état de cause, s'il n'y a pas plus qu'environ 150 petites stations de renouées, l'objectif d'éradication s'avère tout à fait pertinent et souhaitable pour stopper la prolifération.

Cependant, aucun plan d'éradication ne peut être efficace s'il n'est pas soigneusement préparé et mis en œuvre ; il serait même plutôt propice à aggraver la situation. L'objectif d'éradication doit alors passer par l'élaboration d'un plan spécifique, réalisé par un bureau d'étude spécialiste du sujet.

Il s'agit en premier lieu de réaliser une étude AVP, de **faisabilité technique et financière** de l'éradication. Cette étude doit être menée par un BE spécialisée en la matière.

Elle se basera sur un **inventaire très précis** des foyers d'invasion.

Cet inventaire doit généralement être réalisé avec des **outils spécifiques** (GPS précis) pour disposer d'une grande précision et permettre une exploitation aisée et efficace par la suite. Il est alors plus opportun généralement de confier cette tâche au bureau d'étude en charge de l'étude technico-financière.

Toutefois, il apparait indispensable qu'une personne au moins du syndicat accompagne pleinement cette démarche, en allant concrètement sur le terrain avec le BE choisi pour réaliser l'arpentage systématique des cours d'eau (avec les outils adaptés dont le BE choisi doit disposer). La connaissance précise du terrain par le syndicat sera ensuite primordiale pour le bon déroulement de la démarche.

**L'exemple du Buëch** dans ce type de démarche est tout à fait intéressant et encourageant. Sur ce bassin versant, le syndicat de rivière (le SMIGIBA) a entrepris depuis 2010 une campagne d'éradication de la plante. Les massifs implantés sur le bassin ont été inventoriés très précisément pour mener à bien la campagne d'éradication et le suivi. L'éradication consiste à extraire les matériaux de chaque massif (tiges aériennes, rhizomes, et les graviers et terres végétales alentours) et de les apporter sur un site spécial où ils seront traités en toute sécurité. La plante a en effet une résistance impressionnante et certains BE ont mis un protocole spécifique pour optimiser son pourrissement et empêcher les repousses. Les résultats sont encourageants. Le suivi qui va maintenant être mené sera déterminant pour assurer l'efficacité de l'action.

Pour plus d'information, site du SMIGIBA : http://www.smigiba.fr/

### 4.3.4. Interventions à proscrire

Les fiches techniques sont parsemées de petites notes « Attention » sur les pratiques à éviter. Ainsi, il convient de :

- **Ne pas** effectuer de **coupes rases,**
- **Ne pas extraire** les matériaux de la rivière lorsque l'on procède à des interventions sur la végétation des bancs.
- Ne pas arracher les plants de **renouée du Japon** ; il faut être très soigneux pour ne pas aggraver la prolifération, car la plante se disperse très facilement : le moindre bout de rhizome, même d'un demi centimètre de long, donne lieu à un jeune plant.
- Ne pas enlever systématiquement le bois mort présent dans la bande active du cours d'eau ; il diversifie les habitats, est une zone de refuge, d'apport en matières organiques,…
- Ne pas enlever systématiquement tous les arbres dépérissant ou mort d'un secteur. Le **bois mort debout** constitue un habitat riche pour la faune, de même que le **bois mort tombé à terre**, qui participe également à la richesse du sol en se décomposant.
- Ne pas planter **d'essences** à enracinement superficiel, **mal adaptées** au maintien des berges (peuplier, résineux, végétaux d'ornement…).
- Ne pas élaguer systématiquement les branches basses en bord de berge. Les branches basses des arbustes augmentent la rugosité des berges, atténuant ainsi les phénomènes d'érosion en plus des zones de refuges pour les poissons, hors de portée des prédateurs, ou des zones d'alimentation pour l'avifaune.
- Ne pas utiliser de produits chimiques (sauf cas exceptionnel et ponctuel dans le cadre d'un programme de lutte contre les invasives par exemple).
- Eviter d'intervenir au printemps sur la végétation, car c'est la période de nidification de nombreux oiseaux.

- Ne pas détruire les huttes de castor. Cet animal et son habitat sont protégés (cf Arrêté du 23 avril 2007). Les mesures d'intervention préconisées sur la végétation sur en accord avec les besoins de cette espèce (maintien de boisements, rajeunissement dans certains secteurs..).

## 4.4. OUTILS ET MOYENS POUR LA MAITRISE FONCIERE

Maitriser le foncier dans l'emprise de l'espace de mobilité est essentiel afin de permettre une gestion globale cohérente à long terme.

Un premier stade pourra consister en le recensement et l'acquisition de l'espace public mais une surface importante est propriété privée. Aussi des modalités de maîtrise du foncier devront nécessairement être envisagées. Différentes voies sont possibles. Le choix sera fait au cas par cas entre la structure gestionnaire de l'espace de mobilité et le propriétaire du foncier.

Pour obtenir la maîtrise du foncier, plusieurs procédures sont envisageables :

- 1) Acquisition à l'amiable avec le propriétaire. Deux cas de figure peuvent se présenter :
    - Le propriétaire dispose d'un terrain de très faible valeur dont il ne peut jouir de réels bénéfices. C'est notamment le cas des zones humides ou forêts alluviales inexploitables situées en bord de cours d'eau. Le propriétaire peut alors céder par un acte volontaire et à titre gracieux son terrain figurant dans l'espace de mobilité ;
    - Le propriétaire ne souhaite pas s'en défaire à titre gracieux. La collectivité peut alors proposer l'acquisition à l'amiable. Les valeurs foncières en bord de cours d'eau sont généralement assez faibles.
- 2) Servitude conventionnelle avec le propriétaire. La convention constitue tout simplement l'instrument incontournable de toute démarche d'intervention foncière sans acquisition. Ses caractéristiques intrinsèques (liberté de contenu et souplesse d'utilisation) en font un avantage certain au choix de cette procédure. Elle peut également être complétée par des indemnités qui visent à dédommager le propriétaire de la perte de jouissance des terrains grevés par la servitude conventionnelle. Elle peut comprendre également le dédommagement de la perte d'exploitation des terrains, étant donné que le propriétaire est également exploitant.
- 3) Servitude d'utilité publique (Code de l'Environnement, art. L211-12).

La servitude d'utilité publique a été instaurée par la loi relative à la prévention des risques naturels et à la réparation des dommages en date du 30 juillet 2003 et comporte deux volets : inondation et mobilité. La servitude de mobilité du cours d'eau, qui serait la plus adaptée dans le cas présent, permet de «créer ou restaurer des zones de mobilité du lit mineur d'un cours d'eau en amont des zones urbanisées dans des zones dites "zones de mobilité d'un cours d'eau", afin de préserver ou de restaurer ses caractères hydrologiques et géomorphologiques essentiels ». Elle s'accompagne d'un protocole d'indemnisation pour les propriétaires/exploitants soumis à cette servitude. Pendant 10 ans, le propriétaire d'une parcelle de terrain grevée par une de ces servitudes peut en requérir l'acquisition partielle ou totale par la collectivité. Les zones soumises à ces servitudes sont délimitées par arrêté préfectoral. Celui-ci est pris après enquête publique menée conformément au code de l'expropriation pour cause d'utilité publique.

- La procédure de Déclaration d'Utilité Publique menant à l'expropriation des terrains n'est pas développée ici. En effet, celle-ci semble peu adaptée pour la gestion des cours d'eau car il est nécessaire d'associer les acteurs locaux à une meilleure gestion durable des milieux aquatiques et de la ressource en eau. L'acquisition et le conventionnement semblent alors être les solutions les plus adaptées.

Le calcul des coûts pourra être basé sur la valeur vénale des terrains. La valeur vénale est la valeur marchande du bien immobilier. Elle dépend du type d'occupation du sol.

Dans la Drôme (Vercors et Diois), la valeur vénale moyenne des terres agricoles a été fixée par l'Arrêté du 26 juillet 2013 portant fixation du barème indicatif de la valeur vénale moyenne des terres agricoles en 2012.

La valeur dominante est de 3 960 € / ha soit 0,396 € / m² (valeur minimale : 760 € / ha, valeur maximale : 10 000 € / ha).

Les hypothèses pour le calcul des coûts diffèrent selon une convention ou une acquisition. A titre d'exemple, dans le contrat de rivière du Vercors, les hypothèses suivantes ont été retenues :

- convention avec propriétaire : C= 0,5xV (valeur vénale) + 0,2xV (frais notariés) = 0,7xV soit 0,2 €/m2 arrondi à 0,40 €/m2 ;
- acquisition de la parcelle : C= 1,5xV (valeur négociée) + 0,8xV (indemnités accessoires) + 0,2xV (frais notariés) = 2,5xV, soit 0,99 €/m2 arrondi à 1,00 €/m2.

oOo

# ANNEXE 1 Fiche action type

| FICHE AXX : TITRE DE L'ACTION | | MILIEUX | Gain | ☻ ☻ ☻ ☻ |
|---|---|---|---|---|
| | | | Linéaire concerné | |
| MO POTENTIELLE | | RISQUES | Urgence | Ⓡ Ⓡ Ⓡ Ⓡ |
| | | | Linéaire concerné | |
| | | COUTS | | € € € € |

| COURS D'EAU | UF CONCERNEES | COMMUNES CONCERNEES |
|---|---|---|
| Coursd'eau à générer | UFy | A générer |

| OBJECTIFS DE GESTION DES UF CONCERNEES | |
|---|---|
| Objectifs | **CARTE** |

| CONTEXTE – PROBLEMATIQUE | FICHES DIAGNOSTIC GEOMORPHO A CONSULTER : SECTEUR DROME MEDIAN1 |
|---|---|

Contexte : Points principaux du diag qui expliquent le pourquoi de l'action

Eventuellement photos

historique de gestion (propositions faites dans une étude précédente type etude EGIS prealable au PAPI ?)

| ACTIONS PRECONISEES | FICHES TECHNIQUES A CONSULTER : XX |
|---|---|

**Objectifs recherchés** : Objectifs recherchés à travers l'action proposée

**Description des travaux :**

Cf fiche technique + compléments

Ou descriptif

## ÉTUDES ET ANALYSES A REALISER AU PREALABLE

Dont aspects réglementaires

## SUIVI DE L'EFFICACITE DE L'ACTION

- Les indicateurs et la méthodologie de suivi de l'efficacité des opérations.

## CALENDRIER PREVISIONNEL DE REALISATION

| Actions (par ordre chronologique) | Période des travaux | Durée des travaux | Période et Durée du Suivi | MO potentielle | Interaction avec d'autres actions |
|---|---|---|---|---|---|
| Sous-action 1 | Quand prévoir les travaux (échéancier : dès que possible ? après la prochaine crue ?) | | | | Lesquelles ? |
| Sous-action 2 | | | | | |
| Sous-action 3 | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

## ESTIMATION DU COUT DE L'ACTION

Coût des travaux + coût du suivi + cout des études

## AVANTAGES / POINTS DE VIGILANCE

| AVANTAGES | POINTS DE VIGILANCE |
|---|---|
| Gains escomptés (qualitatif) avantages | Inconvénients Contraintes… |

# ANNEXE 2 Fiches techniques ripisylve

# SOMMAIRE DES FICHES TECHNIQUES VEGETATION DES BERGES ET DE LA BANDE ACTIVE

1. NON-INTERVENTION 3
2. ENTRETIEN « ECOLOGIQUE » DE LA VEGETATION 5
3. ENTRETIEN « CIBLE» DE LA VEGETATION 7
4. ENTRETIEN « APPUYE » DE LA VEGETATION 11
5. ENTRETIEN DE LA VEGETATION DES BERGES PROTEGEES 15
6. CREATION / ELARGISSEMENT DE LA RIPISYLVE 17
7. GENIE VEGETAL 19
8. ENTRETIEN DES PASSES A POISSON 29
9. GESTION DES INVASIVES 31
10. PRINCIPES D'INTERVENTIONS PONCTUELLES 43
11. ABATTAGE 45
12. ELAGAGE 49
13. TAILLE EN TETARD 51
14. DEBROUSSAILLAGE 53
15. BOUTURAGE 57
16. PLANTATION 61
17. DESSOUCHAGE 67
18. GESTION DES EMBACLES 71

Les fiches techniques végétation seront par la suite **référencées Vx**, avec « x » le numéro de la fiche. Par exemple fiche V5 fera référence à « Entretien de la végétation des berges protégées ».

Les fiches techniques proposent des principes et des modalités d'intervention adaptés à chaque contexte et qui doivent, autant que faire se peut, être mis en œuvre. Chaque intervention sera menée après une réflexion spécifique : la/les fiche(s) technique(s) concernée(s) sur le site d'intervention sera/ont mise(s) en regard avec le diagnostic local et les objectifs de gestion, et guideront les choix des techniciens qui mettront en œuvre les actions. Aucune préconisation ne peut se substituer à l'expertise de terrain des équipes qui mettront en œuvre le plan de gestion ; il n'est possible de noter, tout au long du linéaire, la moindre intervention à mener (ex ; tel arbre à abattre, tel embâcle à déplacer, etc.) d'autant plus qu'à l'échelle d'un plan de gestion, les choses peuvent évoluer. Il s'agit donc bien de guider la réflexion liée à chaque intervention, d'orienter les choix d'actions vers ce qui semble le plus approprié compte tenu des trajectoires fixées à l'échelle du bassin. Cela met en exergue l'importance de la présence d'un « chef d'équipe rivière » qui s'approprie les principes et des modalités d'intervention et possède une vision d'ensemble du terrain lui permettant de faire les bons choix et d'assurer une cohérence d'ensemble (spatiale et temporelle) tout au long de la mise en œuvre du plan.

# NON-INTERVENTION

**FICHE TECHNIQUE V1**

## CONTEXTE – PROBLEMATIQUE

L'entretien de la végétation présente sur les berges « naturelles » (par opposition aux berges protégées par des ouvrages, qui font l'objet d'une fiche technique particulière) et dans la bande active (bois immergé et végétation des bancs de graviers), n'est pas une action systématique. Cet entretien est au contraire mis en œuvre, si besoin, pour atteindre les objectifs qui ont été fixés en cohérence avec le diagnostic de l'état de la végétation, mais aussi le diagnostic du fonctionnement géomorphologique du cours d'eau, et les enjeux humains et écologiques en relation avec le tronçon (soit présents sur le tronçon, soit éventuellement situés plus en aval).

Il s'agit de ne pas confondre l'entretien préconisé avec un « faire propre » qui uniformise le milieu et diminue ses fonctionnalités écologiques (habitats, caches, nourriture, ombrage, filtre...)

Sur une rivière comme la Drôme avec une forte dynamique naturelle, et disposant globalement d'un espace suffisant pour l'expression de cette dynamique, la ripisylve ne nécessite généralement aucun entretien particulier pour se maintenir, se développer, être remaniée... La meilleure gestion peut alors consister en une non-intervention. Or, si très souvent la non-intervention favorise la biodiversité, l'évolution naturelle de la ripisylve est souvent incompatible avec les enjeux humains présents sur le secteur. Il s'agit alors de trouver la meilleure cohabitation possible entre l'homme et son environnement.

La « non-intervention » sera généralement préconisée sur les secteurs où la ripisylve est plutôt en bon état et qui ne présentent pas d'enjeux humains ou biologiques particuliers.

PHOTO zone ripislarge/diva….

## OBJECTFIS RECHERCHES

Par la non-intervention, il s'agit de permettre au milieu, qui ne présente pas de dysfonctionnement particulier, d'évoluer suivant sa dynamique naturelle, laissant ainsi libre cours à l'expression de sa biodiversité tout en représentant une forme d'économie financière.

## TRAVAUX ENVISAGES

Aucun.

| TECHNIQUE | FICHES TECHNIQUES A CONSULTER |
|---|---|
| - | - |

## FREQUENCE D'INTERVENTION

-

## ESTIMATION DU COUT DE L'ACTION

0 €

| GAINS ESCOMPTES / AVANTAGES | INCONVENIENTS / RISQUES |
|---|---|
| Maximisation de l'expression de la biodiversité naturelle | Possible risque de fermeture du cours d'eau à échéance du plan de gestion si aucune crue d'importance n'a eu lieu pour rouvrir le cours d'eau. |

# ENTRETIEN « ECOLOGIQUE » DE LA VEGETATION

**FICHE TECHNIQUE V2**

## CONTEXTE – PROBLEMATIQUE

L'entretien de la végétation présente sur les berges « naturelles » (par opposition aux berges protégées par des ouvrages, qui font l'objet d'une fiche technique particulière) et dans la bande active (bois immergé et végétation des bancs de graviers) n'est pas une action systématique. Cet entretien est au contraire mis en œuvre, si besoin, pour atteindre les objectifs qui ont été fixés en cohérence avec le diagnostic de l'état de la végétation, mais aussi le diagnostic du fonctionnement géomorphologique du cours d'eau, et les enjeux humains et écologiques en relation avec le tronçon (soit présents sur le tronçon, soient éventuellement situés plus en aval).

Il s'agit de ne pas confondre l'entretien préconisé avec un « faire propre » qui uniformise le milieu et diminue ses fonctionnalités écologiques (habitats, caches, nourriture, ombrage, filtre...)

Sur une rivière comme la Drôme avec une forte dynamique naturelle, et disposant globalement d'un espace suffisant pour l'expression de cette dynamique, la ripisylve ne nécessite généralement aucun entretien particulier pour se maintenir ou se développer. La meilleure gestion peut alors consister en une non-intervention. Or, si très souvent la non-intervention favorise la biodiversité, l'évolution naturelle de la ripisylve est souvent incompatible avec les enjeux humains présents sur le secteur. Il s'agit alors de trouver la meilleure cohabitation possible entre l'homme et son environnement. C'est l'objet de la présente étude et des plans de gestion qui en découlent.

PHOTO zone ripislarge/diva….

Une intervention pourra donc être justifiée lorsque la rivière n'assure plus ses fonctions écologiques ou ne répond plus aux objectifs qui lui sont assignés en cohérence avec la présence humaine.

**L'entretien « écologique »** de la végétation des berges et de la bande active sera généralement préconisé sur les secteurs à enjeux ponctuels ou inexistants, lorsque la ripisylve est plutôt fonctionnelle mais nécessite un entretien du fait de la présence d'espèces indésirables en berge (peupliers de culture, résineux), d'un peuplement mono-spécifique, de zones d'accès ponctuelles, ou si le cours d'eau est complètement fermé par la végétation (tronçon étroit).

Par ailleurs, le cours d'eau peut être mal valorisé auprès du grand public par un mauvais entretien des accès ou une certaine vision du paysage… et certaines branches/arbres défaillant peuvent blesser les usagers du cours d'eau. Une attention ponctuelle y sera donnée.

## OBJECTFIS RECHERCHES

Une intervention sur la végétation est liée à la présence humaine, pour une bonne cohabitation homme/rivière. Les objectifs recherchés seront de rendre ou maintenir la végétation fonctionnelle tout en la rendant compatible avec les enjeux du secteur. Ainsi, on aura toujours, sauf cas spécifique, comme **objectif de maintenir une ripisylve diversifiée**, c'est-à-dire où les strates arborées, arbustives et herbacées sont représentées, où toutes les classes d'âges sont présentes dans la strate arborée, et où l'on observe une diversité d'essences.

Dans le cas d'un **entretien « écologique »**, il s'agira d'intervenir le moins possible, mais de manière ciblée afin de favoriser au maximum la biodiversité en améliorant le fonctionnement de la ripisylve ; on pourra également intervenir très ponctuellement au niveau d'une zone d'accès.

Il pourra ainsi s'agir d'éliminer progressivement la présence d'espèces indésirables en berges (résineux, peupliers de culture), de favoriser la diversification de la végétation ou, sur les petits cours d'eau qui seraient complètement envahis par la végétation, de ré-ouvrir le cours d'eau pour faire alterner les zones d'ombre et lumière, favorables à la faune aquatique.

On ne cherchera pas à intervenir dans la bande active, sauf intervention ponctuelle nécessaire (cf Fiche Technique correspondante).

## TRAVAUX ENVISAGES

- **Enlèvement d'embâcle « déchets »** : tout amoncellement de déchets sera retiré
- **Abattage sélectif** : intervention ciblée en cas de :
  - Présence d'espèces indésirables en berge (peupliers de culture, résineux) ; on favorisera les sujets autochtones spontanés. Lorsque c'est la forêt de versant qui descend jusque sur les berges, ce sont souvent des espèces forestières comme le chêne qui s'implantent. Dans ce cas, il est conseillé d'implanter des saules et aulnes / frênes (se reporter aux Fiches Techniques « Plantation » et « Bouturage ». On cherchera à prélever les boutures de saule à proximité du tronçon.
  - Peuplement uniforme (mono-spécifique ou uni-âge) ; on procèdera par petites trouées, pour favoriser l'implantation spontanée d'autres strates et espèces végétatives (il peut s'agir de débroussaillage si la végétation ne présente pas de strate arborée), et le développement de jeunes sujets pour maintenir une classe d'âges variée.
  - Tronçon étroit de cours d'eau complètement fermé par la végétation : on envisagera de petites trouées pour ré-ouvrir le cours d'eau et **éventuellement du débroussaillage** en fonction de la végétation présente.
  - Présence d'arbres dépérissant, penchés ou affouillés risquant de tomber dans une zone d'accès.

    **ATTENTION** à ne pas enlever systématiquement tous les arbres dépérissant d'un secteur ! Le bois mort debout constitue un habitat riche pour la faune, de même que le bois mort tombé à terre, qui participe également à la richesse du sol en se décomposant.

- **Bouturage** de saules, **plantation** d'aulnes et frênes dans le cas où la forêt de versant, constituée de résineux, descend jusqu'aux berges du cours d'eau.
- **Elagage sélectif** : intervention si présence de branches mortes et dangereuses sur une zone d'accès. On fera attention à la présence de branches hautes et mortes, qui ne sont pas toujours surveillées alors qu'elles peuvent blesser les usagers des cours d'eau. Les branches basses vivantes en bord de berge sont au contraire souvent élaguées, alors qu'elles ont un rôle essentiel pour le cours d'eau ; elles seront élaguées avec parcimonie, on cherchera à la préserver.
- Surveillance sanitaire

| TECHNIQUE | FICHES TECHNIQUES A CONSULTER |
|---|---|
| Pour les détails de choix de mise en œuvre, matériel à utiliser et période propice d'intervention, se reporter aux fiches techniques correspondantes à l'action (cf ci-contre).<br><br>**ATTENTION** : Eviter d'intervenir au printemps, période de nidification de nombreux oiseaux<br><br>Pour ce qui concerne les **petites trouées**, on peut préciser qu'il s'agira de veiller à :<br>- Maintenir entre deux trouées une ripisylve continue d'au moins deux fois la longueur de la trouée.<br>- En cas d'intervention sur les deux berges, éviter de positionner les trouées en vis à vis l'une de l'autre<br>- Conserver une alternance d'ombre et de lumière, souvent favorable à la diversité et la productivité de la faune aquatique.<br>- Privilégier une mise en lumière au niveau des rapides, des seuils (là où l'oxygénation de l'eau est importante) et un ombrage au niveau des zones calmes et des mouilles.<br>- Positionner les trouées en veillant à maintenir une DIVERSITE de la ripisylve (strate, espèces et classes d'âges), en étant particulièrement attentif à :<br>o conserver les arbres remarquables (le cas échéant, entretenir les têtards) ainsi que quelques bois morts sur pied et dans l'eau<br>o maintenir les arbustes penchés, les branches basses<br>o favoriser le développement de fourrés et de ronciers | V11 : Abattage<br>V12 : Elagage<br>V14 : Débroussaillage<br>V15 : Bouturage<br>V16 : Plantation<br>V17 : Dessouchage |

| ESTIMATION DU COUT DE L'ACTION |
|---|
| Phase 4 |

| GAINS ESCOMPTES / AVANTAGES | INCONVENIENTS / RISQUES |
|---|---|
| Privilégier l'expression de la biodiversité naturelle<br>Améliorer la qualité du milieu ; favoriser les essences autochtones, adaptées (préserver faune/flore), ré-ouvrir le cours d'eau, présence bois mort…<br>Assainissement du milieu (enlèvement d'éventuels déchets)<br>Valoriser la perception du cours d'eau / facilitation des accès | |

# ENTRETIEN « CIBLE» DE LA VEGETATION

**FICHE TECHNIQUE V3**

## CONTEXTE – PROBLEMATIQUE

L'entretien de la végétation présente sur les berges « naturelles » (par opposition aux berges protégées par des ouvrages, qui font l'objet d'une fiche technique particulière) et dans la bande active (bois immergé et végétation des bancs de graviers), n'est pas une action systématique. Cet entretien est au contraire mis en œuvre, si besoin, pour atteindre les objectifs qui ont été fixés en cohérence avec le diagnostic de l'état de la végétation, mais aussi le diagnostic du fonctionnement géomorphologique du cours d'eau, et les enjeux humains et écologiques en relation avec le tronçon (soit présents sur le tronçon, soient éventuellement situés plus en aval).

Il s'agit de ne pas confondre l'entretien préconisé avec un « faire propre » qui uniformise le milieu et diminue ses fonctionnalités écologiques (habitats, caches, nourriture, ombrage, filtre...)

Sur une rivière comme la Drôme avec une forte dynamique naturelle, et disposant globalement d'un espace suffisant pour l'expression de cette dynamique, la ripisylve ne nécessite généralement aucun entretien particulier pour se maintenir ou se développer. La meilleure gestion peut alors consister en une non-intervention. Or, si très souvent la non-intervention favorise la biodiversité, l'évolution naturelle de la ripisylve est souvent incompatible avec les enjeux humains présents sur le secteur. Il s'agit alors de trouver la meilleure cohabitation possible entre l'homme et son environnement. C'est l'objet de la présente étude et des plans de gestion qui en découlent.

Une intervention pourra donc être justifiée lorsque la rivière n'assure plus ses fonctions écologiques ou ne répond plus aux objectifs qui lui sont assignés en cohérence avec la présence humaine.

**L'entretien « ciblé »** de la végétation des berges et de la bande active sera généralement préconisé sur des secteurs à **enjeux ponctuels**. Sur le tronçon, l'intervention sur la végétation sera de type « écologique », c'est-à-dire que l'on cherche à intervenir le moins possible si la ripisylve est fonctionnelle, à la restaurer sinon, mais ponctuellement, en amont et au droits d'enjeux ponctuellement présents, tel qu'un pont, du bâti ou une terre agricole en limite d'espace de mobilité, l'intervention sera plus préventive contre les risques (érosion, inondation).

Par ailleurs, le cours d'eau peut être mal valorisé auprès du grand public par un mauvais entretien des accès ou une certaine vision du paysage… et certaines branches/arbres défaillant peuvent blesser les usagers du cours d'eau. Une attention ponctuelle y sera donnée.

PHOTO

## OBJECTFIS RECHERCHES

Une intervention sur la végétation est liée à la présence humaine, pour une bonne cohabitation homme/rivière. Les objectifs recherchés seront de rendre ou maintenir la végétation fonctionnelle tout en la rendant compatible avec les enjeux du secteur. Ainsi, on aura toujours, sauf cas spécifique, comme objectif de **maintenir une ripisylve diversifiée**, c'est-à-dire où les strates arborées, arbustives et herbacées sont représentées, où toutes les classes d'âges sont présentes dans la strate arborée, et où l'on observe une diversité d'essences.

Dans le cas **d'un entretien « ciblé »** de la végétation des berges et de la bande active, il s'agit de maintenir ou restaurer une une bonne fonctionnalité du milieu compatible avec les enjeux ponctuellement présents comme un axe de communication, du bâti isolé ou terre agricole, l'accès au cours d'eau, sa visibilité et la fonctionnalité et sécurité des zones fréquentées.

Il s'agit ainsi de **lier** complètement l'aspect « enjeux **humains** » et l'aspect « enjeux **biologiques** », en intégrant que la présence de bois mort n'est « pas sale » et que, autant d'un point de vue paysager que biologique, il est important de favoriser la présence d'une végétation diversifiée, tant en termes de type (arbustive, herbacée, arborée), d'espèces qui de classes d'âge. On cherchera donc à intervenir dans ce sens. Ainsi, il s'agira d'intervenir dans l'esprit d'une intervention « écologique », et d'intervenir ponctuellement et de manière ciblée en amont immédiat et au droit des enjeux présents sur le bois mort et les espèces arborées pouvant accentuer les phénomènes d'érosion et d'inondation.

Une **campagne de communication** ciblée pourra être nécessaire pour informer les riverains et usagers sur le rôle de la ripisylve, et les « bonnes pratiques » en lien avec la rivière. Le SMRD avait déjà réalisé une brochure de communication distribuée en 2008 aux riverains via les communes ; celle-ci pourrait être réactualisée avec les concepts présentés ici et redistribuée.

Par ailleurs, lors des interventions, on cherchera à favoriser les sujets remarquables (arbres remarques, espèce saules blancs, peupliers noirs,...).

## TRAVAUX ENVISAGES

- **Enlèvement d'embâcle « déchets »** : tout amoncellement de déchets sera retiré
- **Abattage et/ou élagage sélectif** : interventions en cas de :
- Présence d'espèces indésirables en berge (peupliers de culture, résineux) ; on favorisera les sujets autochtones spontanés. Lorsque c'est la forêt de versant qui descend jusque sur les berges, ce sont souvent des espèces forestières comme le chêne qui s'implantent. Dans ce cas, il est conseillé d'implanter des saules et aulnes / frênes (se reporter aux Fiches Techniques « Plantation » et « Bouturage ». On cherchera à prélever les boutures de saule à proximité du tronçon.
- Peuplement uniforme (mono-spécifique ou uni-âge) ; on procèdera par petites trouées, pour favoriser l'implantation spontanée d'autres strates et espèces végétatives (il peut s'agir de débroussaillage si la végétation ne présente pas de strate arborée), et le développement de jeunes sujets pour maintenir une classe d'âges variée.

- Tronçon étroit de cours d'eau complètement fermé par la végétation : on envisagera de petites trouées pour ré-ouvrir le cours d'eau et **éventuellement du débroussaillage** en fonction de la végétation présente.

- Présence d'arbres dépérissants, penchés ou affouillés risquant de tomber dans une zone fréquentée

  **ATTENTION** à ne pas enlever systématiquement tous les arbres dépérissant d'un secteur ! Le bois mort debout constitue un habitat riche pour la faune, de même que le bois mort tombé à terre, qui participe également à la richesse du sol en se décomposant.

- Recolonisation de la végétation sur un espace fréquenté ouvert : il s'agit d'agir par petites trouées pour maintenir une certaine ouverture et maintenir l'accès

- Présence de branches mortes et dangereuses. On fera attention à la présence de branches hautes et mortes, qui ne sont pas toujours surveillées alors qu'elles peuvent blesser les usagers des cours d'eau. Les branches basses vivantes sont au contraire souvent élaguées, alors qu'elles ont un rôle essentiel pour le cours d'eau ; elles seront élaguées avec parcimonie (chemin d'accès principalement).

  **ATTENTION** à maintenir la présence d'ombrage et de branches basses sur le cours d'eau. Les branches basses des arbustes augmentent la rugosité des berges, atténuant ainsi les phénomènes d'érosion en plus des zones de refuges pour les poissons, hors de portée des prédateurs, ou des zones d'alimentation pour l'avifaune.

- **Bouturage** de saules, **plantation** d'aulnes et frênes dans le cas où la forêt de versant, constituée de résineux, descend jusqu'aux berges du cours d'eau.

- **Enlèvement du bois mort** : le bois mort tombé à terre ne sera retiré que s'il est en quantité importante et gêne un accès particulier, risque d'être bloqué sur un ouvrage ou accentue les phénomènes d'érosion de berge. Dans ce cas, il pourra s'agir de le déplacer simplement.

**ATTENTION** à ne pas éliminer systématiquement le bois mort en berge ! Sur pied ou au sol, il est indispensable à la survie de communautés d'invertébrés spécialisés dans sa décomposition, sert d'abris, de nichoir. Il conviendra de bien évaluer le risque devant l'aspect écologique, notamment via la taille de l'embâcle et la présente d'autres.

- Surveillance sanitaire

**Interventions ponctuelles en amont /au droit d'enjeux** (ouvrage en travers ou enjeux en limite d'espace de mobilité) :

- **Abattage et/ou élagage sélectif** : interventions en cas de :

- Présence d'arbres morts, dépérissant, penchés ou affouillés risquant de déstabiliser la berge ou d'obstruer les écoulements et aggraver la vulnérabilité aux inondations

- Présence d'arbres morts, dépérissant, penchés ou affouillés risquant de tomber dans une zone fréquentée par des usagers

- Peuplement vieillissant : une population vieillissante représente plus de danger pour les enjeux en présence ; si tel est le cas, on cherchera donc à la rajeunir au droit des zones à enjeux ou juste en amont.

  **NB :** Si, pour des raisons de sécurité ou d'entretien, il est nécessaire d'intervenir préventivement sur un vieil arbre, la **taille en têtard** peut remplacer avantageusement un recépage. On permet ainsi le maintien d'une structure biologique et paysagère intéressante, tout en éliminant les risques et désagréments provoqués par l'état initial.
  Par ailleurs, les arbustes conduits en **cépée** constituent une protection efficace contre l'érosion des berges et des talus à forte pente. Le recépage redynamise en effet le système racinaire, augmentant ainsi l'ancrage dans la berge. A appliquer sur les essences aux bonnes capacités de rejet : aulne, saules, charme, noisetier… Le recépage s'effectue tous les 3 à 7 ans, de préférence entre février et mars de façon à maintenir un couvert le plus tard possible en hiver.

| TECHNIQUE | FICHES TECHNIQUES A CONSULTER |
|---|---|
| Pour les détails de choix de mise en œuvre, matériel à utiliser et période propice d'intervention, se reporter aux fiches techniques correspondantes à l'action (cf ci-contre).<br><br>**ATTENTION** : Eviter d'intervenir au printemps, période de nidification de nombreux oiseaux<br><br>Pour ce qui concerne les **petites trouées**, on peut préciser qu'il s'agira de veiller à :<br>- Maintenir entre deux trouées une ripisylve continue d'au moins deux fois la longueur de la trouée.<br>- En cas d'intervention sur les deux berges, éviter de positionner les trouées en vis à vis l'une de l'autre<br>- Conserver une alternance d'ombre et de lumière, souvent favorable à la diversité et la productivité de la faune aquatique.<br>- Privilégier une mise en lumière au niveau des rapides, des seuils (là où l'oxygénation de l'eau est importante) et un ombrage au niveau des zones calmes et des mouilles.<br>- Positionner les trouées en veillant à maintenir une DIVERSITE de la ripisylve (strate, espèces et classes d'âges), en étant particulièrement attentif à :<br>o conserver les arbres remarquables (le cas échéant, entretenir les têtards) ainsi que quelques bois morts sur pied et dans l'eau<br>o maintenir les arbustes penchés, les branches basses | V11 : Abattage<br>V12 : Elagage<br>V13 : Taille en têtard<br>V14 : Débroussaillage<br>V15 : Bouturage<br>V16 : Plantation<br>V17 : Dessouchage<br>V18 : Gestion des embâcles<br>V10 : Principes d'interventions ponctuelles |

| | |
|---|---|
| ○ favoriser le développement de fourrés et de ronciers | |

| **ESTIMATION DU COUT DE L'ACTION** |
|---|
| Phase 4 |

| **GAINS ESCOMPTES / AVANTAGES** | **INCONVENIENTS / RISQUES** |
|---|---|
| Maintenir/améliorer la fonctionnalité de la végétation (diversité d'espèces, strates, âge)<br>Préserver faune/flore adaptée (abattage sélectif espèces inadaptées en berges)<br>Optimiser la présence de bois mort<br>Valoriser la perception du cours d'eau / facilitation des accès<br>Assurer la sécurité publique<br>Assurer la sécurité des usagers<br>Assainissement du milieu (enlèvement d'éventuels déchets) | Interventions non forcément nécessaires si pas d'enjeux.. si l'entretien reste très ciblé comme préconisé, peu d'impact sur les milieux ; possible diminution légère des habitats |

# ENTRETIEN « APPUYE » DE LA VEGETATION

**FICHE TECHNIQUE R4**

## CONTEXTE – PROBLEMATIQUE

L'entretien de la végétation présente sur les berges « naturelles » (par opposition aux berges protégées par des ouvrages, qui font l'objet d'une fiche technique particulière) et dans la bande active (bois immergé et végétation des bancs de graviers), n'est pas une action systématique. Cet entretien est au contraire mis en œuvre, si besoin, pour atteindre les objectifs qui ont été fixés en cohérence avec le diagnostic de l'état de la végétation, mais aussi le diagnostic du fonctionnement géomorphologique du cours d'eau, et les enjeux humains et écologiques en relation avec le tronçon (soit présents sur le tronçon, soient éventuellement situés plus en aval).

Il s'agit de ne pas confondre l'entretien préconisé avec un « faire propre » qui uniformise le milieu et diminue ses fonctionnalités écologiques (habitats, caches, nourriture, ombrage, filtre...)

Sur une rivière comme la Drôme avec une forte dynamique naturelle, et disposant globalement d'un espace suffisant pour l'expression de cette dynamique, la ripisylve ne nécessite généralement aucun entretien particulier pour se maintenir ou se développer. La meilleure gestion peut alors consister en une non-intervention. Or, si très souvent la non-intervention favorise la biodiversité, l'évolution naturelle de la ripisylve est souvent incompatible avec les enjeux humains présents sur le secteur. Il s'agit alors de trouver la meilleure cohabitation possible entre l'homme et son environnement. C'est l'objet de la présente étude et des plans de gestion qui en découlent.

Une intervention pourra donc être justifiée lorsque la rivière n'assure plus ses fonctions écologiques ou ne répond plus aux objectifs qui lui sont assignés en cohérence avec la présence humaine.

**L'entretien « appuyé »** de la végétation des berges et de la bande active sera généralement préconisé sur des secteurs où la ripisylve est fortement dégradée et/ou sur des secteurs à forts enjeux humains où la végétation représente un intérêt paysager, biologique à mettre en valeur mais peut aussi présenter des risques pour les enjeux présents, notamment par l'accumulation de bois mort ou l'accentuation des phénomènes d'érosion.

## OBJECTFIS RECHERCHES

Une intervention sur la végétation est liée à la présence humaine, pour une bonne cohabitation homme/rivière. Les objectifs recherchés seront de rendre ou maintenir la végétation fonctionnelle tout en la rendant compatible avec les enjeux du secteur. Ainsi, on aura toujours, sauf cas spécifique, comme objectif de **maintenir une ripisylve diversifiée**, c'est-à-dire où les strates arborées, arbustives et herbacées sont représentées, où toutes les classes d'âges sont présentes dans la strate arborée, et où l'on observe une diversité d'essences.

Dans le cas **d'un entretien « appuyé »** de la végétation des berges et de la bande active, il s'agit de porter une attention particulière à l'amélioration des fonctionnalités d'une ripisylve souvent détérioré, souvent urbanisée, et aux aspects hydrauliques (d'un point de vue sécurité) et paysagers.

Il s'agit de **lier** au maximum les aspects « hydraulique », « paysager » et « biologique », en cherchant à :

- favoriser la présence d'une végétation diversifiée, tant en termes de type (arbustive, herbacée, arborée), d'espèces qui de classes d'âge,
- prévenir/stopper l'érosion de berge en limite d'espace de mobilité,
- limiter, mais pas de manière drastique, la présence de bois mort,

  On peut noter ici que la présence de bois mort sur des rivières comme la Drôme, qui charrient, est d'un réel intérêt pour la faune dans un tel contexte minéral.

  On notera aussi que les embâcles qui posent problème vis-à-vis de la sécurité publique sont générés par les boisements de berges inadaptés dans la plaine attenante (plantation de peupliers) et la végétation des digues, plutôt que celle des bancs de galets.
- conserver une capacité hydraulique suffisante,
- éliminer progressivement la présence d'espèces indésirables en berges (résineux, peupliers de culture),
- porter une attention particulière sur l'accès au cours d'eau, sa visibilité, et la fonctionnalité des zones de loisirs (baignade, canoë, pêche), tout en assurant la sécurité dans les zones fréquentées (prévention de chute d'arbres, branches mortes par exemple).

A noter que lors des interventions, on cherchera à favoriser les sujets remarquables (arbres remarques, espèce saules blancs, peupliers noirs,...).

## TRAVAUX ENVISAGES

- **Abattage et/ou élagage sélectif** : interventions en cas de :
  - Présence d'arbres morts, dépérissants, penchés ou affouillés risquant de déstabiliser une berge en limite d'espace de mobiité
  - Présence d'arbres morts, dépérissants, penchés ou affouillés risquant d'obstruer les écoulements et aggraver la vulnérabilité aux inondations
  - Présence d'arbres morts, dépérissants, penchés ou affouillés risquant de tomber dans une zone fréquentée par des usagers

    **ATTENTION** à ne pas enlever systématiquement tous les arbres dépérissant d'un secteur ! Le bois mort debout constitue un habitat riche

pour la faune, de même que le bois mort tombé à terre, qui participe également à la richesse du sol en se décomposant. Il conviendra de bien évaluer le risque devant l'aspect écologique, notamment via la taille de l'embâcle et la présente d'autres.

- Peuplement vieillissant : une population vieillissante représente plus de danger pour les enjeux en présence ; si tel est le cas, on cherchera donc à la rajeunir au droit des zones à enjeux ou juste en amont.

  **NB :** Si, pour des raisons de sécurité ou d'entretien, il est nécessaire d'intervenir préventivement sur un vieil arbre, la **taille en têtard** peut remplacer avantageusement un recépage. On permet ainsi le maintien d'une structure biologique et paysagère intéressante, tout en éliminant les risques et désagréments provoqués par l'état initial.
  Par ailleurs, les arbustes conduits en **cépée** constituent une protection efficace contre l'érosion des berges et des talus à forte pente. Le recépage redynamise en effet le système racinaire, augmentant ainsi l'ancrage dans la berge. A appliquer sur les essences aux bonnes capacités de rejet : aulne, saules, charme, noisetier… Le recépage s'effectue tous les 3 à 7 ans, de préférence entre février et mars de façon à maintenir un couvert le plus tard possible en hiver.

- Recolonisation de la végétation sur un espace fréquenté ouvert : il s'agit d'agir par petites trouées pour maintenir une certaine ouverture et maintenir l'accès

- Présence d'espèces indésirables en berge (peupliers de culture, résineux) ; on favorisera les sujets autochtones spontanés

- Présence de branches mortes et dangereuses. On fera attention à la présence de branches hautes et mortes, qui ne sont pas toujours surveillées alors qu'elles peuvent blesser les usagers des cours d'eau. Les branches basses vivantes sont au contraire souvent élaguées, alors qu'elles ont un rôle essentiel pour le cours d'eau ; elles seront élaguées avec parcimonie (chemin d'accès principalement).

- Peuplement uniforme, ie uni-strate ou uni-âge ; il s'agira d'effectuer de petites trouées pour favoriser l'implantation d'autres strates et espèces végétative, et le développement de jeunes sujets pour maintenir une classe d'âges variée.

- Tronçon étroit de cours d'eau complètement fermé par la végétation : on envisagera de petites trouées pour ré-ouvrir le cours d'eau et **éventuellement du débroussaillage** en fonction de la végétation présente

  **ATTENTION** à maintenir la présence d'ombrage et de branches basses sur le cours d'eau. *Les branches basses* des arbustes augmentent la rugosité des berges, atténuant ainsi les phénomènes d'érosion. Elles offrent également des zones de refuges pour les poissons, hors de portée des prédateurs, ou des zones d'alimentation pour l'avifaune.

- **Débroussaillage de la végétation des berges** : si nécessaire, pour maintenir un accès et/ou un espace fréquenté ouvert

- **Débroussaillage de la végétation de la bande active** : généralement, la bande active est suffisamment large sur le bassin pour que les espèces buissonnantes et/ou arbustives n'entravent pas le bon écoulement des eaux et ne posent pas de problème particulier. Il s'agira alors de tendre à leur conservation en n'intervenant pas. Toutefois, notamment dans un contexte urbanisé étroit et si aucune crue morphogène n'a eu lieu depuis un certain temps, il pourra s'agir d'intervenir afin d'assurer que le ralentissement des eaux induit par ces strates ne favorise pas les inondations en cas de crue et n'accentue pas les phénomènes d'érosion.

  ⇨ Se reporter à la fiche technique Intervention sur un atterrissent.

- **Enlèvement d'embâcle « déchets »** : tout amoncellement de déchets sera retiré

- **Enlèvement du bois mort** : sur berge comme dans la bande active, l'intervention sera plus appuyée que pour un entretien « léger » ou « paysager » ; on évacuera le bois risquant d'être importé en cas de crue, notamment en amont d'un ouvrage sensible.

**ATTENTION** à ne pas enlever systématiquement tous les arbres dépérissant d'un secteur ! Le bois mort debout constitue un habitat riche pour la faune, de même que le bois mort tombé à terre, qui participe également à la richesse du sol en se décomposant. Il conviendra de bien évaluer le risque devant l'aspect écologique, notamment via la taille de l'embâcle et la présente d'autres. Un seul embâcle sur un tronçon ne sera pas retiré, sauf s'il est énorme et limite la capacité d'écoulement dans une zone à enjeux, où s'il accentue les phénomènes d'érosion au droit d'une berge en limite d'espace de mobilité.

- Surveillance sanitaire

- Lors du passage sur les tronçons concernés, il pourra être utile **d'intervenir ponctuellement** en cas d'aggravation du risque inondation au droit des enjeux présents (on n'interviendra pas s'il n'y a pas d'enjeux) ou d'érosion de berge en limite d'espace de mobilité non identifiés lors du diagnostic (cf Fiche Technique Principes d'interventions ponctuelles).

| TECHNIQUE | FICHES TECHNIQUES A CONSULTER |
|---|---|
| Pour les détails de choix de mise en œuvre, matériel à utiliser et période propice d'intervention, se reporter aux fiches techniques correspondantes à l'action (cf ci-contre).<br><br>**ATTENTION** : Eviter d'intervenir au printemps, période de nidification de nombreux oiseaux<br><br>Pour ce qui concerne les **petites trouées**, on peut préciser qu'il s'agira de veiller à :<br>- Maintenir entre deux trouées une ripisylve continue d'au moins deux fois la longueur de la trouée.<br>- En cas d'intervention sur les deux berges, éviter de positionner les trouées en vis à vis l'une de l'autre<br>- Conserver une alternance d'ombre et de lumière, souvent favorable à la diversité et la productivité de la faune aquatique. | V11 : Abattage<br>V12 : Elagage<br>V13 : Taille en têtard<br>V14 : Débroussaillage<br>V17 : Dessouchage<br>V18 : Gestion des embâcles<br>V10 : Principes d'interventions |

| | |
|---|---|
| - Privilégier une mise en lumière au niveau des rapides, des seuils (là où l'oxygénation de l'eau est importante) et un ombrage au niveau des zones calmes et des mouilles.<br><br>- Positionner les trouées en veillant à maintenir une DIVERSITE de la ripisylve (strate, espèces et classes d'âges), en étant particulièrement attentif à :<br>o conserver les arbres remarquables (le cas échéant, entretenir les têtards) ainsi que quelques bois morts sur pied et dans l'eau<br>o maintenir les arbustes penchés, les branches basses<br>o favoriser le développement de fourrés et de ronciers | ponctuelles |

**ESTIMATION DU COUT DE L'ACTION**

Phase 4

| GAINS ESCOMPTES / AVANTAGES | INCONVENIENTS / RISQUES |
|---|---|
| Maintenir/améliorer la fonctionnalité de la végétation (diversité espèces, strates, âge)<br>Assurer la sécurité publique : pérennisation des ouvrages, prévention des érosions, des embâcles pouvant générer des risques en cas de crue<br>Assurer la sécurité des usagers<br>Valoriser la perception du cours d'eau / facilitation des accès<br>Préserver faune/flore adaptée (abattage sélectif espèces inadaptées en berges)<br>Optimiser la présence de bois mort<br>Assainissement du milieu (enlèvement d'éventuels déchets) | Interventions plus appuyées, diminuant les habitats (moins de bois mort, cavités sous berges...)<br>Diminution possible de l'ombrage au cours d'eau |

# ENTRETIEN DE LA VEGETATION DES BERGES PROTEGEES

**FICHE TECHNIQUE V5**

## CONTEXTE – PROBLEMATIQUE

La végétalisation des ouvrages de protection de berges (digues, enrochements, murs en pierres, etc.) peut engendrer des problèmes spécifiques, notamment de **renard** hydraulique, **brèche** et de **déstabilisation** de l'ouvrage ou **d'arrachage** et **détérioration**. En effet, dans les digues, les racines des arbres peuvent faciliter, surtout lorsqu'elles sont mortes, la création de canaux internes dans les digues (renards hydrauliques) ; lorsque ces derniers arrivent à traverser une digue de part en part, ils peuvent en quelques minutes provoquer sa destruction totale par érosion interne lors d'une crue. Les arbres peuvent aussi provoquer des affaissements de berges et des brèches dans les digues lorsqu'ils sont déracinés par le vent ou le courant. Ces déracinements sont d'autant plus faciles que lors des crues le corps des digues et le sol des berges sont gorgés d'eau et perdent leur cohérence. De plus, la végétation trop dense peut gêner la surveillance des ouvrages de protection.

Mais par ailleurs, les racines peuvent assurer une certaine stabilité aux talus de pente forte, et lutter efficacement contre l'érosion superficielle, autre facteur de destruction.

Il n'existe à ce jour aucune étude d'envergure sur le sujet permettant de donner des consignes, et les observations existantes sont toujours ponctuelles et imprécises. Le Cemagref a démarré en 2003 des études détaillées sur ce problème. Courant de cette année 2014, le « Guide international sur les digues (International Levee Handbook – ILH) », fruit de 5 années de travail d'une centaine d'experts internationaux, dont l'Irstéa en France, devrait paraître et donner des préconisations sur la gestion de la végétation notamment.

En attendant, nous présentons ici les préconisations couramment données jusque-là.



La face cachée de l'arbre : sa souche ! (photo C. Zanetti)

## OBJECTFIS RECHERCHES

La règle actuelle consiste à interdire les arbres sur les digues chaque fois que cela est possible, à en limiter progressivement le nombre au cours du temps lorsque des peuplements existent. Lorsqu'on ne peut pas ou ne veut pas les éliminer, il faut les recéper régulièrement pour éviter qu'ils atteignent une grande hauteur. Les règles de sécurité exigent que les digues toutes entières puissent être à tout moment inspectées visuellement pour détecter précocement les problèmes. Cela implique de maintenir une végétation basse, de type herbacée, ou à défaut un entretien très régulier pour éliminer ou clairsemer la végétation arbustive en place.

Ainsi, sur les ouvrages que l'on cherche à pérenniser, nous chercherons à **valoriser la végétation**, et ainsi **améliorer la qualité des berges protégées devant un entretien drastique** qui pourrait être préconisé un peu rapidement pour la sécurité publique.

Concrètement, il s'agit d'éliminer progressivement les ligneux, ou en diminuer la densité s'ils sont nombreux, et favoriser les essences buissonnantes, voire arbustives jusqu'en limite de digue. Sur les enrochements, on pourra se contenter sur supprimer les gros sujets. La présence des différents types de végétation (herbacée, arbusive, voire arborée dans la bande active) multiplie les habitats et types de nourriture, et permet de (re)créer des zones riches en biodiversité sur ces berges anthropisées.

A noter qu'il est généralement recommandé d'entretenir une végétation purement herbacée sur les digues et dans une bande de 5 m de part et d'autre de celles-ci, mais que, d'après l'Irstea, ceci est rarement le cas en en France et dans de nombreux pays (soit volontairement soit par manque d'entretien).

## TRAVAUX ENVISAGES

Sur les digues :

- **Abattage** progressif des ligneux ; si l'entretien n'a pas été réalisé depuis longtemps – une dizaine d'années-, abattre en 1ier lieu les arbres de plus de 10 cm de diamètre.

  **IMPORTANT :** suite à des abattages, il est important de surveiller la souche de l'arbre abattu : si celle-ci rejette, la souche est vivante et ne devrait pas présenter de risques ; mais si la souche présente des signes de dépérissement, il faut l'enlever (cf ci-dessous Dessouchage)

- Recepage et furetage (=**débroussaillage**) sélectif pour mettre en valeur des essences buissonnantes ou arbustives

- **Dessouchage** si nécessaire : lorsque les souches sont dépérissantes car, ATTENTION, elles peuvent alors être à l'origine de renards hydrauliques dans les ouvrages. Peut nécessiter une **réfection de l'ouvrage**.

Sur les enrochements :

- **Abattage** des sujets dont la souche est relativement grosse par rapport à la taille des enrochements

- **Furetage** pour ne conserver qu'une à deux tiges sur les souches qui rejettent

| TECHNIQUE | FICHES TECHNIQUES A CONSULTER |
|---|---|
| Dans le cas des digues et levées une dévégétalisation manuelle est préférable, l'utilisation de moyens mécaniques pouvant favoriser une déstabilisation des ouvrages par arrachement des systèmes racinaires et | V11 : Abattage<br>V12 : Elagage<br>V13 : Taille en têtard |

| | |
|---|---|
| création d'encoches d'érosion par exemple.<br><br>Pour les détails de choix de mise en œuvre, matériel à utiliser et période propice d'intervention, se reporter aux fiches techniques correspondantes à l'action (cf ci-contre). | V14 : Débroussaillage<br>V17 : Dessouchage |

| **ESTIMATION DU COUT DE L'ACTION** | |
|---|---|
| Phase 4 | |
| **GAINS ESCOMPTES / AVANTAGES** | **INCONVENIENTS / RISQUES** |
| Assurer la sécurité publique : pérennisation des ouvrages, sécurité des usagers<br>Maintenir/améliorer la diversité de végétation (espèces, strates, âge) | La présence d'ouvrage de protection de berge diminue considérablement les habitats ; la bonne gestion de sa végétation, notamment par la diversité (autant que possible), limite cette diminution. |

# CREATION / ELARGISSEMENT DE LA RIPISYLVE

**FICHE TECHNIQUE V6**

## CONTEXTE – PROBLEMATIQUE

L'absence d'arbres en bord de berges sur un linéaire conséquent est souvent le résultat d'une exploitation humaine jusqu'en bordure de la bande active ou bien les effets de l'érosion (mais dans ce cas, la zone dénudée sera plus restreinte), ou bien encore la présence d'ouvrages de protection de berges. Cette fiche ne concerne pas la restauration dans ce dernier cas.

Or, cette absence de végétation, et notamment l'absence d'arbres, rend la berge plus vulnérable aux érosions par le courant, à l'effondrement des berges, en plus d'avoir un impact négatif pour le milieu par l'absence total d'ombrage, d'habitats/caches pour la faune piscicole notamment, mais aussi l'absence de filtration des eaux de ruissellement. Le corridor favorable aux déplacements de nombreuses espèces pour l'accomplissement de leur cycle de vie mais aussi la diversité génétique, se voit également rompu.

A noter que les effets de la restauration de la ripisylve sur les problèmes d'érosion ne sont efficaces que plusieurs années après sa mise en place ; il s'agit donc d'agir préventivement pour ce qui concerne l'érosion de berge. Si les contraintes érosives sont importantes, il faudra associer une protection, au moins temporaire, du pied de berge par les techniques végétales.

## OBJECTFIS RECHERCHES

L'objectif est donc de reconstituer une ripisylve « large » dans les secteurs où elle a (quasiment) disparu.

Il s'agira en 1ier lieu de valoriser la végétation éventuellement déjà présente, d'effectuer si nécessaire des coupes sanitaires, et d'effectuer des plantations étagées en complément.

Certains chercheurs ayant étudié plus précisément le cas de la Drôme préconisent le maintien d'une largeur d'au moins 30 m de ripisylve, afin que cette végétation assure un rôle de zone tampon, notamment en cas de crue (ralentissement des écoulements et filtre sédimentaire) (Piégay, 1997). Il faut garder cette valeur en tête, mais, dans le cadre du plan de gestion, la reconstitution totale d'une ripisylve est généralement préconisée au droit de terrains agricoles ou en zone urbaines.

Nous nous fixons alors comme objectif 1ier la création d'une ripisylve de 10 m de large, par plantation et/ou bouturage **d'essences autochtones diversifiées** afin de reconstituer un cordon végétal entre le cours d'eau et la plaine qui assure ses nombreuses fonctions.

On peut rappeler que la présence d'une bande tampon d'au moins 5m est maintenant obligatoire au droit des terres agricoles, et que la ripisylve est tout à fait compatible avec cette contrainte (cf rapport de Phase 2, §6.1.5.2).

## TRAVAUX ENVISAGES

- **Abattage/élagage/débroussaillage si nécessaire** de la végétation éventuellement présente dans le but de la valoriser (coupes sanitaires)

**IMPORTANT** : Des arbustes conduits en **cépée** constituent une protection efficace contre l'érosion des berges et des talus à forte pente. Le recépage redynamise en effet le système racinaire, augmentant ainsi l'ancrage dans la berge. A appliquer sur les essences aux bonnes capacités de rejet : aulne, saules, charme, noisetier… Le recépage s'effectue tous les 3 à 7 ans, de préférence entre février et mars de façon à maintenir un couvert le plus tard possible en hiver.
Les **branches basses** des arbustes augmentent la rugosité des berges, atténuant ainsi les phénomènes d'érosion. Elles offrent également des zones de refuges pour les poissons, hors de portée des prédateurs, ou des zones d'alimentation pour l'avifaune.

- **Plantation dans la berge (par bouturage ou plantation de jeunes sujets)** d'essences locales situées à proximité ; privilégier le bouturage.

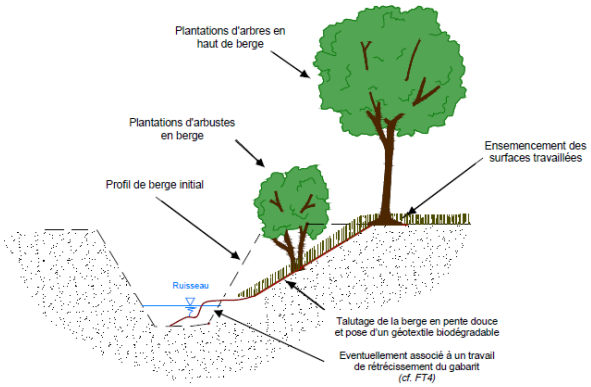
Il s'agit d'implanter des massifs constitués de différentes strates de végétation, sur 3 à 4 rangées (cf ci-dessous pour les principes).

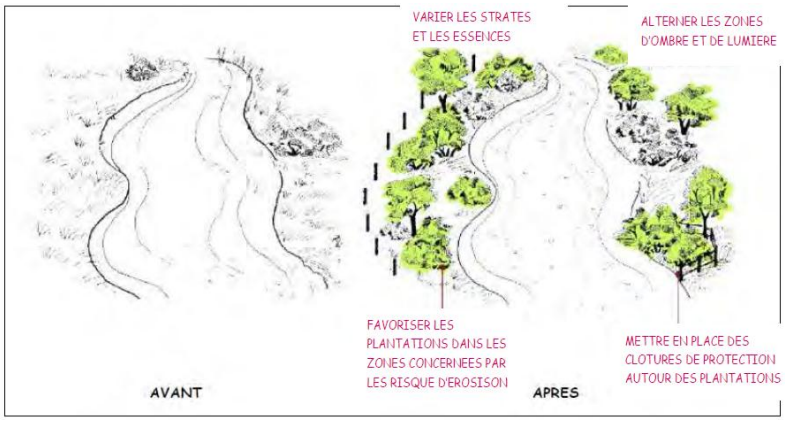
Pour l'implantation, cibler en priorité les zones externes des méandres, mais aussi, s'il y a, les zones calmes (pour le réchauffement)

**ATTENTION** à alterner les zones d'ombre ou lumière ; si la reconstitution à lieu sur les deux rives, procéder par alternance.

Dans le cas d'une berge perchée (>80 cm / 1m), ou trop abrupte, il est nécessaire de **retaluter la berge**.

Dans le cas d'une zone d'érosion active, il est nécessaire de mettre en place une **protection de berge en génie végétal** pour que la ripisylve puisse s'implanter durablement (cf Fiche Technique).




*A gauche : Intervention optimale de renaturation des berges par talutage et végétalisation (source : Agence de l'eau Rhin-Meuse, 01/2010)*

*A droite : Conception d'un programme de replantation sur un cours d'eau « nu » (source : Agence de l'eau Rhin-Meuse, 2011)*

| TECHNIQUE | FICHES TECHNIQUES A CONSULTER |
|---|---|
| Pour les détails de choix de mise en œuvre, matériel à utiliser et période propice d'intervention, se reporter aux fiches techniques correspondantes à l'action (cf ci-contre).<br><br>**Implantation** :<br>- Cibler en priorité les zones externes des méandres, et s'il y a, les zones calmes (pour prévenir du réchauffement en période d'étiage).<br>- Alterner les zones d'ombre et de lumière : jouer sur la densité de plantation ou la présence de zones non boisées sur une quinzaine de mètres. Si la plantation a lieu sur les deux rives d'une portion où le cours d'eau est peu large, laisser des zones non boisées, ou clairsemées, sur un linéaire d'environ 15-20 m, alternativement sur les deux rives.<br>- Favoriser les plantations sur la berge ombrageante. | V11 : Abattage<br>V12 : Elagage<br>V13 : Taille en têtard<br>V14 : Débroussaillage<br>V15 : Bouturage<br>V16 : Plantation<br>V7 : Génie Végétal |

**Principes de la plantation** :

Ils sont représentés dans le graphique ci-contre.

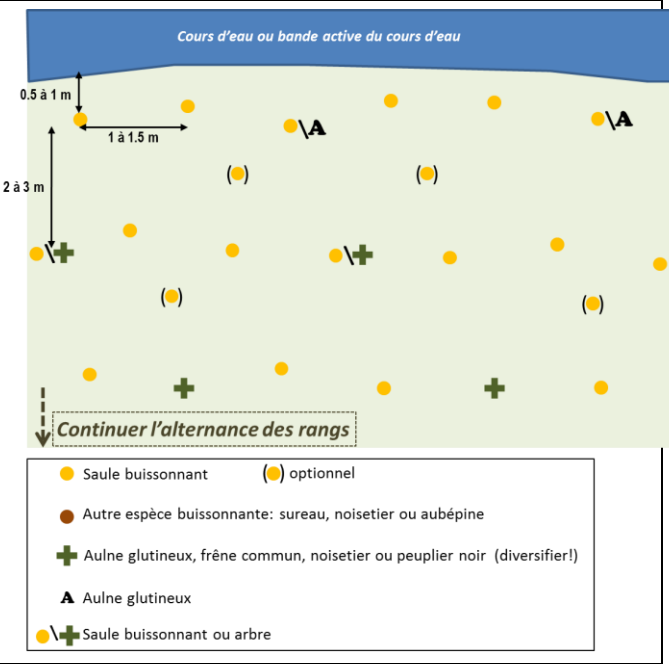
Plus la bande active est large, plus on pourra privilégier les essences arborescentes comme le frêne, l'aulne glutineux, le saule arborescence ou le peuplier noir. Les saules buissonnants, sureau, noisetier et aubépine, essences arbustives sont implantés en alternance des arbres. Sur la pente de berge, implanter préférentiellement des saules ou des aulnes glutineux.

Les aulnes sont traités en cépée et les saules sont traités en cépée ou taille têtard.

On pourra jouer sur la densité de plantation en fonction du besoin de fixation des berges.

**ATTENTION** : **Proscrire les essences à enracinement superficiel, mal adaptées au maintien des berges** (peuplier, résineux, végétaux d'ornement…).

**IMPORTANT** : Faire un passage dans l'année qui suit la plantation pour entretien (cf Fiche Technique pour les détails)




| ESTIMATION DU COUT DE L'ACTION |
|---|
| Phase 4 |

| GAINS ESCOMPTES / AVANTAGES | INCONVENIENTS / RISQUES |
|---|---|
| Améliorer fortement le milieu, notamment augmenter et diversifier la présence d'habitats « autochtones » - préservation faune /flore<br>Prévenir / diminuer / stopper les érosions de berge<br>Amélioration paysagère | Maîtrise foncière – cette mise en place nécessite la collaboration du propriétaire, ou l'acquisition de terres<br>Perte de terrain exploitable pour le propriétaire riverain |

# GENIE VEGETAL

**FICHE TECHNIQUE V7**

## CONTEXTE – PROBLEMATIQUE

Les préconisations de gestion tendent à laisser le cours d'eau exprimer au maximum sa dynamique naturelle, minimisant ainsi les interventions humaines, et donc les coûts de gestion. Toutefois, cette dynamique naturelle est parfois incompatible avec les enjeux avec lesquelles elle entre en interaction. Une réflexion de gestion du territoire est alors être menée pour décider si ces enjeux doivent être protégés, ou non (éventuellement déplacés). La phase 2 de l'étude a abouti à la proposition d'espaces de mobilité, au sein desquels la rivière doit pouvoir se déplacer librement.

Les techniques de génie végétal, ou génie biologique, permettent de protéger les berges des érosions tout en prenant en compte la dimension écologique. L'application des techniques de génie végétal réduit en effet notablement l'impact de la protection de berge. Dans ces techniques, ce sont les plantes et le matériel végétal qui constituent la base de construction (vivant), seuls ou éventuellement en association avec des matériaux inertes.

Ces protections pourront être appliquées en cas :

- d'érosions de berges naturelles en limite d'espace de mobilité,
- de restauration de la ripisylve dans un secteur sollicité ; dans ce cas, il s'agira d'appliquer les techniques du génie végétal pour protéger les berges afin de permettre le développement de la végétation.



*Travaux sur le Boulc (photo Artelia, avril 2012)*

## OBJECTFIS RECHERCHES

Protéger les biens et personnes des problèmes d'érosion de berge et permettre le développement de la ripisylve tout en minimisant l'impact écologique et en s'intégrant au milieu (paysage, usages..).

## TRAVAUX ENVISAGES

En fonction de l'implantation de l'a protection, nous préconisons :

- En intrados de méandre : mise en place de **couches de branches à rejets** ; pas de protection de pied de berge pour ne pas créer de point dur.
- Erosion peu active, plutôt en extrados de méandre : mise en place de **fascines et plantations** :
  - En pied de berge : fascines de saules
  - Partie supérieure de la berge : bouturage / plantation de saules + ensemencement
- En extrados de méandre avec de fortes contraintes (très forte dynamique, zone restreinte) : mise en place **d'épis en fascine + fascines de berge et couches de branches à rejets**

Nb : en cas de glissement de terrain, adopter la technique des lits de plançons (non détaillée ici).

Cf Fiche action ci-dessous (source : Protection et gestion des rivières du secteur Seine-aval, AESN, Février 2006)

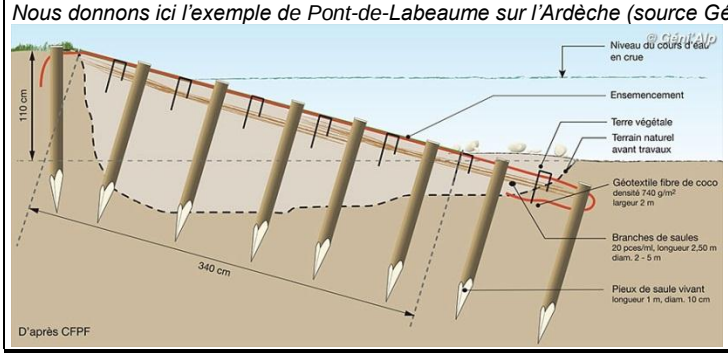
Pour plus de renseignements, on peut se reporter à l'ouvrage Génie Alp (http://ouvrage.geni-alp.org).

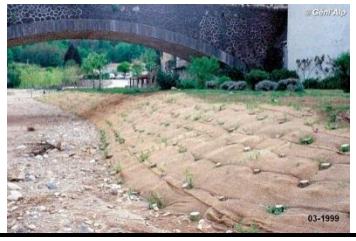
## TECHNIQUE

Ne pas intervenir en période estivale (période végétative, faible disponibilité en eau, cours d'eau sensible). De plus, éviter les périodes de crue, en particulier l'automne sur la Drôme, mais aussi le printemps, car dans les premiers temps qui suivent la mise en place de l'ouvrage, la résistance aux contrainte mécaniques exercées lors d'une éventuelle crue est faible (les végétaux ne sont pas développés).

- **Mise en place de couches de branches à rejets**

*Nous donnons ici l'exemple de Pont-de-Labeaume sur l'Ardèche (source Génie Alp, 2012)*



## FICHES TECHNIQUES A CONSULTER

V11 : Abattage

V14 : Débroussaillage

V15 : Bouturage

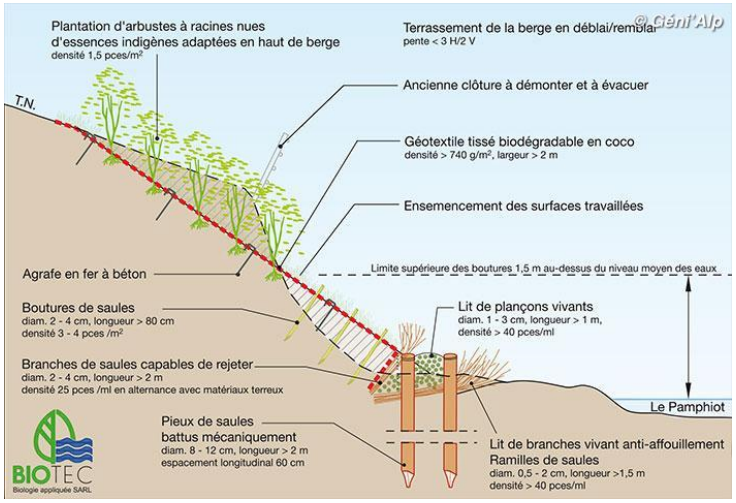
V 16 : Plantation

*A gauche : Principes techniques - A droite : Après la mise en place.*

A noter que cette technique de génie végétal pure, sans protection de pied de berge, a pu résister aux crues tumultueuses de l'Ardèche pendant plus de dix ans

- **Mise en place de fascines et plantations :**

*Nous donnons ici l'exemple de la zone aval du chantier d'Anthy-su-Léman (source Génie Alp, 2012)*



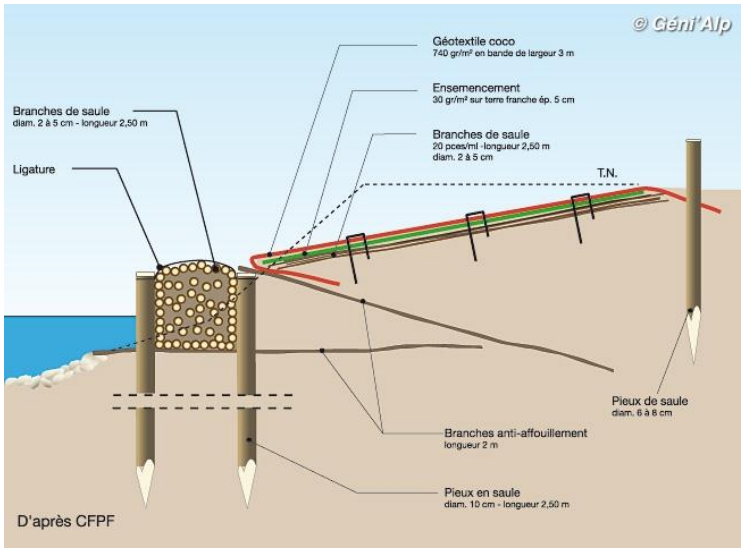




*A gauche : Principes techniques - A droite : Détail de la fascine avec les branches anti-affouillement*

- **Mise en place d'épis en fascine + fascines de berge et couches de branches à rejets**

*Nous donnons ici l'exemple de la zone aval du chantier de Montgaillard sur l'Adour (Hautes-Pyrénées) (source Génie Alp, 2012), dans une zone à très forte valeur piscicole où l'érosion menaçait des terres agricoles.*




*Principes techniques*

Pour les fascines : Les deux rangées de pieux sont espacées de 45 cm, les pieux sont Les deux rangées de pieux sont espacées de 45 cm, les pieux sont longitudinalement espacés de 80 cm. Une première couche de branches anti-affouillement est placée sous la fascine. Puis, l'espace situé entre les deux rangées de pieux est rempli d'un mélange de branches de saules et de matériaux terreux. La mise en place des fascines se fait de l'aval vers l'amont du cours d'eau. La partie inférieure des branches (partie avec le plus gros diamètre) est placée à l'aval vers le talus, et recouvre l'extrémité fine des branches du fagot suivant.
Les fascines sont ligaturées sur chaque pieu au moyen d'un fil de fer recuit.
L'arrière de la fascine est remblayé et une seconde couche de branches anti-affouillement vient protéger la transition entre la fascine et les couches de branches à rejets. Ces espaces de transition entre techniques représentent en effet, d'une manière générale, des points de fragilité. Le géotextile est alors déroulé et les couches de branches mises en place selon les mêmes modalités décrites pour l'ouvrage de Pont-de-Labeaume (CFPF 2000).
Pour les épis : Un épi est un ouvrage transversal au courant, ancré dans la berge, ne barrant qu'une partie du lit de la rivière et au moins partiellement submersible. Un épi étant toujours un obstacle à l'écoulement, il est généralement plus néfaste qu'utile s'il est isolé. C'est donc souvent une série d'épis successifs qui est réalisée. Un des objectifs de ce type de réalisation est d'obtenir à terme un comblement et une végétalisation progressifs des « casiers » constitués par les intervalles entre les épis (Degoutte 2006).
Les épis modifient les vitesses et la direction du courant sur les bords du cours d'eau. Aussi, selon leur implantation ou leur orientation, on peut définir les secteurs du lit que l'on souhaite approfondir par affouillement et ceux que l'on vise à remblayer par sédimentation.
Les épis mis en place à Montgaillard ne sont pas perpendiculaires à l'axe d'écoulement. Le premier épi (amont) d'une série est le plus sollicité par le courant et par les corps flottants. On réalise donc un premier épi à l'amont

de l'ouvrage, orienté vers l'aval et baptisé épi de rejet ou épi déflecteur (fig. 61 et 62). Les épis situés plus en aval sont eux orientés vers l'amont, faisant un angle de 75 à 80° avec l'axe d'écoulement. L'objet de cet angle est de repousser vers l'intrados la fosse de dissipation qui se crée en crue à l'aval de l'épi. En effet, en crue, l'eau passe par surverse sur les épis et crée des perturbations importantes susceptibles de provoquer des érosions qu'il vaut mieux éloigner de la berge (fig. 64).
Des mesures avec une lunette de chantier sont nécessaires afin de caler l'ouvrage.
Les épis sont réalisés selon le même principe que les fascines (matériaux terreux exclus), les pieux sont cependant en châtaignier (essence peu putrescible et qui ne rejette pas).
La tête des épis doit être située un peu au-dessus du niveau des basses eaux. Ceci implique que ces épis présentent une pente importante (épis fortement plongeants vers le centre de la rivière). L'espacement entre les épis est de 1,5 fois leur longueur soit 9 m dans ce cas particulier (CFPF 2000).




*A gauche : La berge de l'Adour juste après les travaux (automne 1999). L'effet des épis sur le courant est perceptible.*
*A droite : La berge de l'Adour douze ans après les travaux. Le milieu alluvial est reconstitué et les traces d'une intervention ne sont quasiment plus perceptibles, critère absolu d'une intervention réussie*

A noter que cet ouvrage est réalisé en techniques végétales pures sur une rivière à pente élevée avec un transport solide important. L'ouvrage résiste depuis 2000, alors qu'il a connu une crue juste après les travaux et a supporté une crue légèrement inférieure à la décennale en 2003. Il est par ailleurs régulièrement totalement submergé, au moins une fois par an. Dix ans après, les épis sont toujours partiellement présents, des sédiments se sont déposés entre chaque épi, laissant se développer une strate herbacée comprenant quelques hélophytes. Son intégration paysagère et environnementale est excellente.

**ESTIMATION DU COUT DE L'ACTION**

Phase 4

| GAINS ESCOMPTES / AVANTAGES | INCONVENIENTS / RISQUES |
|---|---|
| Protéger les biens et les personnes du risque érosion et/ou permettre le développement de la ripisylve<br>Présence d'habitats diversifiés, ombrage, apports d'aliments, effet « filtre »<br>Intégration paysagère | Période d'intervention réduite |

*Extrait du Guide de Protection et Gestion des Rivières du Secteur Seine-aval (AESN, 2006)*

## Limites des techniques végétales

Les techniques du génie végétal, basées sur les propriétés stabilisatrices du système racinaire des plantes, sont largement utilisées pour restaurer la tenue des berges en respectant ou améliorant la fonctionnalité et les potentialités biologiques de la rive (effet lisière) et ses qualités paysagères. Elles sont tout à fait adaptées au contexte hydraulique des rivières du secteur Seine-Aval. Leur résistance mécanique est au moins égale à celle des techniques minérales classiques et se renforce au cours du temps.



▲ Pl. 12 - *Ce frêne assure un tenu parfaite de la berge.*

Les échecs des confortements de berge en génie végétal ont trois causes :

- Sous-estimation des contraintes mécaniques. La protection de berge est un aménagement qui doit résoudre un problème d'érosion, donc résister à des contraintes mécaniques qui peuvent être fortes. Les phases de diagnostic et de définition du projet doivent les identifier clairement.
- Empirisme dans la mise en œuvre et utilisation de matériaux inadaptés : sous-dimensionnement des pieux, non respect des périodes de plantations, boutures mortes, couverture végétale insuffisante...
- Défaut de surveillance et d'entretien les premières années. Si un arbre adulte soutient une berge plus solidement et durablement que ne peut le faire un ouvrage maçonné, il n'en va pas de même pour un jeune plant dont l'enracinement est faible. Un réaménagement récent en techniques végétales doit être surveillé et protégé, notamment contre les rongeurs. Il est particulièrement vulnérable lors de la première crue.

L'effet de mode, la facilité de mise en œuvre des techniques végétales les plus simples et la plus-value environnementale qui leur est attachée, peuvent conduire à leur utilisation systématique et abusive. La plupart des érosions de berges sont sans conséquences et n'appellent pas d'intervention. Traiter chaque encoche d'érosion sur une section conduit à une certaine chenalisation et homogénéisation, et à la fermeture du cours d'eau par les frondaisons, ce qui n'est pas souhaitable.

NB : Les techniques qui mettent en œuvre des matériaux d'origine végétale non vivants, telles que les tunages en azobé, ne font évidemment pas partie du génie végétal.

## Les techniques ligneuses

Ne sont présentées ci-dessous que les techniques les plus courantes et de mise en œuvre relativement simple.

***Le choix d'une technique de protection de berge doit être déterminé par un diagnostic précis prenant notamment en compte :***

- Les contraintes hydrauliques : forces érosives, vitesse du courant et débits caractéristiques du cours d'eau.
- Les contraintes liées à la morphologie de la berge (hauteur, pente) et à la nature de son sol (granulométrie, physico-chimie, porosité).
- Les contraintes environnementales : conditions climatiques (précipitations, exposition, ombrage), compétition interspécifique (espèces à croissance rapide pouvant entraver le développement des plants), dégâts liés aux rongeurs...
- Les facteurs anthropiques : pâturage, piétinement, usages actuels et futurs du site (pêche, canoë, promenade...), accessibilité pour assurer l'entretien.

Si les contraintes hydrauliques ou pédologiques sont fortes, seule une entreprise spécialisée sera en mesure de définir la technique la mieux adaptée, d'en calculer les composants et de la mettre en œuvre, au moins pour ce qui concerne le dimensionnement et l'enfoncement des pieux.

Le matériau vivant le plus utilisé est le saule, genre dont les espèces sont bien adaptées aux milieux humides et présentent d'excellentes capacités de multiplication végétative.

Si de nombreux travaux sont envisagés, il sera avantageux de constituer une saulaie destinée à la fourniture des boutures et plançons.

**Principaux saules utilisables en génie végétal**

| Espèce | Fréquence | Préférendum écologique | Port |
|---|---|---|---|
| *Salix alba* s. blanc | commun | héliophile ; pH basique ; alluvions bien aérées riches en azote ; mésohygrophile ; plutôt en sommet de berge. | arborescent |
| *Salix fragilis* s. fragile | peu commun | héliophile ; pH neutre à basique ; alluvions riches en azote ; mésohygrophile ; plutôt en sommet de berge. | arborescent |
| *Salix caprea* s. marsault | commun | héliophile ; forte amplitude de pH ; alluvions saturées en azote au moins temporairement ; mésophile ; très souvent hybridé avec *S. cinerea*. | arborescent |
| *Salix viminalis* s. des vanniers | introduit peu commun | héliophile ; pH neutre ; alluvions riches en azote ; mésohygrophile. | arbustif |
| *Salix cinerea* s. cendré | introduit assez rare | héliophile ; forte amplitude de pH ; alluvions limoneuses ou argileuses (tuf calcaire, tourbe, vases) ; hygrophile. | arbustif |
| *Salix triandra* s. à trois étamines | assez rare | héliophile ; pH neutre ; alluvions (argiles, limons, sables) ; mésohygrophile. | arbustif |
| *Salix purpurea* s. pourpre | assez commun | héliophile ; forte amplitude de pH ; alluvions ; hygrophile. | arbustif |
| *Salix atrocinerea* s. noir | assez commun | héliophile ; forte amplitude de pH ; alluvions limoneuses ou argileuses (tuf calcaire, tourbe, vases) ; hygrophile. | buissonnant |
| *Salix aurita* s. à oreillettes | assez rare | héliophile ; terrains marécageux acides et tourbeux. | buissonnant |

75

5 - Fiche action

## LA LUTTE CONTRE LES RONGEURS



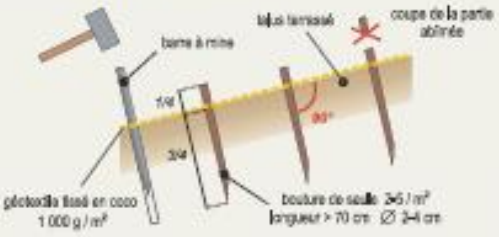
▲ Pl. 90 - Saule fragile.

Pl. 90 ▶
Saule cendré.

*Le genre Salix (salicacées) compte environ 300 espèces de l'hémisphère boréal. Beaucoup sont des espèces naines ou prostrées des milieux alpins ou froids. La propension des saules à s'hybrider rend leur détermination difficile. Schématiquement on peut distinguer les saules osiers à rameaux souples, feuilles étroites (s. blanc, s. fragile, s. hybride, s. à trois étamines, s. des vanniers), les saules à petites feuilles, généralement buissonnants (s. à oreillette, s. cendré, s. pourpre), le saule marsault. Le tableau de la page 75 présente les principales espèces de la flore locale. Le saule blanc, aux feuilles dentelées, étroites et soyeuses peut atteindre 25 m de haut et 1 m de diamètre. Il était souvent cultivé en osseraie et conduit en têtard. Le saule fragile, plus petit et aux feuilles glabres, mais surtout le saule des vanniers ou osier, aux rameaux très flexibles, étaient également cultivés pour la vannerie et traités en têtard.*

- Choisir des espèces adaptées à la nature et à l'hydromorphie du sol et aux objectifs de l'aménagement. Privilégier les espèces locales produites sur place. cf. tableau des ligneux les plus courants, p.91.
- S'assurer de la qualité des plants, plançons et boutures, et choisir les modes de conditionnement adaptés.
- Respecter les périodes de plantation, généralement de novembre à mars, et permettre les conditions de la reprise par la protection des plants et leur arrosage éventuel.
- Prévoir un suivi de l'aménagement et adapter l'entretien en fonction de l'évolution souhaitée.

### Boutures de saule




**Objectifs :** stabilisation et végétalisation de talus et haut de berge.

**Contexte :** berge peu menacée par l'érosion.

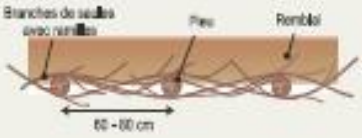


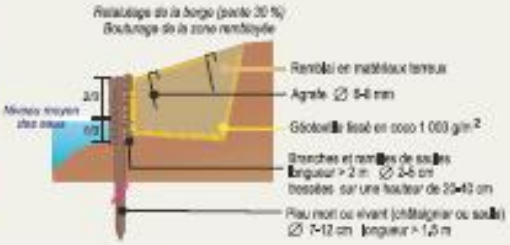
▲ Pl. 91

**Délais d'efficacité :** enracinement très satisfaisant 2-3 ans après la mise en œuvre. Accompagne généralement le tressage, le fascinage et la pose de boudins d'hélophytes.

**Coût :** environ 2 € pour la fourniture et la plantation d'une bouture (variable selon l'origine des boutures et la quantité mise en œuvre).

### Tressage-clayonnage




**Objectifs :** stabilisation et végétalisation du pied de berge.

**Contexte :** berge plate à faiblement inclinée ; à privilégier dans des contextes urbains (valeur esthétique).

**Mise en œuvre :** espacement des pieux de 60 à 80 cm ; tressage sur une hauteur de 20 à 40 cm ; remblai en arrière avec de la terre végétale et éventuellement quelques pierres en pied.

**Délai d'efficacité :** protection immédiate, bonne résistance aux contraintes hydrauliques. Stabilisation maximale 3 ans après réalisation.

**Coût :** 20 à 40 €/m.



▲ Pl. 96

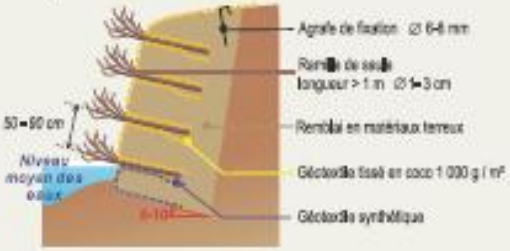
▲ Pl. 97

### Lits de plants et de plançons

**Objectifs :** stabilisation et végétalisation d'un talus de berge pentue.

**Contexte :** zone de glissement, reconstitution d'une berge haute suite à un effondrement.

**Délais d'efficacité :** consolidation rapide ; stabilisation maximale 3 ans après réalisation.



## Fascinage

**Objectifs :** stabilisation et végétalisation du pied de berge.

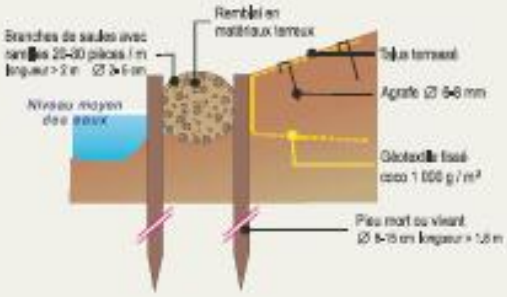
**Contexte :** niche d'érosion, sapement du pied de berge ; répond à des contraintes érosives plus marquées que le simple tressage.

**Délais d'efficacité :** protection immédiate ; stabilisation maximale 3 ans après réalisation.

**Coût :** 20 à 40 €/m.



▲ Pl. 99




## Peigne

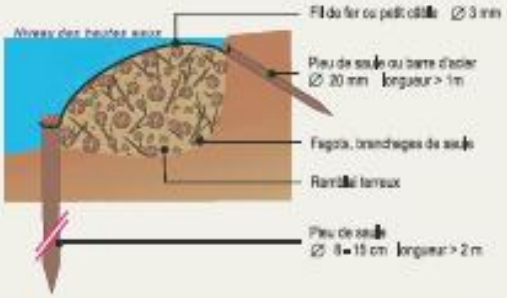
**Objectifs :** stabilisation et végétalisation d'une anse d'érosion très marquée.

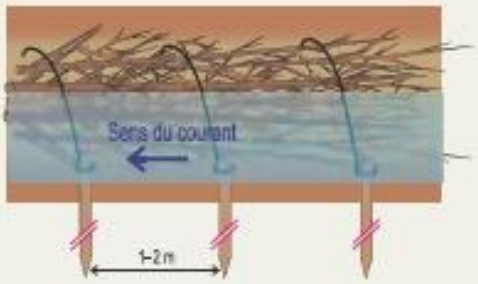
**Contexte :** encoche d'érosion, sapement. Adapté aux rivières à charge solide élevée.

**Mise en œuvre :** des branches sont entassées entre deux rangées de pieux, l'une en pied de berge, l'autre en tête, maintenues par un fort fil de fer galvanisé. Les sédiments comblent lentement le peigne qui prend l'aspect d'une berge naturelle en quelques années.

**Délais d'efficacité :** protection immédiate ; stabilisation maximale après comblement par les sédiments piégés.

**Coût :** 30 à 60 €/m.




*Exemple d'une réhabilitation de berge en génie végétal à la Ferrière-sur-Risle. La berge dépourvue de ripisylve (photo a) était soumise à une érosion importante dans la courbe en rive gauche. Pour y remédier, le propriétaire de la parcelle avait procédé à un aménagement de fortune inapproprié par des poteaux télégraphiques en béton. A la demande de la ville, une première restauration de la berge en génie végétal a été effectuée mais, mal définie et mal réalisée (pas de protection des jeunes plants), elle a été emportée par les crues. Le chantier a été repris avec des pieux mieux dimensionnés et quelques blocs d'enrochement en pied (photo b). La berge est aujourd'hui parfaitement stabilisée (photo c). Une coupe d'éclaircie lui donnera sa physionomie définitive.*



◀ Pl. 100 - a



▲ Pl. 100 - b



▲ Pl. 100 - c



▲ Pl. 101



▲ Pl. 102

*Pl. 101 et 102 - Peigne récemment réalisé, et peigne en cours de comblement, sur la Risle.*

5 - Fiche action

LES TECHNIQUES DU GÉNIE VÉGÉTAL

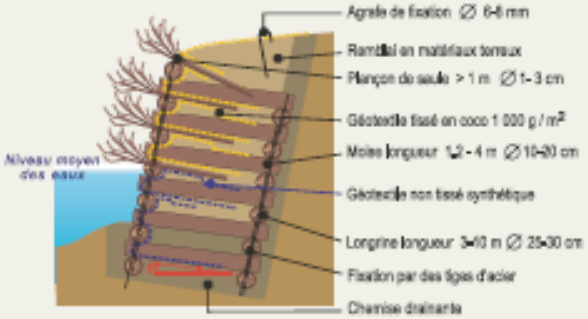
## Caissons végétalisés

**Objectifs :** stabilisation et végétalisation du talus et soutènement d'infrastructures.

**Contexte :** niche d'arrachement, zone de glissement ou de sapement ; berges hautes (> 1m).

**Délais d'efficacité :** protection immédiate ; stabilisation maximale 3 ans après réalisation.

**Coût :** 200 à 300 €/ m².




# Les techniques herbacées

Ces techniques doivent être mieux connues car elles présentent, notamment sur les cours d'eau étroits et/ou à faibles contraintes hydrauliques, un intérêt certain pour :

- l'amélioration de la qualité écologique des berges (accroissement de la diversité spécifique) ;
- une protection contre l'érosion efficace dès la première année de réalisation ;
- la valorisation paysagère (couleurs, stratification verticale et horizontale) ;
- leur entretien très restreint en comparaison des techniques ligneuses.

Le choix des espèces dépend des objectifs d'aménagement (maintien de la berge, valorisation paysagère et ornementale…) et des contraintes particulières au site : marnage, fréquence de submersion, nature du sol…

## Plantation d'hélophytes

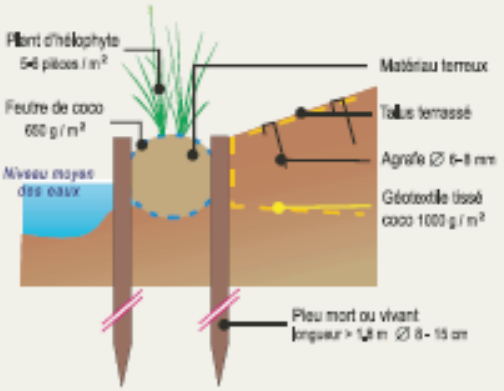
En pied de berge, partout où il n'est pas vertical, les hélophytes peuvent être utilisées pour stopper l'érosion en recréant une ceinture végétale composée d'espèces indigènes à fort enracinement. Elles assurent une protection du pied de berge efficace dès la première année.

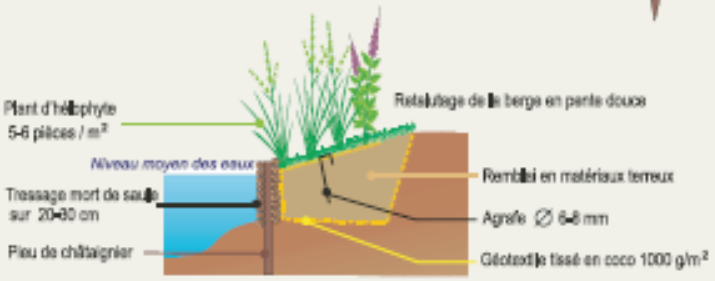
Si les contraintes hydrauliques le permettent, on peut simplement repiquer d'avril à mai, 5 à 8 plants d'hélophytes (généralement livrés en godets de 9 x 9 cm) par mètre de berge, éventuellement protégés des courants durant leur croissance par un tressage mort sur alignement de pieux.

Si les contraintes sont plus fortes, on a recours à des fascines ou à des boudins d'hélophytes. Il s'agit d'un amalgame de semences ou boutures, de fibres de coco et de terre végétale dans un géofilet de coco ou de polypropylène formant un boudin de 30 à 40 cm de diamètre. Les entreprises spécialisées peuvent les concevoir sur demande en y incorporant des végétaux adaptés à des contraintes particulières (floraison, résistance au piétinement…). Ces boudins sont déposés entre des pieux en bois plantés en quinconce tous les 0.8 m environ et fixés avec du fil de fer. Les pieux sont alors surenfoncés pour limiter le dépassement du boudin à quelques centimètres de la surface de l'eau.

**Coût du boudin nu :** 30 à 60 €/m selon son diamètre et sa composition ; 70 à 100 €/m pose comprise.

**Entretien des communautés d'hélophytes :** fauche possible en fin d'automne selon les espèces plantées et les objectifs paysagers, inutile dans la zone de marnage. Si une opération de fauche est nécessaire, elle doit être clairement individualisée du faucardage des hydrophytes. Éliminer impérativement les végétaux coupés. Le recours à des herbicides est évidemment exclu.





▲ Ph. 103 - a



▲ Ph. 103 - b



▲ Ph. 103 - c



▲ Ph. 103 - d

*Ph. 103 a, b, c, d - Exemple de réhabilitation par des hélophytes. Élargi par des curages excessifs, la Lèvre, dans sa traversée du camping de Lyons-la-Forêt, était très envasée avec des berges meubles bordées d'enrochements ne répondant à aucune nécessité mécanique (photo a). L'opération a consisté à enlever les vases et à rétrécir le lit en le bordant de boudins d'hélophytes. Les peupliers ont été également éliminés et remplacés par des essences paysagères (photo b,c,d).*

| Quelques hélophytes utilisables en fixation de pied de berge | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Espèce** | **Nom vernaculaire** | **Hauteur (cm)** | **Calage % au niveau d'eau (en cm)** | **Système racinaire** |
| *Acorus calamus* | Acore odorant | 60-120 | 0 à -20 | rhizome épais et traçant |
| *Butomus umbellatus* | Jonc fleuri | 80-100 | 0 à -20 | rhizome épais |
| *Calamagrostis epigéios* | Roseau des bois | 80-100 | 0 à -10 | dense et traçant |
| *Caltha palustris* | Populage des marais | 20-60 | 0 à -10 | racines épaisses, en réseau |
| *Carex acutiformis* * | Laîche des marais | 50-100 | 0 à -10 | puissant, forme des touradons |
| *Carex elata* | Laîche élevée | 50-100 | 0 | fasciculé, forme de grosses touffes |
| *Carex hirta* | Laîche hérissée | 15-100 | 0 | traçant et stolonifère |
| *Carex paniculata* * | Laîche paniculée | 50-100 | 0 | en touradons |
| *Carex pseudocyperus* | Laîche faux souchet | 50-100 | 0 à -20 | traçant et stolonifère |
| *Carex pendula* | Laîche à épis pendants | 50-150 | 0 à -10 | puissant et stolonifère |
| *Carex riparia* * | Laîche des rives | 50-120 | 0 à -10 | en forts touradons |
| *Cyperus longus* | Souchet long | 60-100 | 0 à -20 | souche épaisse rameuse |
| *Eleocharis palustris* | Scirpe des marais | 10-30 | -10 à -20 | dense, puissant et traçant |
| *Eupatorium cannabinum* | Eupatoire chanvrine | 100-150 | 0 | dense et traçant |
| *Festuca arundinacea* | Fétuque faux roseau | 150-200 | 0 | dense et traçant |
| *Glyceria maxima* * | Grande glycérie | 80-150 | 0 à -20 | traçant, stolonifère |
| *Iris pseudacorus* | Iris faux acore | 80-150 | 0 à -20 | fort rhizome traçant |
| *Juncus effusus* | Jonc épars | 40-80 | 0 à -10 | rhizome court, racines fasciculées |
| *Juncus conglomeratus* | Jonc aggloméré | 80-120 | 0 à -10 | rhizome court, racines fasciculées |
| *Juncus inflexus* | Jonc glauque | 40-80 | 0 à -10 | rhizome court, racines fasciculées |
| *Lythrum salicaria* | Salicaire | 60-100 | 0 à -10 | dense et traçant |
| *Petasites hybridus* | Pétasite officinale | 60-100 | 0 à -20 | dense et traçant |
| *Phalaris arundinacea* * | Baldingère | 60-80 | 0 à -20 | rhizome profond, puissant et traçant |
| *Phragmites australis* * | Roseau commun | 100-400 | 0 à -20 | rhizome profond, puissant et traçant |
| *Rumex hydrolapathum* | Patience d'eau | 40-120 | 0 à -10 | pivot épais, puissant |
| *Scirpus lacustris* * | Scirpe des lacs | 40-80 | 0 à -20 | rhizome traçant |
| *Typha angustifolia* * | Massette à feuilles étroites | 100-250 | 0 à -40 | gros rhizome - stolonifère |
| *Typha latifolia* * | Massette à feuilles larges | 100-200 | 0 à -40 | gros rhizome - stolonifère |

** Il peut être nécessaire de contrôler le développement de certaines de ces espèces qui se multiplient facilement.*

*La plupart des espèces indigènes sont disponibles chez les pépiniéristes spécialisés. Le coût moyen varie entre 1 et 2 € l'unité pour un plant en godet 9x9. Les prix sont dégressifs pour de grandes quantités.*

5 - Fiche action

## LES TECHNIQUES DU GÉNIE VÉGÉTAL

### Ensemencement

A pratiquer sur les talus de berge, les risbermes mises à nu après travaux et retalutage et les hauts de berges, seul ou en association avec des plantations et d'autres techniques végétales. Le principe est d'éviter le ruissellement sur des sols dénudés et de favoriser la revégétalisation spontanée à partir des plantes présentes localement. En milieu urbanisé, le choix des espèces peut être guidé par des considérations paysagères et décoratives. Ailleurs, on s'en tiendra à un petit nombre d'espèces locales, adaptées aux conditions stationnelles.

Les sols, relativement secs, doivent être bien préparés, de façon à ce que la couche superficielle à ensemencer soit meuble en surface et tassée en profondeur. Les semis sont sensibles au lessivage et les jeunes plantules au déchaussement. On pourra recouvrir les semis d'un géotextile, filet de jute 700 g/m² par exemple.

**Période de réalisation** : avril et mai sur les talus pentus où il est nécessaire d'avoir un couvert en période hivernale ; octobre sur les talus à pente faible pouvant supporter un premier hiver sans couverture végétale (dans ce cas, utiliser un géotextile). Le semis d'automne permet d'obtenir des plants vigoureux dès le printemps.

**Entretien** : selon l'évolution souhaitée et le mélange grainier utilisé. Sauf contrainte particulière, il faut laisser la végétation évoluer naturellement. Si on souhaite maintenir la formation herbacée et éviter son embroussaillement, pour faciliter l'accès ou à des fins paysagères en milieu urbain, on fauchera avec une fréquence à définir en fonction des objectifs. Éliminer les produits de coupe qui enrichissent le sol et favorisent le développement des espèces nitrophiles. Le recours aux herbicides est évidemment proscrit.

# ENTRETIEN DES PASSES A POISSON

**FICHE TECHNIQUE V8**

## CONTEXTE – PROBLEMATIQUE

Il existe sur le bassin plusieurs types de passes à poisson : rivière de contournement au seuil CNR, rampe aux seuils des Pues, SMARD ou du pont de la Griotte par exemple, qui nécessitent des entretiens réguliers pour bien fonctionner. En effet, ces ouvrages peuvent potentiellement s'engraver à la suite des crues, avec des dépôts de galets ou divers embâcles (végétation, déchets). La fin de l'automne et le début du printemps sont les principales périodes sensibles (précèdent la migration des salmonidés et cyprinidés).

## OBJECTFIS RECHERCHES

Il s'agit d'assurer la fonctionnalité de la passe en éliminant les dépôts et corps flottant gênant, notamment après chaque crue.

## TRAVAUX ENVISAGES

Evacuation des matériaux bloquant le passage.

ATTENTION : tous les galets éventuellement retirés de l'ouvrage doivent être restitués au cours d'eau juste en aval.

Les embâcles, s'ils ne représentent pas un danger en cas de crue, doivent être laissés dans la bande active, en aval de l'ouvrage.

| TECHNIQUE | FICHES TECHNIQUES A CONSULTER |
|---|---|
| On privilégiera l'enlèvement manuel lorsqu'il est possible.<br><br>Les matériaux éventuellement prélevés seront régalés (répartis uniformément) dans la bande active, plutôt dans les chenaux actifs | V18 : Gestion des embâcles |

## FREQUENCE D'INTERVENTION

Effectuer une prospection après chaque crue.

Au minimum : un contrôle par an avant la principale période de migration des poissons concernés : plutôt en novembre/décembre sur l'amont du bassin, avant la migration des truites ; en mars/avril sur le reste du bassin.

## ESTIMATION DU COUT DE L'ACTION

Phase 4

| GAINS ESCOMPTES / AVANTAGES | INCONVENIENTS / RISQUES |
|---|---|
| Garantir la libre circulation piscicole | |

# GESTION DES INVASIVES

**FICHE TECHNIQUE V9**

## CONTEXTE – PROBLEMATIQUE

Les espèces invasives sont des espèces dites exotiques, car introduites par l'homme, de manière volontaire ou accidentelle, en provenance de zones plus ou moins éloignées. Par l'ampleur de leur développement, elles vont rapidement former des peuplements monospécifiques denses, provoquant un appauvrissement de la diversité biologique en empêchant le développement de la flore locale, et un appauvrissement de la biodiversité.

Sur la rivière Drôme, la présence d'invasive est relativement réduite par rapport à d'autres secteurs en France, mais ce constat, **loin d'impliquer un désintéressement du sujet, pousse à le prendre à bras le corps pendant qu'il est encore temps**.

En effet, il est quasiment impossible d'éradiquer une invasive lorsque celle-ci est bien implantée. Par contre, il est possible de lutter contre son implantation lorsque le degré d'envahissement est relativement faible.

Sur la rivière Drôme, les principales espèces rencontrées sont :

- La Renouée du Japon (Reynoutria japonica Houtt., ou Fallopia japonica, la plus courante),
- le Buddléia, communément appelé « Arbre à papillons » (Buddleja davidii Franchet)
- le Robinier faux-acacia (Robinia pseudoacacia L.), dans une moindre mesure
- l'ambroisie (Ambrosia artemisiifolia L.)

On observe de plus en plus la présence d'ailante (Ailanthus altissima), notamment sur les remblais.

NB : ces espèces sont considérées envahissantes notamment par les Conservatoires Botaniques Nationaux.

L'ambroisie est présente sur tout le bassin, voir département. Cette problématique sanitaire publique dépasse les compétences du SMRD.

La renouée du Japon est de loin la plus rencontrée *(d'après les données recueillies par le SMRD lors du dernier diagnostic de la végétation, 2011-2012.*

On peut noter que d'après le Conservatoire Botanique National Méditerranéen (de Porquerolles), qui a hiérarchisé les espèces exotiques envahissantes recensées à ce jour en fonction du risque qu'elles représentent pour l'environnement, ces espèces font partie de la « liste noire ». Cela signifie qu'elles présentent un risque fort pour l'environnement, ces espèces pouvant avoir des effets sur la santé animale, végétale ou celle de l'environnement de manière plus générale.

Ces espèces s'implantent sur les berges et dans la bande active du cours d'eau, ce qui est particulièrement problématique car la dynamique naturelle du cours d'eau favorise leur propagation.

Nous insérons ci-après les fiches de la Fédération des Conservatoires Botaniques Nationaux, éditées en 2010, ou celles de l'AME (Agence méditerranéenne de l'environnement) & ARPE-PACA (Agence Régionale Pour l'Environnement Provence-Alpes-Côte d'Azur), éditées en 2003 et qui documentent bien le sujet (précision sur les espèces, leur reconnaissance entre autre).




*Renouée du Japon*




*Buddléia*

*Attention à ne pas confondre l'espèce invasive, Buddleja davidii Franchet, avec les autres espèces de Buddleias cultivées qui pourraient se ressemer : Buddleja albiflora dont les fleurs ont des tubes plus courts, Buddleja officinalis à floraison hivernale et Buddleja alternifolia à feuilles alternes.*
*Le Buddleja davidii Franchet présente des rameaux étalés ou retombants, assez souples et cassants*



*Robinier faux-acasia (photo Virgile Noble, à gauche, Bernadette Huynh-Tan à droite)*

## OBJECTFIS RECHERCHES

La lutte contre les invasives est extrêmement difficile, mais, comme évoqué ci-dessus, compte tenu du niveau d'invasion encore plutôt faible. L'Objectif est ici de s'orienter vers une stratégie d'éradication de la renouée du Japon, et de limiter au maximum la prolifération des autres espèces.

Pour la renouée du Japon, l'espèce la plus présente sur le bassin, en particulier sur la Drôme où des plants ont été recensés sur 10 tronçons sur les 24 diagnostiqués, l'objectif d'éradication doit passer par l'élaboration d'un plan spécifique, réalisé par un spécialiste du sujet, comme Mireille BOYER (CCEAU) ; aucun plan d'éradication ne peut être efficace s'il n'est pas soigneusement préparé et mis en œuvre ; il serait même plutôt propice à aggraver la situation.

## TRAVAUX ENVISAGES

**Que faire si lors des interventions sur la végétation on rencontre des invasives ?**

- **Renouée du Japon** : il faut s'assurer de ne pas aider à la propagation de la plante, en cherchant à limiter la perturbation des milieux alluviaux pour ne pas favoriser l'installation de la plante là où elle est absente et évitant d'intervenir dans les zones où elle est présente, ou bien avec des précautions particulières :

- ne pas manipuler la plante (ne pas chercher à la couper, bruler, etc..)
- ne pas rouler avec des engins mécaniques autour de la plante
- ne pas dessoucher un arbre dans un rayon allant de 5 à 10 m autour du foyer de renouée (en fonction de sa taille ; il faut savoir que les rhizomes sont très invasif : moins d'un centimètre suffit pour faire repartir un plant ; ces rhizomes peuvent être très étendu autour de la plante)

*Se reporter à la fiche ci-après pour plus de détails.*

Cf. ci-dessous pour le plan d'éradication

- **Buddleia, ou Arbre à papillons** : cette espèce semble, sur le bassin, plutôt bien concurrencée par les espèces pionnières comme les saules. Ainsi, sont éradication n'est pas un objectif, mais nous préconisons de prévenir sa prolifération. Il s'agit par exemple de :
  - ne pas couper les jeunes pousses ou des arbustes de Buddleia, cela favorise leur reprise. Dans une zone où le peuplement serait exclusivement constitué de buddléia, il conviendrait d'effectuer quelques coupes accompagnées d'un badigeonnage immédiat de la souche par un herbicide systémique (glyphosate) car l'arbuste rejette vigoureusement de souche après la coupe. Une bouture de saule devrait être plantée à coté pour concurrencer l'espèce.
  - couper les inflorescences fanées avant qu'elles ne fructifient. Cela permet de limiter la propagation des semences

*Se reporter à la fiche ci-après pour plus de détails.*

- **Ailante** : cette espèce semble de plus en plus présente sur le bassin ; il est important de limiter sa propagation :
  - Jeunes pousses : arracher manuellement les plantules, de préférence sur un sol humide, et faire bien attention **à extraire tout le système racinaire**, chaque fragment de racine peut donner naissance à un nouvel individu.

    **ATTENTION** : cette **opération est très délicate** (comme dans le cas de la renouée) ; elle doit être menée TRES MINUCIEUSEMETN au risque d'avoir l'effet inverse : augmenter sa prolifération. Il vaut mieux NE RIEN FAIRE que de ne pas être suffisamment précis.
  - Couper/faucher les jeunes plants AVANT LA FLORAISON, qui a lieu au printemps. Cette opération doit être répétée.
  - Ne pas disséminer le moindre fragments de racine.

*Se reporter à la fiche ci-après pour plus de détails.*

- **Robinier faux-acacia :** cette espèce est relativement peu présente sur le bassin. Il s'agit de prévenir sa prolifération en ne manipulant pas la plante car la multiplication végétative est d'autant plus productive qu'elle est en situation de stress (coupe, brûlage,…).

*Se reporter à la fiche ci-après pour plus de détails.*

**Eradication de la Renouée du Japon** :

L'éradication de la renouée du Japon est extrêmement difficile. Il s'agira de faire intervenir un bureau spécialisé pour mettre en place une stratégie de lutte efficace et sure.

| TECHNIQUE | FICHES TECHNIQUES A CONSULTER |
|---|---|
| | |

| ESTIMATION DU COUT DE L'ACTION |
|---|
| Phase 4 |

| GAINS ESCOMPTES / AVANTAGES | INCONVENIENTS / CONTRAINTES |
|---|---|
| La lutte contre les invasives permet de lutter contre la régression des espèces, faune et flore, locales et la banalisation paysagère | Mise en œuvre délicate - risque d'accentuer la prolifération |

*Fiche issue de la Fédération des Conservatoires Botaniques Nationaux (2010)*

# *Reynoutria japonica* Houtt.

## La Renouée du Japon

Plantae, Spermatophytes, Angiospermes, Dicotylédones, Caryophyllales, Polygonaceae

### Synonymes :

*Fallopia japonica* (Houtt.) Ronse Decraene
*Polygonum cuspidatum* Siebold & Zucc.
*Polygonum reynoutria* Makino
*Polygonum sieboldii* Reinw. ex de Vries
*Polygonum zuccarinii* Small
*Pleuropterus cuspidatus* (Siebold & Zucc.) H. Gross
*Tiniaria cuspidata* (Houtt.) Hedberg

**Fiche réalisée par la Fédération des Conservatoires botaniques nationaux**

© Morvant Y. CBN Méditerranéen de Porquerolles



## Description générale

Plante herbacée, vivace rhizomateuse, à port buissonnant. Annuellement, elle forme des tiges aériennes robustes, souvent tachetées de rouge (forme de lenticelle) et pouvant atteindre 3 m de hauteur et 4 cm de diamètre, formant de vastes massifs denses. Elle possède des rhizomes, tiges souterraines bien développées et lignifiées, assurant la pérennité de la plante et permettant la reproduction végétative. Elles peuvent atteindre 15-20 m de long et pénétrer dans le sol jusqu'à 2-3 m de profondeur. Des racines adventives sont émises des rhizomes. Son limbe foliaire est largement ovale, atteignant 20 cm de long et est brusquement tronqué à la base. Les fleurs de couleur blanc-crème et blanc verdâtre se développent en panicule plus ou moins lâches de 8-12 cm de longueur.

## Biologie/Ecologie

### Reproduction

Plante dioïque (pied mâle et pied femelle) à floraison automnale (août-octobre) et pollinisation entomophile.

**Reproduction sexuée** : En France, seuls des individus mâles stériles sont connus sur le territoire. La formation de graines est réalisée par fécondation croisée avec le pollen de *Reynoutria sachalinensis*, donnant naissance à un hybride *Reynoutria* x *bohemica*. La production de graines viables est rare et les plantules sont généralement bloquées dans leur développement. Quand il y a production de graines, les akènes ailés sont dispersés par le vent et l'eau.

**Reproduction asexuée** : Principal mode de reproduction de la plante à partir des fragments de rhizomes et de bouture de tiges à partir des nœuds. 7g de fragment de rhizome suffisent à renouveler un individu.

### Mode de propagation

Dans l'aire d'introduction, la plante se dissémine rarement par ses graines. La conquête de nouveaux territoires se fait donc par la multiplication végétative qui est facilitée par l'eau, l'érosion des berges, les rivières et, parfois, les animaux qui ont tendance à transporter des fragments de la plante. L'homme intervient dans sa propagation par le déplacement de terres contaminées par les plantes, à l'occasion de travaux de génie civil et rural (construction de routes et autres voie de communication, réseaux d'assainissements, aménagements de cours d'eau, d'espaces verts, etc.).

### Risque de prolifération

**Risque élevé**
**(34 points)**

### Prédateurs connus/herbivores

Comestible pour les moutons, les ânes, les chèvres, les vaches et les chevaux. Le moineau domestique se nourrit des akènes et les fourmis attaquent les bases des feuilles. La plante sert d'hôte à plusieurs champignons. Bien que les insectes herbivores puissent dévorer jusqu'à plus de 40% de la surface foliaire, ces prédateurs ne causent pas des dommages suffisants pour arrêter la propagation.

## Exigences d'habitat

Dans son aire de répartition naturelle, la plante est une espèce pionnière des pentes de volcans jusqu'à des altitudes pouvant atteindre 2500 m. Elle se développe également le long des ruisseaux. Elle préfère les environnements ensoleillés à mi-ombragés, les sols drainés voire légèrement humides. Elle affectionne les sols riches en azote, mais préfère largement les sols acides (pH 3-8).

## Distribution

### Origine géographique

Asie orientale (régions méridionales et océaniques)

### Modalités d'apparition

Introduction délibérée en Europe en 1825 comme plante ornementale, fourragère, mellifère et fixatrice du sol. En raison de sa floraison exceptionnelle, *R. japonica* est devenue une plante populaire dans les jardins victoriens de l'Europe, remportant une médaille d'or en 1847 de la Société de l'agriculture et l'horticulture à Utrecht comme la plante la plus "intéressante" de l'année. Elle s'est naturalisée à la fin du 19ème siècle et a débuté sa colonisation exponentielle vers le milieu du 20ème siècle.

### Distribution en France

L'ensemble du territoire français est colonisé par la Renouée du Japon.



Carte de présence de *Reynoutria japonica* Houtt. sur le territoire national
Source: Réseau des CBN, Décembre 2009

### Distribution en Europe

L'espèce est largement répandue en Europe de l'ouest (Allemagne), du nord (Royaume-Uni, Danemark, Finlande, Norvège) et de l'est (Pologne, Russie), ainsi que dans les pays de l'Europe du sud (Italie, Croatie, Macédoine, Bosnie-Herzégovine).

### Habitat(s) colonisé(s)

Elle forme des peuplements monospécifiques étendus principalement sur les rives de cours d'eau et les zones d'alluvions. La bonne alimentation en eau et la richesse du substrat en éléments nutritifs lui permettent d'avoir une croissance et une compétitivité optimales. Elle colonise également les milieux perturbés et rudéralisés comme les bords de route, les talus ou les terrains abandonnés où elle résiste à une certaine sécheresse grâce à ses rhizomes profonds et étendus. On la trouve aussi en bordure de lisière forestière et elle colonise les forêts alluviales (peupleraies, aulnaies, frênaies humides, saulaies...).

## Usages actuels

**Ornement** : Espèce attrayante par sa croissance rapide et son aspect décoratif. Elle ne semble pas être commercialisée en France, mais peut se trouver ponctuellement sur certains sites d'horticulteurs étrangers ou de jardiniers amateurs (récolte de graines).

**Aménagement** : Non documenté.

**Médical** : Espèce utilisée dans la pharmacopée traditionnelle chinoise.

**Autres usages** : Non documenté.

## Impacts sur la biodiversité

La Renouée du Japon est une espèce très compétitrice du fait de la rapidité de sa croissance et de la canopée formée par son feuillage et sa densité en tiges. Elle forme des peuplements monospécifiques qui ont un effet :

**Sur le fonctionnement des écosystèmes**

- Recyclage des nutriments : augmentation de la dynamique du cycle de l'azote (N), de la teneur en potassium et manganèse dans les sites envahis, du recyclage des éléments nutritifs et de la fertilité des sols. (Vanderhoeven et al. 2005 ; Aguilera et al. 2009).
- Epaisseur/Décomposition de la litière : accélération ou diminution de la vitesse de décomposition de la litière en fonction des milieux envahis (Lecerf et al. 2007; Koutika et al. 2007; Dassonville et al.2007), épaississement de la litière (Maerz et al. 2005).
- Altération physique du sol: diminution de l'épaisseur de l'horizon A des sols (Maurel et al. 2009), augmentation du sapement et de l'érosion des berges (Barney et al. 2006). Réduction de la diversité physique des berges (Vermeil 2004).
- Déviation de la circulation des eaux (Barney et al. 2006) et pollutions organiques des eaux du fait de la biomasse importante qui est produite et de la mauvaise décomposition des feuilles.

**Sur la structure des communautés végétales en place**

- Création d'une nouvelle strate de végétation dans les milieux envahis (Maerz et al. 2005).
- Diminution de la couverture herbacée (Maurel et al. 2009).

**Sur la composition des communautés végétales en place**

- Diminution significative des Poaceae (Maurel et al. 2009).
- Diminution du recouvrement et de la richesse spécifique d'espèces indigènes (Gerber et al. 2005 ; Maerz et al. 2005).
- Diminution de la diversité spécifique au niveau des sites envahis (Aguilera et al. 2009 ; Hejda et al. 2009) et de la richesse spécifique (Hejda et al. 2009).
- Homogénéisation de la banque de graines du sol (Gioria & Bruce 2009).

**Sur les interactions avec les espèces indigènes animales et végétales**

- Diminution des assemblages d'invertébrés terrestres dans les sites envahis (Gerber et al. 2005 ; 2008a).
- Augmentation des invertébrés aquatiques déchiqueteurs (Trichoptères), du fait de l'accumulation de la litière dans les sites envahis (Lecerf et al. 2007).
- Modifications de l'abondance et de la richesse en Coléoptères, variables en fonction des guildes trophiques (diminution des herbivores et des prédateurs, augmentation des détritivores (Topp et al. 2008).
- Modifications de l'abondance et de la richesse de la macrofaune (Gastropodes, Isopodes et Diplopodes, Opiliones) (Kappes et al. 2007).
- Dégradation de la qualité de l'habitat des amphibiens du fait de la diminution des insectes dans les sites envahis (Maerz et al. 2005).
- Diminution du recouvrement des espèces indigènes par compétition (Maurel et al. 2009).
- Modifications sur les assemblages de pollinisateurs en fonction des saisons (Gerber et al. 2008b).

**Sur les espèces/habitats à fort enjeux de conservation**

- Menaces sur les espèces à valeur patrimoniale, par exemple l'Angélique des estuaires, *Angelica heterocarpa* (Lloyd), espèce endémique de quelques estuaires français, protégée par la réglementation nationale (Liste Rouge, arrêté du 20 janvier 1982) et européenne (espèce prioritaire de la Directive Habitats) (Muller 2004).

## Autres impacts

**Impact sur la santé:** Non documenté.

**Impact sur les usages :**

- Limitation de la circulation et de l'accès des usagers en particuliers des pêcheurs aux rives des cours d'eau.
- Dégradation des ouvrages (ponts, vannages…) suite à la création d'embâcles sur le cours d'eau.
- Pose de nombreux problèmes aux gestionnaires d'espaces publics, aux particuliers et aux agents de l'Équipement et des collectivités locales qui n'arrivent plus à maîtriser sa prolifération.

**Impact économique :** Non documenté

## Espèces proches à risque

*Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai et *Reynoutria* x *bohemica* Chrtek & Chrtkova

## Gestion

**Arrachage manuel** :

- Extraction des rhizomes du sol. Méthode fastidieuse et illusoire. Cette technique se révèle peu efficace car il est difficile d'extraire l'ensemble des rhizomes du sol.

**Mécanique** :

- Fauche : La Renouée du Japon réagit à cette perturbation en augmentant les densités des tiges et en diminuant la hauteur et le diamètre des tiges. Les diminutions des hauteurs font suite à l'épuisement des réserves durant l'année entraînant une vitalité moindre de la plante. L'efficacité du contrôle est accrue en augmentant le nombre de fauches dans l'année ce qui permettra d'épuiser les réserves de la plante, et en appliquant un certains nombre de mesures sur le site de fauche : lors des dégagements et des fauches, couper les tiges en-dessous du premier nœud, entasser les tiges sur le site même, pour limiter le transport et le risque de contamination, stocker les résidus de fauche sur bâche en milieu ouvert et hors zone inondable, recouvrir le tas pour éviter toute dispersion par le vent, laisser sécher les résidus pour les brûler dès que possible, retourner le tas 2-3 semaines plus tard pour favoriser le séchage, surveiller qu'aucun résidu ne s'enracine et , lorsque c'est le cas, l'extraire immédiatement, nettoyer les outils, les pneus et chenilles des véhicules. Suivre la gestion tous les mois pendant plusieurs années. Cette méthode de lutte est encore plus efficace quand elle est couplée avec d'autres mesures comme le reboisement.

**Chimique** :

- Traitements phytocides à base de substances rémanentes (glyphosphates). Cette technique ne donne des résultats qu'à court terme, car elle ne traite que la partie aérienne des plantes. De plus, ces techniques non sélectives détruisent les espèces en place et peuvent présenter un risque pour la santé humaine, d'où la volonté de s'engager dans des voies alternatives.

**Biologique/Ecologique** :

- Lutte biologique : Des études sont actuellement en cours (Schnitzler & Schlesier 1997) sur l'introduction d'herbivores japonais spécifiques à la Renouée du Japon comme *Gallerucida nigromaculata*. Ces herbivores semblent provoquer des dommages très importants sur les populations.
- Renaturation du milieu alluvial par la reconstitution des peuplements forestiers et des ripisylves.

## Références, liens et bibliographie

**Articles:**


- Aguilera A.G., Alpert P., Dukes J.S., Harrington R. 2009. Impacts of the invasive plant *Fallopia japonica* (Houtt.) on plant communities and ecosystem processes. *Biological Invasions* DOI 10.1007/s10530-009-9543-z.
- Barney J.N., Tharayil N., DiTommaso A., Bhowmik P.C. 2006. The Biology of Invasive Alien Plants in Canada. Polygonum cuspidatum Sieb. & Zucc. [= Fallopia japonica (Houtt.) Ronse Decr.]. *Canadian Journal of Plant Science* 86: 887-905.
- Dassonville N., Vanderhoeven S., Gruber W., Meerts P. 2007. Invasion by *Fallopia japonica* increases topsoil mineral nutrient concentration. *Ecoscience* 14: 230-240.
- Gerber E., Krebs C., Murrell C., Moretti M., Rocklin R., Schaffner U. 2008a. Exotic invasive knotweeds (*Fallopia* spp.) negatively affect native plant and invertebrate assemblages in European riparian habitats. *Biological Conservation* 141: 646-654.
- Gioria M., Bruce O. 2009. Similarities in the impact of three large invasive plant species on soil seed bank communities. *Biological Invasions* DOI 10.1007/s10530-009-9580-7.
- Hejda M., Pysek P., Jarosík V. 2009. Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. *Journal of Ecology* 97: 393-403.
- Kappes H., Lay R., Topp W. 2007. Changes in Different Trophic Levels of Litter-dwelling Macrofauna Associated with Giant Knotweed Invasion. *Ecosystems* 10: 734-744.
- Koutika L-S., Vanderhoeven S., Chapuis-Lardy L., Dassonville N., Meerts P. 2007. Assessment of changes in soil organic matter after invasion by exotic plant species. ***Biology** and **Fertility** of **Soils*** 44: 331-341.
- Lecerf A., Patfield D., Boiche A., Riipinen M., Chauvet E., Dobson M. 2007. Stream ecosystems respond to riparian invasion by japanese knotweed (*Fallopia japonica*). *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences* 64: 1273-1283.
- Maerz J.C., Blossey B. and Nuzzo V. 2005. Green frogs show reduced foraging success in habitats invaded by Japanese knotweed. *Biodiversity and Conservation* 14: 2901-291.

*Fiches issues de l'AME, ARPE-PACA (2003)*

FICHE N°6

## *Buddleja davidii* Franchet

## Buddleia ou Arbre aux papillons

Famille: Buddlejacées



© Ph. Martin /Ecologistes de l'Euzière



© Virgile Noble /CBNMP

# DESCRIPTION

Arbuste de 1 à 5 m de haut. Port évasé. Feuillage caduc à semi-persistant. Rameaux quadrangulaires assez souples.
Le nom de genre "Buddleja" fait référence au botaniste anglais Adam Buddle (1660-1715), le nom de genre "davidii" au père Armand David (1826-1900). Cette espèce produit un nectar qui attire papillons, abeilles et autres insectes, d'où son nom commun "Arbre aux papillons".

**Feuilles:** opposées, lancéolées, de 10 à 30 cm de long. Bords légèrement dentés, face supérieure vert foncé presque glabre, face inférieure blanche tomenteuse.

**Fleurs:** regroupées en inflorescences denses et pointues mesurant environ 35 cm de long. Fleurs hermaphrodites parfumées, de petite taille (10 mm x 3 mm). Corolle en forme de tube qui se termine par 4 lobes, de couleur blanche à pourpre selon les variétés, avec une tâche orange au centre.
Floraison de juillet à octobre.

**Fruits:** petites capsules de 8 mm de long.
Fructification de septembre à décembre.

## Reproduction en milieu naturel

Le Buddleia est pollinisé par les insectes, notamment les papillons. A maturité, les fruits se fendent en deux et libèrent de nombreuses graines (3 millions de graines par an et par plant) qui sont transportées sur de grandes distances par le vent, l'eau ou les véhicules automobiles. Ces graines entrent en dormance et peuvent rester dans le sol de nombreuses années. Le Buddleia parvient à coloniser une nouvelle zone en une à deux années à partir de semis. Chaque arbuste peut fleurir et fructifier dès la première année.

Cet arbuste a une croissance très rapide et rejette de souche si on le coupe. Il peut atteindre une taille de 2 m un an après avoir été coupé à la base. Il peut se propager le long des cours d'eau par bouturage des tiges.

## Habitat et répartition

Le Buddleia se développe plutôt dans les sites ouverts et perturbés comme les voies de chemin de fer, les bords de routes, les murs, les falaises, les chantiers, les friches et les ruines. Il colonise surtout les bords de cours d'eau jusqu'à plus de 2000 m d'altitude. On le retrouve parfois en forêt.

Il est originaire des zones montagnardes de Chine.
Il se développe sous les climats océanique, méditerranéen et continental. On le retrouve en Nouvelle-Zélande, dans le sud-est de l'Australie, sur les îles du Pacifique, aux Etats-Unis et dans l'ouest de l'Europe (notamment sur les îles de Grande Bretagne et jusqu'à Berg en Norvège).
En France, il est présent dans les Pyrénées, en Gironde, dans les Alpes-Maritimes, en Bretagne et dans le Bassin parisien.

© AME URARPE PACA 2003



www.arne-r.org



© Virgile Noble /CBNMP

Envahissement par *B. davidii* dans les Pyrénées-Orientales

FICHE N°6

*Buddleja davidii* Franchet
Buddleia ou Arbre aux papillons

## Historique

Le missionnaire français Armand David a découvert le Buddleia en Chine et l'a décrit en 1869 ; il l'a introduit au Jardin de Kew (Londres) en 1896. Peu de temps après, l'Abbé Joseph Soulié l'a cultivé en France, dans la propriété de la famille Vilmorin. L'arbuste a plus largement été mis en culture à partir de 1916. Il a rapidement envahi les zones perturbées, plus particulièrement les décombres des villes bombardées pendant la 2nde guerre mondiale.

# COMPORTEMENT EN MILIEU NATUREL

**Plantes de substitution:**
Pour l'ornement, deux espèces sont indiquées :
*Buddleja "Lochinch"*
*(B. davidii x B. fallowiana)*
(Buddléjacées), est un hydride stérile dont les parents sont originaires de Chine. Il a l'apparence du Buddleia et résiste lui aussi au froid et à la sécheresse.
*Syringa persica* L., (Oléacées), le Lilas de Perse est un arbuste dont les nombreuses fleurs roses éclosent au printemps.



© Olivier Filippi

*Buddleja "Lochinch"*



© Olivier Filippi /CBNMP

*Syringa persica*

### Nuisances

Les peuplements denses de Buddleia concurrencent la végétation autochtone des cours d'eau et empêchent la reproduction et l'installation d'autres espèces d'arbres et d'arbustes. Le Buddleia est un colonisateur à courte durée de vie (l'individu le plus vieux ayant été trouvé a 37 ans). Les plus grosses densités d'envahissement seraient observées les dix premières années.
Les colonies monospécifiques de Buddleia empêchent l'accès aux cours d'eau. Les plants, superficiellement enracinés, sont facilement emportés lors des crues, formant des embâcles et provoquant l'érosion des berges.

### Contrôle

Les moyens de lutte connus à ce jour ne sont applicables que sur de faibles peuplements au stade initial d'envahissement.
Couper les inflorescences fanées avant qu'elles ne fructifient n'est qu'une technique préventive, mais permet de limiter la propagation des semences.
Les perturbations du milieu occasionnées par l'arrachage des jeunes pousses ou des arbustes de Buddleia favorisent son développement. Après arrachage, la plantation d'une espèce désirée est préconisée. Il est nécessaire d'éliminer les individus arrachés qui risquent de bouturer.
Quand il est coupé, le Buddleia rejette de souche très vigoureusement. Toute coupe doit être effectuée à la base du plant et accompagnée d'un badigeonnage immédiat de la souche par un herbicide* systémique.
Des chercheurs de Nouvelle-Zélande étudient actuellement la possibilité de lutte biologique avec le coléoptère *Cleopus japonicus.*

# UTILISATION EN CULTURE

Une fois installé, le Buddleia tolère tout type de sol. Il préfère cependant les terrains bien drainés. Il affectionne les emplacements très ensoleillés mais supporte la mi-ombre. Il résiste à la sécheresse et à la pollution urbaine, ce qui lui vaut d'être planté en masse pour les aménagements paysagers. Son parfum délicat attire les papillons. Cette plante est appréciée pour l'ornement, plantée isolée, en haies ou en bordures.

### Précautions d'emploi

Cet arbuste est très approprié au milieu urbain. Il est déconseillé de le planter à proximité d'un espace naturel ou d'une voie de propagation (bord de route, voie de chemin de fer, cours d'eau,…).
*Buddleja alternifolia* L., espèce originaire de Chine, lui ressemble beaucoup. Elle ne doit pas être utilisée car elle est très envahissante aux Etats-Unis.

© AME URARPE PACA 2003

Plantes envahissantes de la région méditerranéenne

www.arne-r.org

FICHE N°14

# *Robinia pseudoacacia* L.

## Robinier faux-acacia

**Famille :** Papilionacées (= Fabacées)



© Ph. Martin/Ecologistes de l'Euzière

## DESCRIPTION

Arbre de 10 à 25 m de haut. Feuillage caduc. Ecorce gris-brun profondément fissurée. "Robinia" rend hommage à Jean Robin (1550-1629), botaniste d'Henri IV. Les premiers naturalistes classèrent par erreur cette espèce dans le genre "Acacia" (Mimosas en français), "pseudoacacia" a été conservé en souvenir de cette première appellation.

**Feuilles :** alternes, de 20 cm de long, composées de 6 à 20 folioles elliptiques, claires sur la face inférieure. Les 2 stipules sont transformées en épines piquantes.

**Fleurs :** regroupées en grappes pendantes et odorantes de 10 à 20 cm de long, corolle de 2 cm environ, blanche à étendard jaune à la base.
Floraison de mai à juillet.

**Fruits :** gousses marron, plates, de 5 à 10 cm de long contenant 4 à 8 graines.
Fructification en octobre.



© Joseph Brundu/AMAP/CIRAD

Tronc



© Franck Hallerau/AMAP

Fruits

© Ph. Martin/Ecologistes de l'Euzière

## Reproduction en milieu naturel

Les fleurs sont pollinisées par les insectes, notamment par les abeilles. Les gousses sont transportées par le vent ou s'ouvrent sur l'arbre en hiver et au printemps. Parmi les nombreuses graines libérées, très peu germent car leurs téguments extérieurs doivent être usés ou rompus (scarifiés).

Le Robinier faux-acacia a une croissance rapide (de 0,4 à 1,2 cm par jour en début de croissance). Il assure son expansion grâce à ses grandes capacités à drageonner et à rejeter de souche. La multiplication végétative est d'autant plus productive que la plante est en situation de stress (coupe, brûlage,…).

## Habitat et répartition

Le Robinier faux-acacia se rencontre abondamment dans les milieux ouverts et perturbés : bords de routes ou de voies ferrées, pâtures, friches et talus. Il s'est également naturalisé dans les forêts de montagne, les prairies et les bords de rivières.

Il est originaire de l'est des Etats-Unis (chaîne des Appalaches) où le climat est tempéré-humide. On le retrouve sur tout le continent américain, en Asie tempérée, en Afrique du Nord, en Australie, en Nouvelle-Zélande et en Europe.
Il est très présent dans le centre et le sud de l'Europe (Angleterre, Allemagne, Roumanie, Hongrie, Turquie, Espagne,…). En France, on le rencontre sur tout le territoire.

## Confusions possibles

*Sophora japonica* L., (Fabacées), arbre pouvant atteindre 25 m, originaire de Chine. Folioles à extrémité pointue. Ecorce presque lisse.

© AME LERAPE PACA 2003

Plantes envahissantes de la région méditerranéenne

www.ame-lr.org

FICHE N°14

*Robinia pseudoacacia* L.
Robinier faux-acacia



© Franck Hallerau/AMAP

Envahissement par *R. pseudoacacia*

**Plantes de substitution :**
Pour la végétalisation de sols inertes, il existe un cortège de Papilionacées locales qui résistent à la sécheresse et ont une croissance rapide.
Ces espèces sont *Colutea arborescens* L., *Coronilla glauca* L. et *Calicotome spinosa* (L.) Link.
Ces plantes entrent en symbiose avec des bactéries du sol connues sous le nom de "rhizobiums". L'association de la plante et de la bactérie conduit à la formation de nodosités au niveau des racines. Ces dernières sont le siège de la fixation de l'azote. Pour optimiser le fonctionnement de cette symbiose, les rhizobiums peuvent être apportés dans le substrat de culture en pépinière. Elles fixent le sol et l'enrichissent en azote. Le couvert végétal et la litière qu'elles constituent favorisent la venue d'espèces spontanées.
*Sorbus domestica* L. (Rosacées), le Sorbier ou Cornier, est indiqué pour l'ornement. Cet arbre de 5 à 10 m de haut est originaire du centre et du Sud de l'Europe. Ses fleurs sont blanches, ses fruits sont comestibles.
Il se développe plutôt sur sols calcaires.



© Ph. Martin/Ecologistes de l'Euzière

*Calicotome spinosa*

## Historique

Le Robinier faux-acacia a été introduit d'Amérique du Nord en Europe en 1601. Le premier spécimen a été planté à Paris par Jean Robin, d'abord Place Dauphine, puis transplanté au Jardin des Plantes où l'on peut toujours l'admirer. C'est l'arbre nord-américain le plus planté au monde. En France, c'est à partir de plantations (actuellement environ 100 000 ha) que cet arbre s'est facilement naturalisé puis s'est propagé dans toute l'Europe.

## COMPORTEMENT EN MILIEU NATUREL

**Nuisances**
Le Robinier faux-acacia est considéré comme envahissant dans la quasi totalité de son aire de répartition. C'est un arbre agressif qui empêche la croissance des espèces natives. Dans les Cévennes, en bord de cours d'eau, ses peuplements denses privent le castor des plantes dont il s'alimente. Il modifie fortement les écosystèmes qu'il colonise. En Suisse et dans le nord de l'Italie, il s'est substitué à des forêts entières de châtaigniers. La litière qu'il produit est très riche en azote et favorise l'installation d'espèces nitrophiles.
Il contient de la robine (dans l'écorce) et de la robinine (dans les feuilles, les fleurs et les graines). Ces deux substances sont toxiques pour l'homme (gastro-entérite en cas d'ingestion).

**Contrôle**
Une fauche annuelle limite la propagation de jeunes semis d'un an dont le système racinaire n'est pas encore développé. La coupe, l'écorçage ou le brûlage des arbres adultes, employés seuls, sont à proscrire. Ces techniques mécaniques entraînent des rejets de souches et un fort drageonnement des arbres traités. Elles sont donc souvent associées à un traitement chimique. Un herbicide* appliqué à la base d'un jeune arbre ou sur une souche coupée au niveau du sol donne de bons résultats. Les jeunes plants peuvent être traités avec succès en badigeonnant leur feuillage. Par contre, le badigeonnage de troncs écorcés n'est pas satisfaisant.
Le Robinier faux-acacia craint la concurrence et ne tolère pas l'ombre. Dans les zones dégradées, le passage du bulldozer suivi de la plantation d'une espèce couvrante limiterait les rejets et les drageons.
Dans tous les cas, il est nécessaire d'assurer un suivi de plusieurs années sur les parcelles traitées.

## UTILISATION EN CULTURE

Le Robinier faux-acacia fixe l'azote atmosphérique (voir "Espèces de substitution"). Il peut ainsi coloniser les sols pauvres, très acides et pollués. Il préfère cependant les sols sableux à argileux, bien drainés. C'est un arbre très robuste, il résiste à la sécheresse et au grand froid.
Il est planté pour l'ornement, isolé ou en haies. Il est utilisé pour la végétalisation de talus, de décharges, d'anciennes mines et de terrains pollués car son système racinaire stabilise le sol et l'enrichit en azote.
Il est largement cultivé pour ses qualités mellifères ainsi que pour la production de son bois, considéré comme l'un des meilleurs pour sa résistance.

**Précautions d'emploi**
L'utilisation de cette espèce est à proscrire dans les espaces naturels protégés et à leurs proximités.
Le Robinier faux-acacia pourra éventuellement être employé en végétalisation dans les cas de sols très pollués.

© AME LERAPE PACA 2003

Plantes envahissantes de la région méditerranéenne

www.ame-lr.org

*Fiche issue de la Fédération des Conservatoires Botaniques Nationaux (2010)*

# *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle

## Le Faux-vernis du Japon

Plantae, Spermatophytes, Angiospermes, Dicotylédones, Sapindales, Simaroubaceae

**Synonymes :**

*Ailanthus cacodendron* (Ehrh.) Schinz & Thell.
*Ailanthus giraldii* Drude
*Ailanthus glandulosa* Desf.
*Ailanthus peregrina* (Buchoy) F. A. Barkley
*Ailanthus rhodoptera* F. Muell.
*Ailanthus sutchuenensis* Dode
*Pongelion cacodendron* (Ehrh.) Degen
*Rhus cacodendron* Ehrh.
*Toxicodendron altissimum* Mill.

**Fiche réalisée par la Fédération des Conservatoires botaniques nationaux**

Conservatoires Botaniques Nationaux
FÉDÉRATION



© Spinosi P. CBN Corse

## Description générale

Arbre dioïque à feuillage caduc pouvant atteindre 30 m de haut. Le tronc est droit, à écorce grise et lisse, et supporte un houppier dense en forme de boule. Les feuilles de couleur vert-foncé, à disposition alterne, sont subdivisées en 6 à 12 paires de folioles lancéolées de 7 à 12 cm chacune. Ces folioles présentent une base tronquée et sont munies de 1 à 4 dents se terminant par une glande noire mellifère. Le froissement des feuilles dégage une odeur désagréable. Les fleurs plus nombreuses sur les pieds mâles (3 à 4 fois plus abondantes), sont regroupées en inflorescences terminales de 10 à 20 cm de long, de forme pyramidale. Elles sont de petite taille et de couleur jaune-verdâtre sécrétant une odeur forte et désagréable. Les fruits sont composés de 3 samares indépendantes (fruits ailés), de 3 à 4 cm de long, rougeâtres, contenant 1 graine en leur centre.

## Biologie/Ecologie

### Reproduction

Arbre dioïque (pied mâle et pied femelle) à floraison printanière (avril-juillet) et pollinisation entomo/anémophile.

**Reproduction sexuée** : Les fleurs apparaissent au printemps. La forte odeur émise par les nombreuses fleurs attire les abeilles, les coléoptères et autres insectes qui les pollinisent. Ces dernières peuvent aussi être pollinisées par le vent. Les nombreuses graines produites (300 000 graines par arbre et par an) sont ensuite disséminées et germent facilement une fois arrivées sur le sol.

**Reproduction asexuée** : Capacité de reproduction végétative à partir des racines. Chaque fragment de racine peut donner naissance à un nouvel individu.

### Mode de propagation

La plante se dissémine grâce à ses samares, bien adaptées à la dispersion par le vent du fait de leur légèreté et de la présence d'expansions ailées facilitant la prise au vent. Elles peuvent parfois être transportées par l'eau lorsqu'elles colonisent des habitats humides. Cette espèce se propage également par les extensions racinaires émises. Ces nombreux drageons et rejets de souche sont produits en quantité notamment quand la plante est stressée (taille, blessure, coupe,…) et lui permettent de conquérir de nouveaux territoire. Ils peuvent en effet apparaitre jusqu'à 15 m du pied mère.

### Risque de prolifération

**Risque élevé**
**(33 points)**

### Prédateurs connus/herbivores

En dehors de son aire de répartition naturelle, l'Ailante présente une forte résistance aux herbivores (insectes). Ceci est lié à la composition chimique de ses tissus. Il est cependant toléré par certains escargots, herbivores généralistes, comme par exemple, *Cepaea hortensis*, l'escargot des jardins. Ces prédateurs ne causent cependant pas des dommages suffisants pour arrêter la propagation. Les rongeurs ne semblent pas avoir d'effet sur la survie des semences d'Ailante (évitement ou préférence pour les semences des espèces d'arbres indigènes).

## Exigences d'habitat

Dans son aire d'introduction, l'Ailante se développe dans les zones boisées. Espèce peu exigeante, elle a la capacité de croître dans des sols pauvres et sous des conditions stressantes de l'environnement, dans des situations sèches. Elle préfère toutefois les sols acides aux sols calcaires et est capable de croitre sur des sols à faible teneur en phosphore, sur des sols argileux lourds avec peu de nutriments et d'oxygène. Elle est robuste et résiste au froid (jusqu'à - 13°C) et à la pollution atmosphérique (elle absorbe le sulfure et le mercure) ainsi qu'aux poussières industrielles.

## Distribution

### Origine géographique

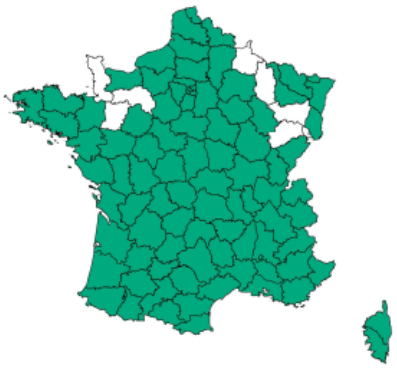
Du Sud de la Chine à l'Australie

### Modalités d'apparition

Plante introduite en 1750 en Europe par le père jésuite Chéron d'Incarville qui a expédié de Chine des plants d'Ailante au Chelsea Physic Garden de Londres en 1751 et vers 1760, au Jardin Botanique de Padoue en Italie. L'espèce a longtemps été confondue avec *Rhus verniciflua* qui avait été introduit antérieurement. La culture de cet arbre comme plante ornementale s'est diffusée pendant la seconde moitié du 18ème siècle. Il a été planté en France en 1786 afin de réaliser des alignements de ligneux dans les avenues et remplacer le tilleul dans les parcs urbains, mais aussi pour l'élevage du ver à soie *Philosamia cynthia ricini* (Dury).

### Distribution en France

Il est présent sur l'ensemble du territoire mais très abondant dans le sud du pays, notamment sur le pourtour méditerranéen.



Carte de présence d'*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle sur le territoire national
Source: réseau des CBN, décembre 2009

### Distribution en Europe

L'Ailante est largement répandu dans les pays de l'Europe du Sud (Albanie, Corse, Espagne, Grèce, Italie, Portugal, Yougoslavie) et de l'Ouest (Suisse).

### Habitat(s) colonisé(s)

Le Faux-vernis du Japon colonise essentiellement les sites perturbés comme les remblais des voies ferroviaires, les talus de bords de routes, les anciennes mines, les terrains vagues les anciennes friches ou les champs. Il colonise également certains milieux naturels ouverts comme les terrains sablonneux du littoral et les ripisylves.

## Usages actuels

**Ornement** : Espèce commercialisée (pépinière, internet) à destination des jardiniers pour ses qualités ornementales comme arbre à croissance rapide

**Aménagement** : Non documenté.

**Médical** : Non documenté.

**Autres usages** : Non documenté.

## Impacts sur la biodiversité

Les Ailantes sont des arbres à croissance rapide formant des peuplements monospécifiques denses qui ont un effet :

**Sur le fonctionnement des écosystèmes**

- Augmentation de la disponibilité en éléments nutritifs (Calcium échangeable, Potassium échangeable, Azote) et des vitesses de recyclage de l'azote dans le sol de surface, probablement en raison de la concentration en éléments nutritifs extraordinairement élevé dans la litière de feuilles d'ailante (jusqu'à quatre fois plus élevé que dans espèces d'arbres indigènes) (Gómez-Aparicio & Canham 2008).
- Modifications des cycles du Carbone (C) et de l'Azote (N) ainsi que du rapport C / N dans le sol. Ces modifications sont dues aux extraits acides libérés au niveau des racines de l'arbre (Vilà et al. 2006).

**Sur la structure des communautés végétales en place**

- Diminution essentiellement des thérophytes (espèces annuelles) dans les sites envahis, conséquence des substances allélopathiques émises par l'ailante qui inhibent la germination des graines (Heisey 1990 ; De Feo et al. 2003 ; Vilà et al. 2004 ; 2006).

**Sur la composition des communautés végétales en place**

- Impact modéré sur la diversité des espèces indigènes. Il envahit généralement des sites où la diversité en plantes indigènes et la couverture végétale sont relativement faible (Vilà et al. 2004).
- Diminution essentiellement des thérophytes (espèces annuelles) dans les sites envahis, conséquence des substances allélopathiques émises par l'ailante qui inhibent la germination des graines (Heisey 1990 ; De Feo et al. 2003 ; Vilà et al. 2004 ; 2006).

**Sur les interactions avec les espèces indigènes animales et végétales**

- Emissions de substances allélopathiques (ailanthone) sur les espèces locales. Ces émissions sont proportionnelles à la densité d'ailantes présents dans les alentours des sites cibles. Dans les forêts du nord ouest du Connecticut (Etats-Unis), les émissions ciblent les espèces indigènes arborées, notamment *Quercus rubra* et altèrent la compétition et l'abondance de cette espèce (Gómez-Aparicio & Canham 2008).

**Sur les espèces/habitats à fort enjeux de conservation**

- Impact sur des habitats d'intérêt communautaire (2330: Dunes continentales, anciennes et décalcifiées à pelouses ouvertes à *Corynephorus* et *Agrostis* des dunes continentales ; 6210: Formations herbeuses sèches semi-naturelles et faciès d'embuissonnement) et prioritaires au niveau européen (6110*: Pelouses calcaires karstiques (Alysso-Sedion albi); 6120*: Pelouses calcaires de sables xériques (Koelerion glaucae)) (Romão 1997; Bonnet comm.pers).
- Impacts pour les habitats côtiers des îles méditerranéennes (Kowarick & Saumel 2007).
- Bien qu'en général, les communautés rudérales ne soient pas perçues comme ayant une valeur écologique élevée, elles constituent des communautés à forte diversité, notamment en région méditerranéenne. De nombreuses espèces végétales endémiques et vulnérables sont présentent dans ces habitats et sont donc les plus exposées aux risques d'invasions (Heywood 1995; Verlaque et al. 2001).

## Autres impacts

**Impact sur la santé:** Le pollen d'Ailante peut déclencher des allergies notamment par des réactions croisées avec d'autres types de pollens (Ballero et al. 2003). Le contact avec la sève peut provoquer des dermatoses (Derrick & Darley 1994). Une exposition longue à la sève peut produire une myocardite due à la présence de certaines protéines végétales (Bisognano et al. 2005).

**Impact sur les usages :** Le système racinaire peut endommager les chaussées, des vestiges archéologiques, des murs anciens (Almeida et al. 1994).

**Impact économique :** Non documenté

## Espèces proches à risque

*Rhus* sp. (espèces à préciser)

## Gestion

**Arrachage manuel** :

- Réalisé au Etats-Unis, cela nécessite une main-d'œuvre importante. Les jeunes plantules sont arrachées manuellement, de préférence sur sol humide afin d'extraire l'appareil racinaire, mais cette méthode devient rapidement inefficace car les semis développent rapidement un système racinaire étendu (Kowarick & Saumel 2007).

**Mécanique** :

- Les coupes répétées et le fauchage sont des méthodes de gestion qui pourraient avoir une bonne efficacité contre les colonisations précoces de jeunes plants. Elles peuvent être aussi pratiquées sur des pieds adultes. Les gros arbres doivent être coupés 1 à 2 fois par an, de préférence quand l'arbre fleurit. Coupés, ils rejetteront vigoureusement de souche et renforceront leurs racines, mais aucun fruit n'aura été produit. Ces coupes doivent être répétées pendant plusieurs années afin d'épuiser les réserves de la plante ainsi que la banque de semences. Cette méthode est efficace seulement si l'opération est réitérée et si elle est suivie par un épandage de produits chimiques (Meloche & Murphy 2006).
- L'encerclage de la tige est une technique alternative actuellement expérimentée en Corse par l'Office Nationale des Forêts.

**Chimique** :

- La pulvérisation sur le feuillage de produits à base de glyphosate s'avère être très efficace. Ces pulvérisations foliaires doivent être combinées dans les trois ou quatre semaines qui suivent avec des applications au niveau de l'écorce. Une autre possibilité est le traitement des souches par le Garlon qui doit être effectué immédiatement après la coupe. Bien que le drageonnage des racines soit inévitable après la coupe, cette méthode permettra d'éviter les rejets de souches.

**Biologique/Ecologique** :

- Lutte biologique : L'Ailante a été identifié comme espèce cible pour la lutte biologique classique en Europe (Sheppard et al. 2006). Des études ont été conduites en Chine pour définir des agents de lutte biologiques. Un approfondissement est actuellement en cours sur certains agents présélectionnés.

## Références, liens et bibliographie

### Articles:


- Almeida M.T., Mouga T., Barracosa P. 1994. The weathering ability of higher plants. The case of Ailanthus *altissima* (Miller) Swingle. ***International Biodeterioration and Biodegradation*** 33: 333-343. In: Kowarik I. & Saumel I. 2007. Biological flora of Central Europe: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 8: 207-237.
- Ballero M., Ariu A., Falagiani P., Piu G. 2003. Allergy to Ailanthus altissima (tree of heaven) pollen. *Allergy* 58: 532-533. In: Kowarik I. & Saumel I. 2007. Biological flora of Central Europe: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 8: 207-237.
- Bisognano J.D., McGrody K.S., Spence A.M. 2005. Myocarditis from the Chinese sumac tree. *Annals of Internal Medicine* 143: 159-160. In: Kowarik I. & Saumel I. 2007. Biological flora of Central Europe: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 8: 207-237.
- De Feo V., De Martino L., Quaranta E., Pizza C. 2003. Isolation of phytotoxic compounds from Tree-of-Heaven (Ailanthus altissima Swingle). *Journal of Agriculture, Food and Chemistry* 51: 1177-1180. In: Vilà M., Tessier M., Suehs C.M., Brundu G., Carta L., Galanidis A., Lambdon P., Manca M., Medail F., Moragues E., Traveset A., Troumbis A.Y., Hulme P.E. 2006. Local and regional assessments of the impacts of plant invaders on vegetation structure and soil properties of Mediterranean islands. *Journal of Biogeography* 33: 853-861.
- Derrick E.K., Darley C.R. 1994. Contact reaction to the tree of heaven. *Contact Dermatitis* 30: 178 In: Kowarik I. & Saumel I. 2007. Biological flora of Central Europe: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 8: 207-237.
- Gómez-Aparicio L., Canham C.D. 2008. Neighborhood models of the effects of invasive tree species on ecosystem processes. *Ecological Monographs* (in press).
- Heisey R.M. 1990. Allelopathic and herbicidal effects of extracts from tree of heaven (Ailanthus altissima). *American Journal of Botany* 77: 662-670. In: Vilà M., Tessier M., Suehs C.M., Brundu G., Carta L., Galanidis A., Lambdon P., Manca M., Medail F., Moragues E., Traveset A., Troumbis A.Y., Hulme P.E. 2006. Local and regional assessments of the impacts of plant invaders on vegetation structure and soil properties of Mediterranean islands. *Journal of Biogeography* 33: 853-861.
- Heywood V.H. 1995. The Mediterranean flora in the context of world biodiversity. *Ecologia Mediterranea* 21: 11-18. In: Vilà M., Tessier M., Suehs C.M., Brundu G., Carta L., Galanidis A., Lambdon P., Manca M., Medail F., Moragues E., Traveset A., Troumbis A.Y., Hulme P.E. 2006. Local and regional assessments of the impacts of plant invaders on vegetation structure and soil properties of Mediterranean islands. *Journal of Biogeography* 33: 853-861.
- Kowarik I., Saumel I. 2007. Biological flora of Central Europe: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 8: 207-237.
- Meloche C., Murphy S.D. 2006. Managing Tree-of-Heaven (*Ailanthus altissima*) in Parks and Protected Areas: A Case Study of Rondeau Provincial Park (Ontario, Canada). *Environmental Management* 37: 764-772.
- Sheppard A.W., Shaw R.H., Sforza R. 2006. Top 20 environmental weeds for classical biological control in Europe: a review of opportunities, regulations and other barriers to adoption. ***Weed Research*** 46: 93-117. In: Kowarik I. & Saumel I. 2007. Biological flora of Central Europe: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 8: 207-237.

# PRINCIPES D'INTERVENTIONS PONCTUELLES

FICHE TECHNIQUE V10

## CONTEXTE – PROBLEMATIQUE

Le plan de gestion de la végétation va prévoir d'intervenir sur certains tronçons selon les préceptes présentés dans les fiches techniques. Un ou plusieurs passages seront envisagés en fonction des cas. Toutefois, il se peut que durant la période du plan d'entretien survienne des dommages (le plus souvent liés à une crue importante) qui nécessitent d'intervenir ponctuellement alors que peut être, l'entretien prévu a déjà été réalisé sur le tronçon concerné. Il peut s'agir dommages tels que:

- Erosions de berge en limite d'espace de mobilité,
- Obstruction du bon écoulement des eaux
- Menace sur un ouvrage d'art

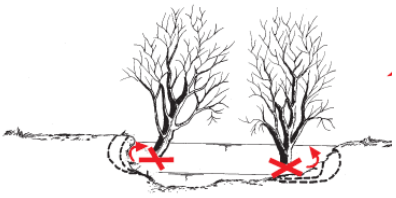
## OBJECTFIS RECHERCHES

Parallèlement au type d'intervention prévu, qui peut être de la non-intervention, il s'agit de pouvoir intervenir pour rétablir un dysfonctionnement ponctuel qui aggrave le risque vis-à-vis des enjeux locaux.

## TRAVAUX ENVISAGES

Surveillance, et interventions ponctuelles :

- **Enlèvement d'embâcle « déchets »** : tout amoncellement de déchets sera retiré
- **Enlèvement du bois mort sur berge** : en règle générale, on ne cherchera pas à supprimer le bois mort, sauf si celui-ci
  - entrave un accès particulier ; dans ce cas, le bois mort sera simplement déplacé.
- **Enlèvement du bois mort dans la bande active** : en règle générale, on ne cherchera pas à supprimer le bois mort, sauf si :
  - son accumulation obstrue le bon écoulement des eaux, aggrave le risque inondation au droit des enjeux présents (on n'interviendra pas s'il n'y a pas d'enjeux)
  - son accumulation engendre une érosion de berge au droit d'enjeux en limite d'espace de mobilité
  - son accumulation menace un ouvrage d'art
- **Abattage et/ou élagage sélectif** : intervention ponctuelle en cas de :
  - présence d'arbres penchés ou affouillés qui aggrave le risque inondation au droit des enjeux présents (on n'interviendra pas s'il n'y a pas d'enjeux)
  - présence d'arbres penchés ou affouillés qui engendre une érosion de berge en limite d'espace de mobilité
  - aggravation du risque d'érosion de berge en limite d'espace de mobilité par la présence d'arbres placés dans le chenal d'écoulement très proche d'une berge, sans végétation buissonnante périphérique (cf figure ci-dessous), provoquant alors des remous/turbulences importantes lors des crues qui peuvent créer des anses d'érosion sur la berge ou au niveau de l'arbre lui-même (ce qui est peu gênant s'il n'y a pas d'enjeux en termes d'embâcles).



Arbre placé dans le gabarit d'écoulement

(*source : Agence eau Rhin Meuse, 2000)*

- **Protection de berge en génie végétal** : intervention si érosion de berge sensible en limite d'espace de mobilité. Il conviendra de trouver le maitre d'ouvrage adéquat pour l'intervention.
- **Intervention sur un atterrissement** : au cours du plan de gestion, si aucune crue morphogène n'intervient et que le développement naturel de la végétation sur les bancs engendre des problèmes d'érosion de berges au droit d'enjeux en limite d'espace de mobilité ou diminue fortement les capacité d'écoulement, aggravant ainsi le risque inondation au droit d'enjeux, il serait opportun d'intervenir sur la végétation, voire de déplacer l'atterrissement, ce qui aura pour conséquence de protéger les enjeux humains et rajeunir la végétation (cf Fiche Technique atterrissement)
- Surveillance sanitaire

| TECHNIQUE | FICHES TECHNIQUES A CONSULTER |
|---|---|

| | |
|---|---|
| Pour les détails de choix de mise en œuvre, matériel à utiliser et période propice d'intervention, se reporter aux fiches techniques. | V11 : Abattage<br>V14 : Débroussaillage<br>V17 : Dessouchage<br>V18 : Gestion des embâcles<br>Fiche Technique atterrissement |

| **ESTIMATION DU COUT DE L'ACTION** | |
|---|---|
| Phase 4.. | |
| **GAINS ESCOMPTES / AVANTAGES** | **INCONVENIENTS / RISQUES** |
| | |

# ABATTAGE

FICHE TECHNIQUE V11

*S'AGIT DE LA FICHE TECNIQUE DU GUIDE DE GESTION DE LA VEGETATION DES BORDS DE COURS D'EAU (AGENCE DE L'EAU RHIN MEUSE, 2000), TOUT A FAIT APROPRIEE A CE RECUEIL.*

## Généralités

L'abattage d'arbres doit permettre l'obtention du **meilleur compromis entre la recherche d'une diversité maximale et les usages divers** dont fait l'objet un cours d'eau.

**L'abattage est une action le plus souvent préventive, qui vise à anticiper la chute d'un arbre dans le cours d'eau, susceptible d'être à l'origine de nombreux désordres, mais surtout qui vise à éliminer un arbre tombé ou mort risquant à terme de tomber dans le cours d'eau ou encore à alléger une cépée par une action de dépressage.**
**L'abattage systématique d'arbres, dans le seul but de "nettoyer" le cours d'eau présente un risque significatif de dégradation du milieu et constitue une dépense inutile. En effet, un arbre tombé ou même mort ne doit pas être systématiquement éliminé, puisqu'il peut jouer un rôle d'habitat intéressant pour la faune, tant piscicole qu'avicole.**

L'abattage est certainement l'une des actions d'entretien la plus pratiquée, car la plus souvent nécessaire, au regard des problèmes observés sur les cours d'eau.
En effet, c'est en premier lieu la végétation arborescente qui engendre des problèmes (embâcles filtrants, obstruction de ponts, etc.) sur les cours d'eau. Le poids des arbres, leur port élevé, leur nature cassante de par leur gorgement d'eau en bordure de cours d'eau, le risque de rupture par déséquilibre ou de prise au vent en raison de leur taille parfois importante, sont les principaux facteurs de dysfonctionnement, engendrés par la végétation arborescente. Les cas de figure motivant ce type d'intervention, sont divers et variés (voir fiches de cas concrets).

## Principes fondamentaux

Lors d'opérations d'abattage en berges de cours d'eau, il est tout d'abord important d'**être sélectif** dans le choix des sujets à abattre, afin de **préserver la diversité générale des espèces, des âges**, etc. En effet, il s'agira ici de n'intervenir que pour régler un problème technique et de permettre l'expression d'un ensemble fonctionnel au niveau du cours d'eau, par le maintien d'un maximum de ligneux en berge.
Au niveau de la coupe, il est primordial de tronçonner le plus proche possible du sol. Souvent, l'opération doit être fractionnée en deux interventions tout d'abord, l'abattage de l'arbre dans les meilleures conditions possibles de sécurité notamment, puis l'arasement de la souche restante le plus bas possible.
En effet, en laissant des souches trop dépasser au-dessus du niveau du sol, on maintient exactement la portion d'arbre qui crée des turbulences et favorise l'érosion des berges lors des crues, la récupération de flottants ou encore la formation d'embâcles.

**Cette coupe devra donc être sélective et surtout nette et franche, afin de favoriser une reprise saine de la souche considérée, voire éventuellement légèrement oblique, afin d'éviter la stagnation de l'eau et le pourrissement de la souche.**

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

## Utilisation du produit de l'entretien

Lors du débitage des branchages, il est possible de récupérer des matériaux utilisables dans la réalisation des techniques végétales de protection de berges :

**Pieux** sections de branches principales régulières et droites, sur au moins 150 cm, d'un diamètre supérieur de 10 à 12 cm (pieux pour tressage et fascines, ...). Pour ce produit, toute essence est utilisable.

**Branches** tiges entières souples et relativement droites, avec ramilles, d'un diamètre à la base de 2 à 4 cm et d'une longueur ≥ 200 cm (pour tressage, fascines, couches de branches, ...).
Ce type de prélèvement ne s'effectuera que sur des saules. Les branches, suffisamment régulières et souples pour le tressage, sont rares sur des sujets arborescents.

**Plançons** extrémités de branches, avec leurs ramilles, d'un diamètre à la base de 2 à 4 cm et d'une longueur de 100 à 150 cm (pour lits de plançons et caissons végétalisés, etc.). Produit à prélever uniquement sur des saules.

**Boutures** sections de branches plus ou moins droites, dépouillées de leurs ramilles, d'un diamètre de 2 à 4 cm et d'une longueur de 60 à 100 cm (pour bouturage). Produit à prélever uniquement sur des espèces de saules.

Les ramilles de toutes les espèces peuvent être utilisées comme lit de branches anti-affouillement, placées sous tout ouvrage de protection de pied de berge (sous le niveau d'eau). Avant tout prélèvement et toute utilisation de produits d'entretien provenant de saules arborescents, il convient d'estimer si l'utilisation à laquelle ils sont destinés, est judicieuse.
Ceci en rapport à leur position future sur la berge.

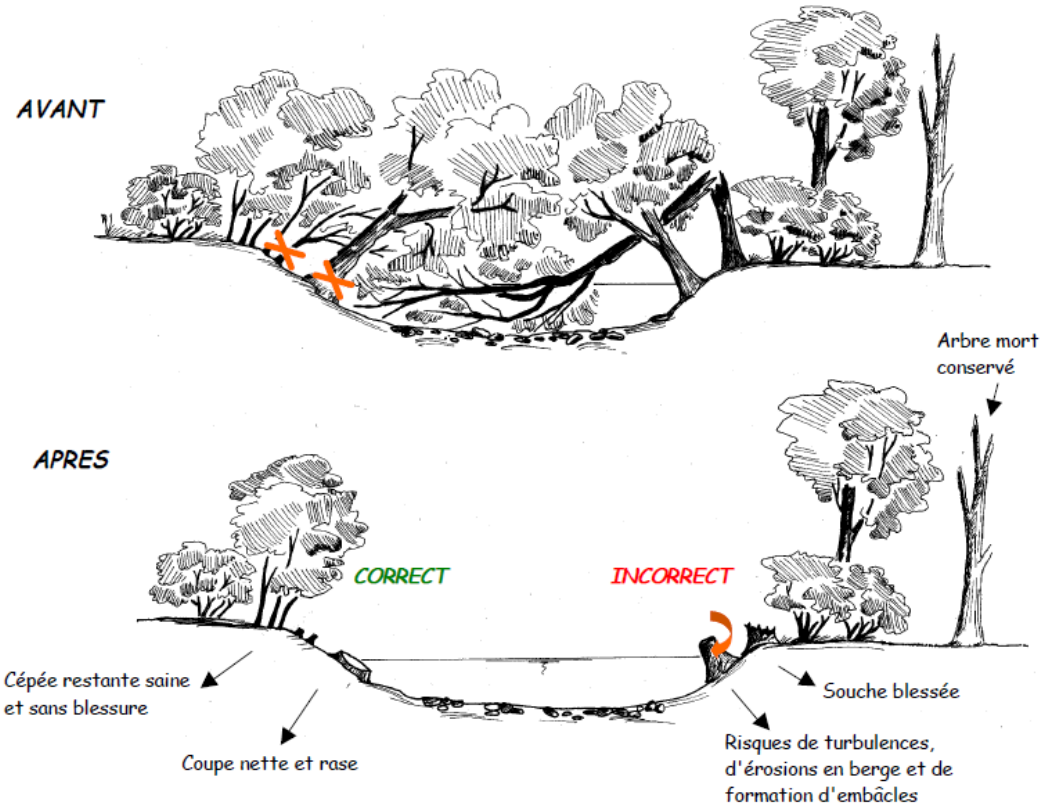
**Remarque**

Les rémanents végétaux (bois, branchages, etc.) pourront être, après accord avec le riverain, propriétaire du bois :

- brûlés en retrait de la ripisylve,
- étalés en sous-bois,
- ou évacués rapidement en décharge.

La formation de tas, qui détruisent le tapis herbacé situé en dessous ou le déchiquetage sont proscrits. L'enfouissement des résidus peut éventuellement être préconisé.

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio




**Lors d'opérations d'abattage d'arbres, il est recommandé d'une part d'intervenir depuis l'eau ou depuis quelques trouées aménagées, dès que possible et d'autre part, de conserver au maximum la végétation buissonnante et arbustive environnante.**
**Par ailleurs, la coupe des arbres sélectionnés doit veiller à ne pas blesser les sujets que l'on souhaite conserver, notamment la coupe sélective des cépées.**

Ainsi dans un environnement propice au développement de la renouée du Japon, ou de toute autre espèce indésirable, les coupes seront limitées au maximum, afin de concurrencer ces espèces.

De la même manière sur un secteur présentant des **aulnes dépérissants** ou dénudé, les sélections devront être encore plus précautionneuses. Dans ce cas, on préconisera :

- d'être très sélectif dans les abattages, de ne pas effectuer de traitement trop préventif (coupes trop systématiques) et de ne couper que les aulnes posant problème (un arbre qui végète ou même mort peut encore rester utile),
- de bien nettoyer le matériel utilisé sur des « zones contaminées », avant de passer à un secteur sain,
- de ne pas broyer les rémanents, mais de les brûler.

**Dans tous les cas de figure, la coupe devra être justifiée par rapport à un objectif précis et s'intégrer parfaitement au contexte local (cf. fiches de cas concrets).**

**Lors de la définition des coupes et de leur mise en œuvre, il est nécessaire de rester attentif à l'apparition de « trouées » qui pourraient nécessiter des replantations, en particulier dans un environnement agricole intensif.**

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

## Matériel à utiliser

tronçonneuse pour la coupe
tracteur forestier pour le débardage

**L'utilisation de la pelle hydraulique est A PROSCRIRE**

Lors du débardage, le bois sera déposé hors zone inondable au moyen d'un tracteur forestier. Les fûts seront mis à disposition des riverains et passé un délai donné, l'entreprise sera chargée de leur évacuation.

## Epoque

| J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | |

préconisée
possible mais déconseillée
à proscrire

L'époque d'abattage se fera en fonction des objectifs recherchés.
En **période végétative** (mi-avril à mi-octobre), l'abattage est déconseillé, excepté sur des zones densément végétalisées. Dans ce cas, l'abattage limitera la reprise de la végétation, alors qu'en **période de repos** (mi-octobre à mi-avril), période préconisée en particulier sur des zones souffrant de la rareté de la végétation, la reprise de la végétation sera favorisée.
De manière générale, il est également préférable d'éviter l'abattage au printemps en raison de la nidification de nombreuses espèces d'oiseaux

## Dimensions paysagères

Dans certains types de paysages, notamment où l'exploitation agricole est intensive, les cordons boisés riverains représentent les dernières formations végétales structurant le paysage, dont la végétation arborescente est la composante la plus manquante.
Il est donc important, avant d'entreprendre une opération d'entretien à grande échelle, d'évaluer l'impact paysager des abattages prévus et d'éviter ainsi, toute intervention abusive, en diversifiant au maximum les coupes en fonction des ports d'arbres, de la diversité des espèces (couleurs, fruits, etc.) en présence.

## Dimensions biologiques et fonctionnalités

De grands arbres, même vieillissants, voire dépérissants, constituent des habitats et des lieux de nidification de valeur ainsi que des sources trophiques non moins importantes pour toute une catégorie de faune (notamment l'entomofaune, les oiseaux cavernicoles, les chiroptères, etc.). Par ailleurs, ils présentent un intérêt tout particulier tant au niveau du maintien des berges, que de l'ombrage porté sur l'eau (diminution du phénomène d'eutrophisation), etc.

**Aussi, les arbres, à cavité, dépérissants ou même morts, lorsqu'ils ne constituent pas un problème, notamment hydraulique, doivent être maintenus à tout prix.**

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

# ELAGAGE

FICHE TECHNIQUE V12

*S'AGIT DE LA FICHE TECNIQUE DU GUIDE DE GESTION DE LA VEGETATION DES BORDS DE COURS D'EAU (AGENCE DE L'EAU RHIN MEUSE, 2000), TOUT A FAIT APROPRIEE A CE RECUEIL.*

## Généralités

**L'élagage doit rester une intervention, sinon exceptionnelle du moins très ponctuelle, répondant à un problème particulier.** En effet, dans un milieu naturel et en matière d'aménagement de cours **d'eau on n'entreprend jamais d'élagage systématique sur des linéaires importants (coût, risque de blessures, inutilité, etc.).**

Ne sont prises en considération ici, que les opérations visant à supprimer une branche ou une portion de la couronne d'un arbre, tout en laissant ce dernier sur pied ainsi que les interventions réalisées dans le cadre d'une ripisylve d'aspect naturel. Seront donc privilégiés les ports naturels ou semi-naturels.
Les interventions de nettoyage entreprises en milieu urbain ou semi-urbain, dans des parcs publics ou sur des alignements, qui ne répondent qu'à des motifs d'esthétisme ou d'utilisation d'espaces publics, ne sont pas abordées dans le cadre de ce guide.

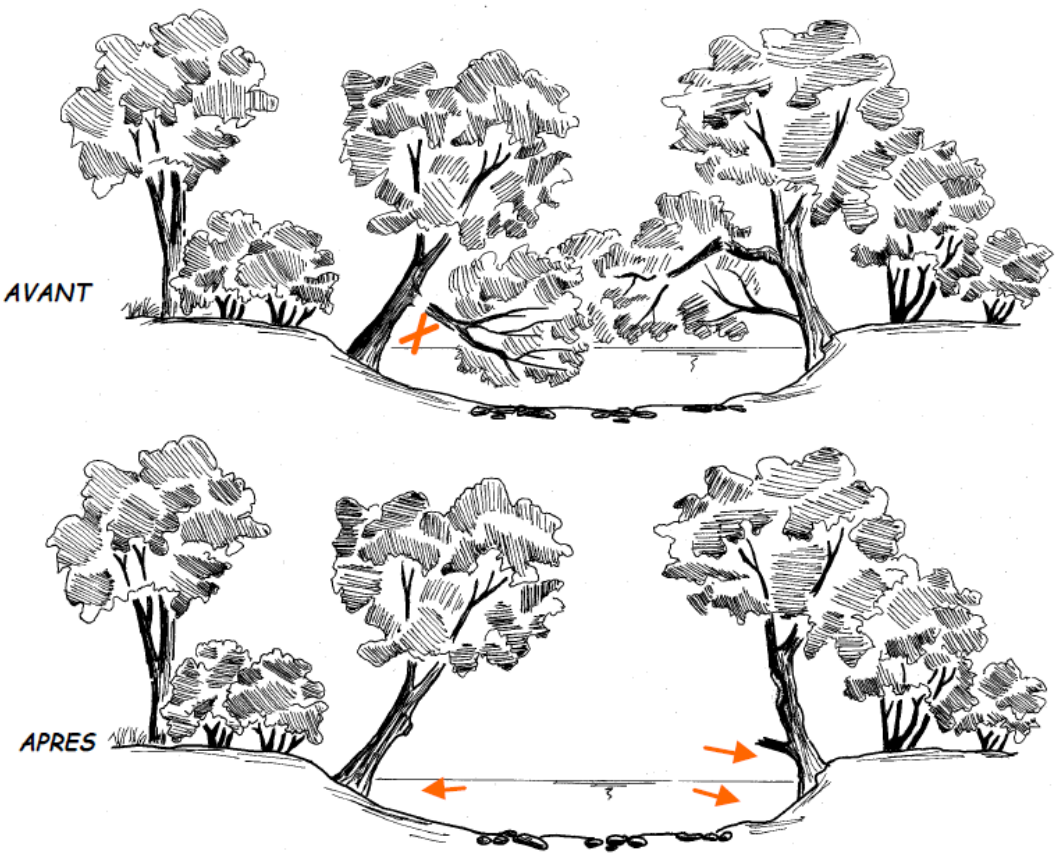
## Principes fondamentaux

Pour redonner de la lumière au cours d'eau et aux strates basses de la végétation, l'abattage d'un ou plusieurs arbres est presque toujours préférable.
Quant à l'élagage de la végétation ligneuse basse, excepté dans des cas d'obstruction à l'écoulement des eaux (cf. Fiche technique n°4 sur le débroussaillage), il est totalement inutile.
L'élagage se fera par un tronçonnage propre et franc, au plus près du tronc, sans l'abîmer. De cette manière on évitera au mieux les atteintes par maladie cryptogamique (aulnes, etc.). Cette précaution devra être redoublée dans le cas de secteurs avec des aulnes dépérissants.

**Remarque**

**Dans le cadre d'opérations d'élagage, il faudra veiller à ne jamais engager d'opérations de coupes ou de débroussaillage démesurées.**

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio




CORRECT

Tronçonnage propre et franc

INCORRECT

Risque de pourriture et d'attaque parasitaire en cas de blessure du tronc ou coupe non franche

## Matériel à utiliser

tronçonneuse / scies

## Epoque

| J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | |

préconisée
possible mais déconseillée
à proscrire

Comme pour l'abattage, l'époque d'élagage se fera en fonction des objectifs recherchés.
En **période végétative** (mi-avril à mi-octobre), l'élagage est déconseillé, excepté sur des zones densément végétalisées. Dans ce cas, il limitera la reprise de la végétation, alors qu'en **période de repos** (mi-octobre à mi-avril), période préconisée en particulier sur des zones souffrant de la rareté de la végétation, la reprise de la végétation sera favorisée.
De manière générale, il est également préférable d'éviter l'élagage au printemps en raison de la nidification de nombreuses espèces d'oiseaux

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

# TAILLE EN TETARD

FICHE TECHNIQUE V13

*S'AGIT DE LA FICHE TECNIQUE DU GUIDE DE GESTION DE LA VEGETATION DES BORDS DE COURS D'EAU (AGENCE DE L'EAU RHIN MEUSE, 2000), TOUT A FAIT APROPRIEE A CE RECUEIL.*

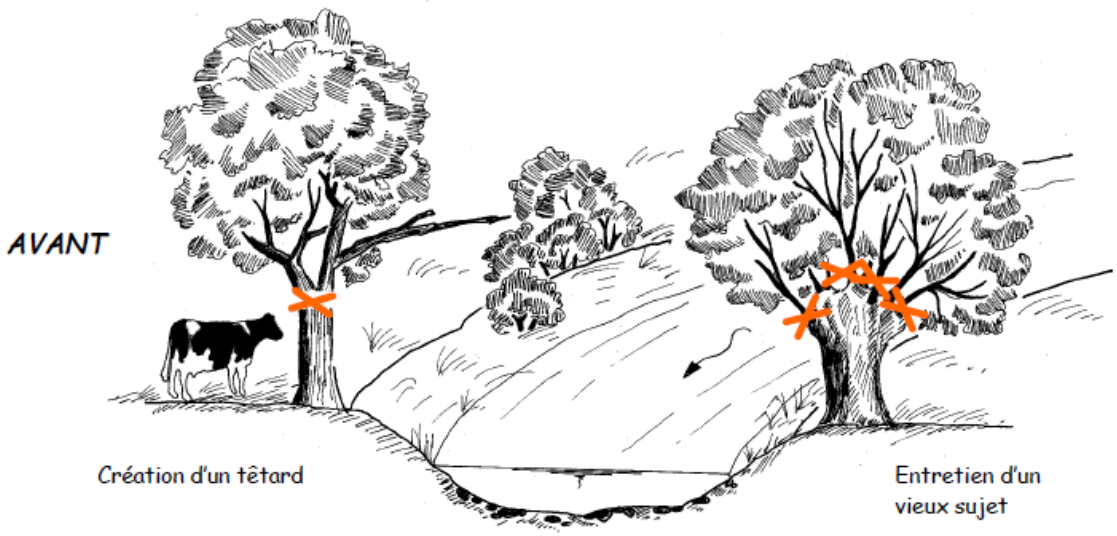
## Généralités

La taille en têtard présente un intérêt patrimonial, touristique et paysager.
La pratique de ce type de taille a pour origine la nécessité d'un approvisionnement aisé et abondant en osier pour les besoins de la vannerie, ou encore, l'approvisionnement de différents feuillages pour l'affouragement du bétail, (par exemple le frêne).

Une taille en têtard consiste à tronçonner le tronc d'un arbre à une certaine hauteur du sol. Les branches repoussent ensuite en « couronne » en donnant un port caractéristique.
La seule différence avec le **recépage** qui s'effectue au plus près du sol et qui, après rejets, forme une cépée, est la hauteur d'intervention (1,50 à 2 m), après laquelle il y aura également formation de rejets. Le terme de têtard provient du renflement qui se forme après quelques années, au sommet du tronc.

**Si tous les saules arborescents peuvent être recépés, d'autres espèces supportent également ce traitement (frêne, orme, tilleul, …).**

**Dans le cas où la végétation est soumise à la pression animale, cette pratique présente un intérêt dans la mesure où les rejets ne sont pas accessibles par le bétail.**
**Ce type de traitement est donc particulièrement adapté à des arbres isolés, dans des pâtures, mais est fortement déconseillé en situation de ripisylve.**




© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio




## Principes fondamentaux

Pour garder ses caractéristiques et ses avantages, un saule têtard doit être taillé régulièrement (au moins tous les 5 à 7 ans), sinon les branches en vieillissant peuvent occasionner un éclatement du tronc. Il est donc déconseillé de créer des têtards dans des endroits éloignés et difficiles d'accès, ou même au sein d'une ripisylve dense, puisqu'ils ne se maintiennent qu'en situation bien dégagée.
Dans le cas de la création de têtards à partir d'arbres existants, la coupe doit être légèrement en biseau et franche, afin de ne pas éclater les troncs ou les souches.
Le diamètre « idéal » pour créer un têtard est d'environ 20 à 30 cm.
La hauteur du têtard peut être variable, mais il ne faut pas perdre de vue l'aspect pratique, puisqu'il faudra revenir régulièrement le tailler.

## Epoque

| J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | |

préconisée
possible mais déconseillée
à proscrire

## Dimensions écologiques et intérêt en bordure de rivière

La taille en têtard permet un vieillissement extrême des arbres, puisque tous les inconvénients directement liés à leur sénescence sont éliminés (déchaussement, chute de branches, etc.).
Ainsi les vieux têtards, avec leurs nombreuses cavités, leur écorce rugueuse et la densité élevée de branches, offrent de nombreuses possibilités d'abris, de nourrissage et de reproduction pour la faune.

## Dimensions paysagères

La silhouette très caractéristique des têtards constitue une structure typique du patrimoine rural et un enrichissement paysager.
Leur forme rappelle la présence de l'eau et les activités qui lui sont liées.
Lors des travaux de restauration ou d'entretien, un intérêt particulier sera apporté à un étalement dans le temps des opérations de rajeunissement, afin d'éviter une uniformité dans les âges, ou dans l'espace lors de la création de têtards, de façon à les alterner avec des ports arborescents « normaux ».

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

# DEBROUSSAILLAGE

FICHE TECHNIQUE V14

*S'AGIT DE LA FICHE TECNIQUE DU GUIDE DE GESTION DE LA VEGETATION DES BORDS DE COURS D'EAU (AGENCE DE L'EAU RHIN MEUSE, 2000), TOUT A FAIT APROPRIEE A CE RECUEIL.*

## Généralités

La végétation buissonnante et arbustive est la plus efficace en terme de stabilisation des berges, en raison de la souplesse et de la densité des tiges aériennes, de même que du faible poids des sujets, ainsi mieux adaptés à une implantation en terrain pentu. Sans oublier l'enracinement très performant pour les espèces typiques du milieu alluvial, surtout les essences pionnières à croissance rapide. Ce type de végétation, à condition qu'il s'agisse d'espèces adaptées et en station, est, de manière générale, à favoriser.

Répondant à un phénomène d'encombrement du lit mineur (gabarit hydraulique) d'un cours d'eau, ou encore à des problèmes de formation d'embâcles et d'accessibilité, le débroussaillage est une opération de restauration à part entière qu'il convient d'employer AVEC PRECAUTION.
Par mesure de simplification, on comprendra sous le terme débroussaillage, toute action mécanique (recépage, élagage, etc.), visant à limiter le développement de la végétation buissonnante et arbustive.

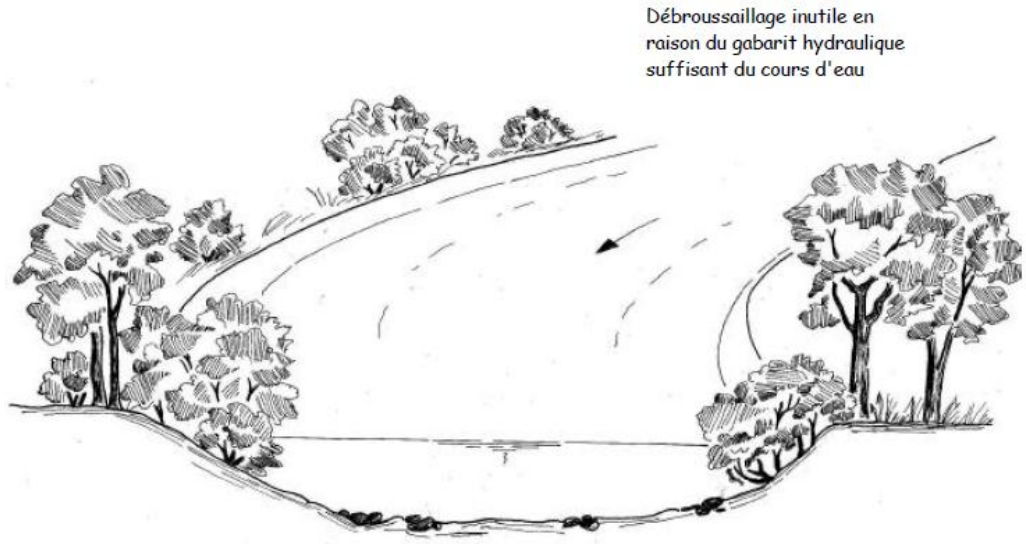
## Principes fondamentaux

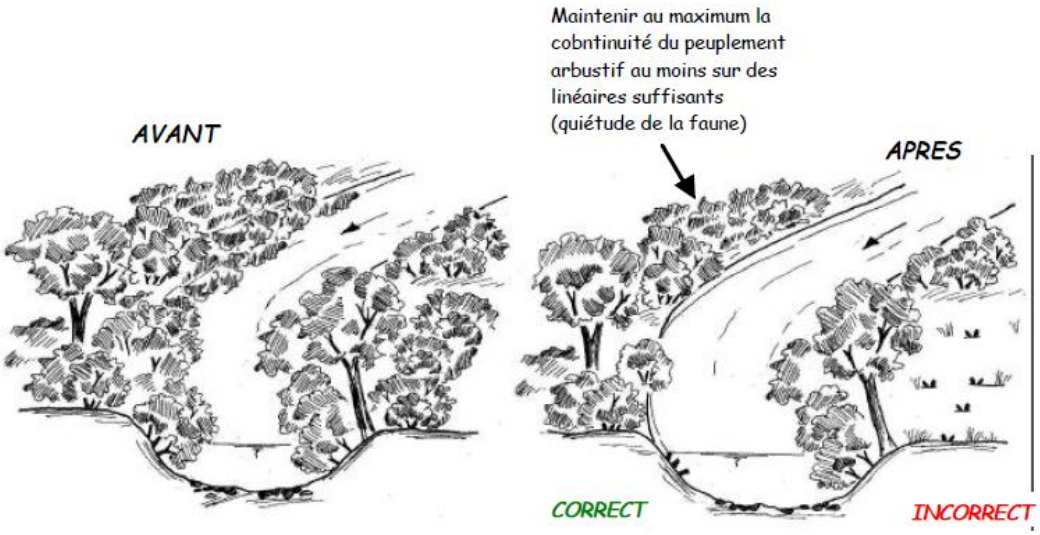
**Cette opération doit faire l'objet d'une sélection respectant la diversité des âges et espèces, au même titre que la végétation arborescente.**

**Hormis les éventuels problèmes d'accessibilité au cours d'eau, seule la végétation empiétant dans le lit mineur du cours d'eau mérite d'être traitée.**
**Partant de ce principe, il est évidemment beaucoup plus judicieux de travailler depuis le lit du cours d'eau (barque) que depuis la berge, du moins chaque fois que cela est possible. Dans ces conditions, on a une vision beaucoup plus précise du travail effectif à entreprendre.**

Les dysfonctionnements hydrauliques engendrés par la végétation buissonnante et arbustive en berge, sont surtout sensibles pour des petits et moyens cours d'eau, notamment artificialisés.
Au-delà d'une largeur de lit mineur de 15 mètres environ, les problèmes sont, pour la plupart, insignifiants et l'intérêt de cette végétation buissonnante et arbustive revêt alors toute son importance, tant au niveau du maintien de la berge, qu'au niveau de son rôle de filtre ou d'ombrage ou encore des différents aspects biologiques auxquels elle concourt.

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio




Lit du cours d'eau encombré par des espèces buissonnantes et arbustives

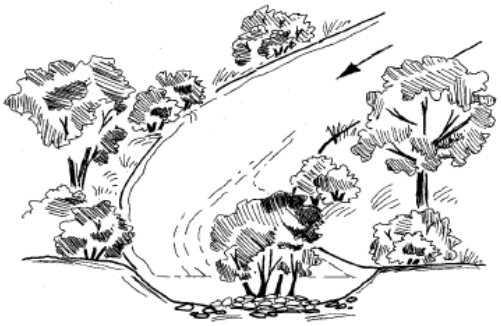
Bonne coupe rase des branchages gênant l'écoulement des eaux

Coupe trop haute laissant des chicots et ne réglant pas le problème d'obstruction à l'écoulement des eaux

Dans le **cas particulier des buissons et arbustes poussant dans le lit du cours d'eau** et entraînant des désordres hydrauliques à l'échelle du cours d'eau, il faudra veiller à limiter voire éliminer leur implantation (cas rencontré dans le lit de cours d'eau en général très calmes avec un étiage sévère).

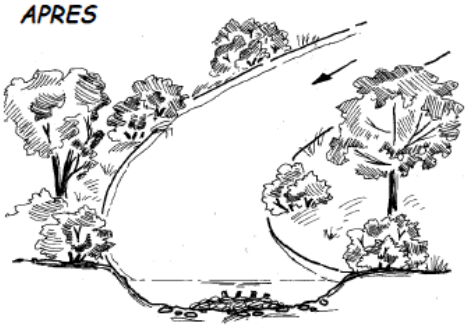
© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

AVANT



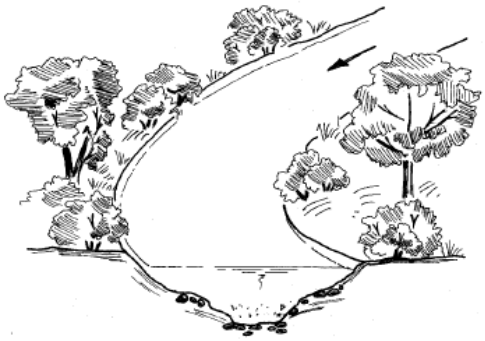
Buissons gênant
l'écoulement des eaux

APRES



CORRECT

Coupe en croix en période
végétative pour éviter la reprise



INCORRECT

Arrachage de la souche à proscrire
en raison de l'approfondissement du
lit du cours d'eau

Sur des zones envahies par la renouée, il est préconisé de limiter au maximum le débroussaillage.

## Matériel à utiliser

Tronçonneuse
Cisaille d'éclaircie

**Tout débroussaillage à l'aide d'engins du type épareuse ou broyeur est A PROSCRIRE**

## Epoque

| J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | |

préconisée
possible mais déconseillée
à proscrire

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

## Dimensions biologiques et fonctionnalités

La végétation buissonnante et arbustive revêt une grande importance pour la faune terrestre, en tant que refuge et lieu de nidification pour l'avifaune et en tant que filtre. De même, des branches basses à fleur d'eau constituent de bons refuges piscicoles, aussi bien au niveau de la protection thermique que de la protection contre les prédateurs.

## Dimensions paysagères

La végétation buissonnante et arbustive est un élément important du paysage, dans la mesure où elle permet une alternance dans les couleurs, les formes, etc. avec les sujets naturellement présents en bordure de cours d'eau.

## Utilisation du produit de l'entretien

Toute opération d'entretien peut être l'occasion d'un prélèvement de matériaux pour la réalisation de techniques végétales. Ainsi, lors d'actions de débroussaillage sur des saules, il est possible de prélever différents matériaux : boutures, plançons, branches, pieux, etc. (cf. Fiche technique n°1 sur l'abattage)

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

# BOUTURAGE

FICHE TECHNIQUE V15

*S'AGIT DE LA FICHE TECNIQUE DU GUIDE DE GESTION DE LA VEGETATION DES BORDS DE COURS D'EAU (AGENCE DE L'EAU RHIN MEUSE, 2000), TOUT A FAIT APROPRIEE A CE RECUEIL.*

## Généralités

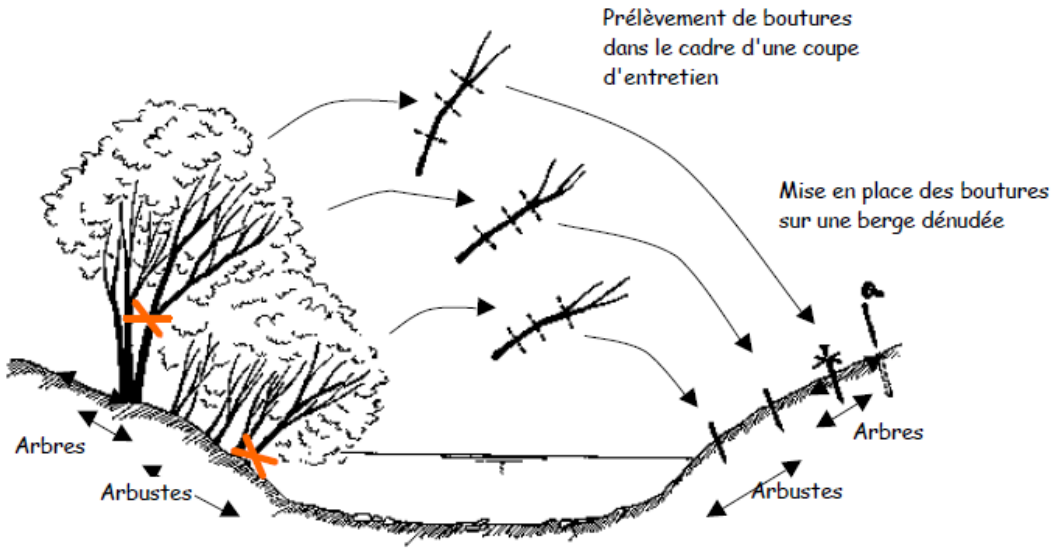
Lors d'opérations de restauration et d'entretien de la végétation en bordure de cours d'eau, il est parfois utile de revégétaliser des portions de berges, dans le cadre de la reconstitution d'une trame de végétation ligneuse ou de protections de berge faisant appel aux techniques végétales.

Dans l'ordre naturel de succession des boisements alluviaux, les essences pionnières à croissance rapide (bois tendres) précèdent les espèces climaciques (bois durs) à croissance lente. La reconstitution d'une ripisylve gagne à suivre ce schéma.

Un des moyens employés est le bouturage qui consiste à **replanter dans le sol, des sections de branches de saules (nombreuses espèces), prélevées sur des sujets vivants et sains, de préférence sur le même cours d'eau ou au moins dans la même région.**

Les sections replantées par reproduction végétative, sont appelées à former un réseau racinaire et des nouvelles branches. De chaque bouture peut naître un nouveau buisson, arbuste ou arbre, en fonction de l'espèce utilisée. Le bouturage peut s'effectuer sur une berge dénudée ou à travers les mailles d'un géotextile tissé, ayant pour rôle de retenir la terre avant la reprise de la végétation.

## Mise en œuvre




© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

**Préparation**

- Longueur 60-100 cm - Diamètre 2-5 cm.
- Des branches de saules correspondant aux dimensions susmentionnées sont recépées si le prélèvement s'effectue sur un buisson ou un arbuste ou coupées à ras du dernier embranchement, s'il s'agit d'un arbre.
- Les branches sont ensuite sectionnées, dans le nombre de boutures qu'il est possible de faire, en respectant les dimensions prescrites.
- On utilisera essentiellement des sections droites, sans embranchement et dans certains cas des sections à embranchement.

**Stockage**

- L'idéal est de replanter les boutures immédiatement après le prélèvement.
- Une attente de 2-3 jours est possible si les boutures sont stockées une extrémité dans l'eau (mare, fontaine, ruisseau).
- Dans le cas d'un stockage, les boutures doivent être protégées du soleil, du gel et du vent (bâche, couverture, sacs, ...). Ceci est également valable pour le transport.
- Si les boutures sont stockées en bordure de cours d'eau, elles seront rassemblées en fagots, eux-mêmes attachés à un arbre, par exemple.

**Plantation**

- L'emplacement, s'il n'a pas été remanié, est préalablement nettoyé (fauchage, débroussaillage).
- **L'extrémité de la bouture destinée à aller en terre est taillée en biseau. La polarité de la bouture doit être respectée.**
- En terrain meuble (par exemple : remblais), la bouture est directement battue dans le sol, perpendiculairement à la pente, en respectant sa polarité.
- En terrain dur, il est nécessaire d'effectuer préalablement un trou, avant de battre la bouture. On veillera à ce que l'outil utilisé pour faire le trou soit d'un diamètre légèrement inférieur au diamètre moyen des boutures, afin que ces dernières ne "flottent" pas dans le sol.
- La bouture est enfoncée au $\frac{3}{4}$ de sa longueur.
- **Une fois la bouture enfoncée, son extrémité, abîmée par le battage, est sectionnée.**
- **Tassement éventuel autour de la bouture, en terrain meuble.**
- **Arrosage, surtout si les plantations ont été effectuées en fin d'hiver.**
- La densité de plantation peut variée de 1 à 5 pièces par $m^2$. Si une fonction stabilisatrice particulière est recherchée, 3 pièces par $m^2$ représente une densité minimale.

Dans le cas de la présence d'herbacées vivaces (orties, etc.), un travail du sol (cuvette) est nécessaire pour éliminer la strate racinaire.

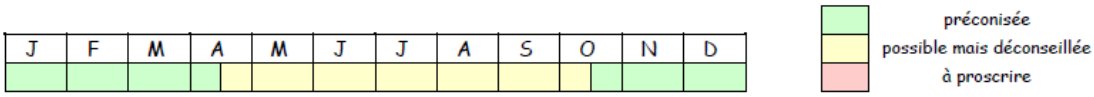
**Le bouturage est une opération simple, qui peut être réalisée à faible coût.**

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

## Matériel à utiliser

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Prélèvements** | cisaille<br>sécateur | **Plantation** | massette<br>fer à béton<br>barre à mine | cisaille, sécateur<br>bêche<br>tarière |

## Epoque




Le bouturage doit être effectué pendant la période de repos de la végétation, soit de mi-octobre à mi-avril.
Le gel et la neige sont des facteurs perturbants pendant lesquels il est déconseillé de bouturer.

## Entretien

Il s'agit d'un aménagement simple avec des végétaux rustiques, qui normalement, nécessite peu voire pas d'entretien. Parfois, les interventions suivantes sont nécessaires :

- Arrosage des boutures, pendant la première période de végétation.
  Cela arrive notamment si une période sèche suit une plantation tardive (mi-avril à fin avril).
  Des boutures plantées haut dans la berge peuvent également nécessiter un arrosage, à plus forte raison si la berge est en déblai et qu'aucun apport de terre végétale n'a été réalisé.
- Fauchage autour des boutures, pendant la première période de végétation, si les plantes herbacées accompagnatrices sont hautes et exercent une concurrence évidente (eau, lumière) sur les boutures.
- Arrachage de plantes indésirables présentes en abondance, susceptibles de concurrencer les boutures (liseron, renouée du Japon, ...).

Dans le contexte des problèmes de maladie sur l'aulne, il est impératif de ne pas bouturer avec cette espèce (risque de propagation) qui, de toute façon, se bouture assez mal.

## Choix des espèces

Principales espèces de saules préconisées pour le bouturage

| | | |
|---|---|---|
| **Espèces à développement buissonnant** | Saule pourpre | *Salix purpurea* |
| | Saule à trois étamines | *Salix triandra* |
| | Saule des vanniers | *Salix viminalis* |
| **Espèces à développement arborescent** | Saule blanc | *Salix alba* |
| | Saule fragile | *Salix fragilis* |
| | Saule hybride (*alba fragilis*) | *Salix rubens* |
| | Saule blanc à bois jaune | *Salix alba vitellina* |

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

- Certains saules ne se bouturent pas. C'est notamment le cas du saule marsault *(Salix caprea)*.

- Pour le reste, les **règles principales** sont :
  - ✓ **respecter la distribution géographique et altitudinale des espèces**
  - ✓ **privilégier les espèces buissonnantes et arbustives en pied de berge et respecter une proportion de 2/3 de saules arbustifs et 1/3 de saules arborescents**
  - ✓ **diversifier les essences, lors d'une opération de revégétalisation.**

## Causes d'échecs possibles

- absence de suivi pendant la première période de végétation (arrosage, fauche),
- boutures plantées trop haut dans la berge,
- boutures insuffisamment enfoncées, arrachées ou déstabilisées lors de crues,
- boutures plantées à l'envers,
- trou préalable trop large; la partie enfoncée n'est pas suffisamment en contact avec la terre.

**Cette opération est à envisager dans le cadre de la restauration en même temps que les plantations.**

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

# PLANTATION

FICHE TECHNIQUE V16

*S'AGIT DE LA FICHE TECNIQUE DU GUIDE DE GESTION DE LA VEGETATION DES BORDS DE COURS D'EAU (AGENCE DE L'EAU RHIN MEUSE, 2000), TOUT A FAIT APROPRIEE A CE RECUEIL.*

## Généralités

L'objectif des plantations est de reconstituer une ripisylve, quand elle ne peut se reconstituer seule.
Ces plantations consistent à mettre en terre des essences typiques des berges et autochtones, si possible provenant de pépinières locales, pour renforcer ou reconstituer le cordon boisé riverain.

## Mise en œuvre

**Qualité**

- Les qualités de plants le plus souvent utilisés sont les jeunes plants et les baliveaux légers. En milieu naturel, il n'est généralement pas utile de planter des qualités supérieures, ceci dit les plants doivent être de bonne qualité avec un bon état sanitaire, une tête et des racines bien fournies, etc. En milieu urbain, l'utilisation d'arbres d'avenue peut être justifiée pour des critères ornementaux.

  **En milieu naturel il est préférable d'utiliser des plantes en racines nues**, plutôt qu'en pots ou conteneurs, afin d'éviter les situations de stress éventuel, au niveau des racines, lorsqu'on installe le plant dans un nouveau substrat.

**Stockage**

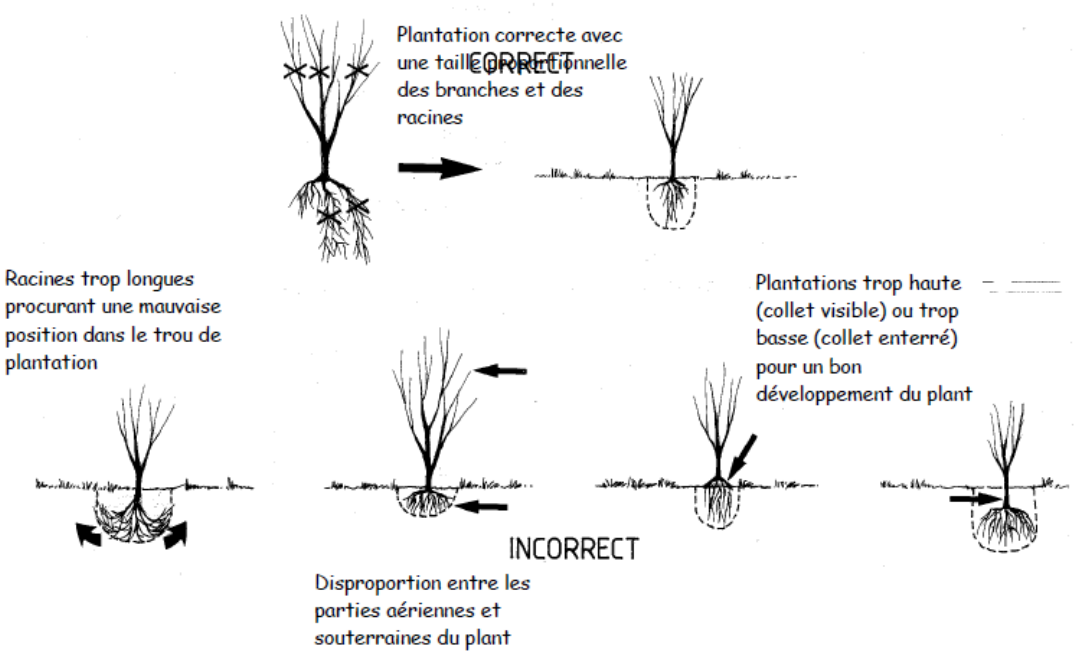
- **Si un temps d'attente sépare la livraison de la plantation, les plants seront mis en jauge.**
  Cette opération consiste à préparer un sillon, y placer, couchés côte à côte tous les plants, et recouvrir les racines de terre. Pour un temps d'attente court, les plants peuvent également être placés dans le cours d'eau et attachés.

**Plantation**

- **Taille des racines et des tiges aériennes.**
  Cette opération n'est pas forcément systématique mais recommandée. Elle est surtout dépendante de l'état des plants à la livraison.
  Pour une plantation d'automne, des tiges déjà hautes présentent davantage de prise au vent. A la fin de l'hiver, les plants risquent d'être couchés.
  Pour une plantation printanière, surtout si elle est tardive, il est recommandé de rabattre les tiges aériennes pour diminuer la masse foliaire et prévenir ainsi une déshydratation inhérente au déséquilibre entre évapo-transpiration et absorption, cette dernière étant encore limitée chez de jeunes plants fraîchement installés.

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

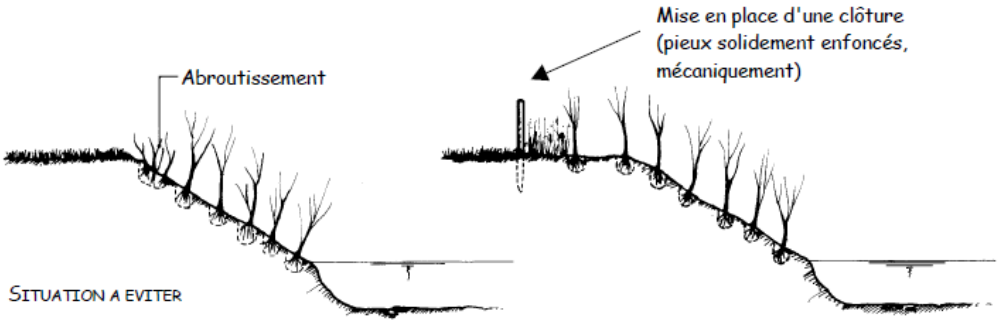
- Quant à la taille des racines, elle est surtout nécessaire pour éviter une mauvaise position dans le trou de plantation.
- Creusage d'un trou, à la pelle ou à la tarière en forme de « cœur », dont la grandeur est fonction du volume racinaire maintenu.
- Placer le plant dans le trou de manière à ce que le collet (limite entre tige et réseau racinaire) soit juste au niveau de la surface. Ne pas appuyer les racines dans le fond du trou.
- Remblayer le trou de plantation.
- Tasser légèrement le remblai.
- L'arrosage après plantation est recommandé.
- Les plants supérieurs à 150 cm, doivent être tuteurés.
- Tous les plants, quelle que soit leur taille, seront munis de piquets de marquage.
- Dans les zones à forte densité de faune herbivore (cervidés, castors), les baliveaux doivent être protégés.
- En bordure de grandes cultures ou de prairie de fauche, il faut protéger les grands sujets (baliveaux) isolés, avec 3 ou 4 pieux, reliés entre eux par des planchettes.
- En bordure de pâturage, les zones plantées doivent impérativement être protégées du bétail par une clôture barbelée.




Si les moyens sont limités, par rapport à l'étendue du linéaire à traiter, la pose d'une clôture, en retrait du sommet de berge, peut déjà fournir des résultats intéressants. Dans un premier temps les herbes hautes protégeront plus efficacement la berge que de l'herbe rase. Ensuite, le développement spontané des ligneux, protégés par la clôture, consolidera la berge.

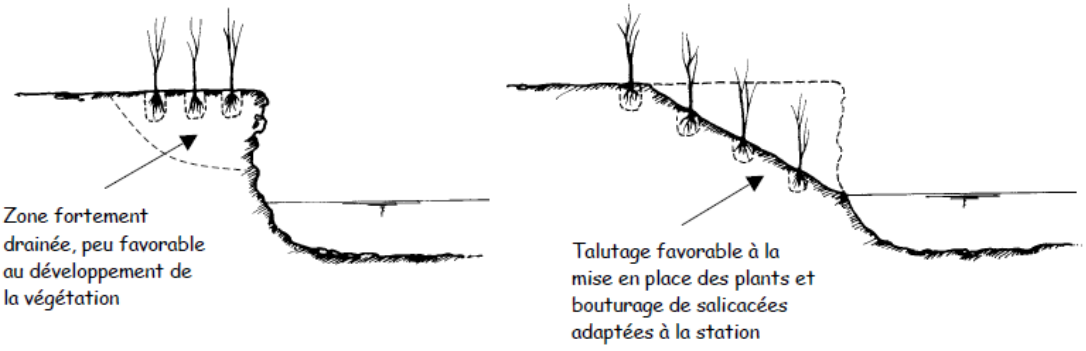
© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

Pour un résultat plus rapide, des plantations sont possibles, toujours protégées par une clôture, qui est indispensable.




INCORRECT CORRECT

Dans le cas de berges érodées subverticales, avec un faciès en falaise, la plantation en sommet de berge est inutile, sans un talutage préalable. Sinon, la berge sera sapée et emportée, avant que les plants aient pu développer un enracinement suffisamment performant.



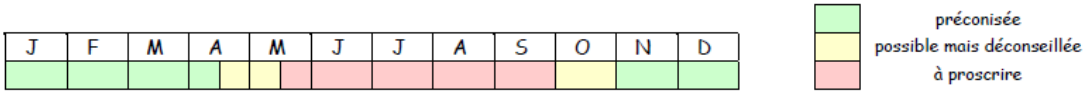

INCORRECT CORRECT

## Matériel à utiliser

sécateur
pelle
pioche
tarière en forme de « cœur » ou de losange

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

## Epoque




- Dès que la sève est descendue, l'arrachage peut débuter dans les pépinières, en vue d'engager des chantiers de plantation. Cela n'intervient généralement pas avant la mi-octobre, mais peut varier d'une à deux semaines en fonction de l'avancement de la saison.
- Il ne faudrait plus planter après la mi-avril, surtout en milieu naturel, où les plantations ne bénéficieront pas forcément d'un suivi intensif.
- Le gel et la neige sont des facteurs perturbants pendant lesquels il est déconseillé de planter.

Il est nécessaire, pour les aulnes, de planter des arbres issus de graines et non de boutures, en raison du dépérissement qui sévit actuellement.
Contrairement à ce qui est souvent indiqué dans la bibliographie, il est possible de planter sur des massifs de renouée, y compris très denses avec d'excellents taux de réussite, avec un bon entretien des plants.

## Entretien

- Pendant la première période de végétation, un arrosage répété peut être nécessaire si les plantations se trouvent sur un terrain filtrant ou une berge en déblais, où aucun apport complémentaire de terre végétale n'a été effectué.
  Plus les plants sont situés haut, par rapport au niveau moyen des eaux, plus la nécessité d'une intervention est probable.

- **Pour lutter contre la concurrence des herbacées et des renouées, une fauche autour des plants est souvent nécessaire pendant la première période de végétation et le temps que les plants dépassent les renouées en taille.**

- L'arrachage de plantes envahissantes, particulièrement agressives (liseron, par exemple) peut être nécessaire en fonction du degré de colonisation.
- L'entretien peut être facilité par un paillis. Ecorce et copeaux sont déconseillés en berge, car exposés au ravinement et susceptibles d'être emportés par les crues.
  Les plaques en géotextiles, en forme de cercle ou d'hexagone, d'un diamètre de 30 à 40 cm, fixés au pied des plants avec trois agrafes, constituent un bon procédé qui réduit considérablement le pourcentage de pertes dans une plantation.
  En plus de protéger les jeunes plants de la concurrence des herbacées, le paillis maintient au sol un microclimat (température, humidité) favorable à la croissance.
  Si une opération de fauche est malgré tout nécessaire, ce type de paillis permettra de repérer plus facilement les jeunes plants, « noyés » dans la végétation herbacée.

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

## Choix des espèces

- Règles générales :
  - → respecter l'ordre naturel des successions et la distribution géographique et altitudinale de chaque espèce et utiliser des plants d'espèces autochtones autant que possible élevés dans la région,
  - → privilégier les espèces buissonnantes et arbustives en pied de berge,
  - → privilégier les essences pionnières et celles favorables à la faune (nectar, pollen, fruits, …).
- Le choix des espèces doit se faire parmi les essences typiquement ripicoles.
- **Les espèces exotiques sont à exclure, au même titre que tous les résineux et les peupliers de culture, en raison de leur enracinement superficiel inadapté à la stabilité des berges de cours d'eau.**
- Les espèces suivantes sont particulièrement adaptées. Elles constituent une liste de base qui a vocation à être adaptée et complétée en fonction des espèces présentes sur chaque cours d'eau.

| | Nom commun | Nom latin | Bas de berge | Mi-berge | Sommet de berge |
|---|---|---|---|---|---|
| ARBRES | Erable champêtre | *Acer campestre* | | | X |
| | Erable sycomore | *Acer pseudoplatanus* | | | X |
| | Aulne noir | *Alnus glutinosa* | X | X | |
| | Frêne | *Fraxinus excelsior* | | X | X |
| | Merisier | *Prunus avium* | | | X |
| | Pommier sauvage | *Pyrus malus* | | X | X |
| | Saule blanc | *Salix alba* | X | X | |
| | Saule fragile | *Salix fragilis* | X | X | |
| | Tilleul à grandes feuilles | *Tilia platyphyllos* | | | X |
| ARBUSTES | Cornouiller sanguin | *Cornus sanguinea* | | X | X |
| | Noisetier | *Corylus avellana* | | X | X |
| | Aubépine épineuse | *Crataegus monogyna* | | | X |
| | Fusain d'Europe | *Evonymus europeus* | X | X | |
| | Troène | *Ligustrum vulgare* | | X | X |
| | Merisier à grappes | *Prunus padus* | X | X | |
| | Saule pourpre | *Salix purpurea* | X | X | |
| | Saule amandier | *Salix triandra* | X | X | |
| | Saule des vanniers | *Salix viminalis* | X | X | |
| | Sureau noir | *Sambucus nigra* | | | X |
| | Viorne lantane | *Viburnum lantana* | | | X |
| | Viorne obier | *Viburnum opulus* | X | X | |

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

## Cause d'échec possible

- Non respect des prescriptions sur la mise en œuvre, l'époque et l'entretien.

**Toute opération de plantation** doit **être suivie** d'un entretien, tout d'abord dans le cadre de la garantie sur les 2, voire 3 années qui suivent leur mise en place, puis dans le cadre d'un entretien ultérieur destiné à pérenniser les actions menées pendant la phase de restauration.

## Plantation de têtards

Pour les mêmes raisons évoquées précédemment, ou pour retrouver les composantes oubliées d'un patrimoine, il est possible d'implanter des têtards lors d'un nouvel aménagement de berge. Ces plantations seront à réserver aux enclos pâturés (exigence en lumière, entretien coûteux).
Il s'agira pour cela de planter des pieux de saules (section de branches ou de tronc) droits, d'une longueur totale supérieure à 200 cm, enfoncée d'au moins 50 cm, et d'un diamètre variant entre 5 cm et 15 cm.

En bordure de rivière, il conviendra de privilégier une ripisylve étagée.

**Remarques**

- Au niveau du positionnement des plantations, on distinguera les haies taillées des arbres isolés. Quel que soit ce positionnement, les plantations devront être implantées près de la berge pour assurer leurs rôles dans la fonctionnalité par rapport au cours d'eau.
- Au niveau des protections des plantations, des clôtures sont indispensables. On privilégiera des protections générales par massifs au détriment de protections individuelles à éviter.

(CF. « GUIDE DE RESTAURATION DES COURS D'EAU »,
AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE, **octobre 1997**)

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

# DESSOUCHAGE

FICHE TECHNIQUE V17

*S'AGIT DE LA FICHE TECNIQUE DU GUIDE DE GESTION DE LA VEGETATION DES BORDS DE COURS D'EAU (AGENCE DE L'EAU RHIN MEUSE, 2000), TOUT A FAIT APROPRIEE A CE RECUEIL.*

**Le dessouchage demeure une OPERATION EXCEPTIONNELLE qu'il est nécessaire de justifier et de ne pas généraliser.**

## Généralités

En règle générale, une opération de dessouchage suit le tronçonnage d'un arbre, dont la présence est indésirable même sous forme de cépée ou souche morte.

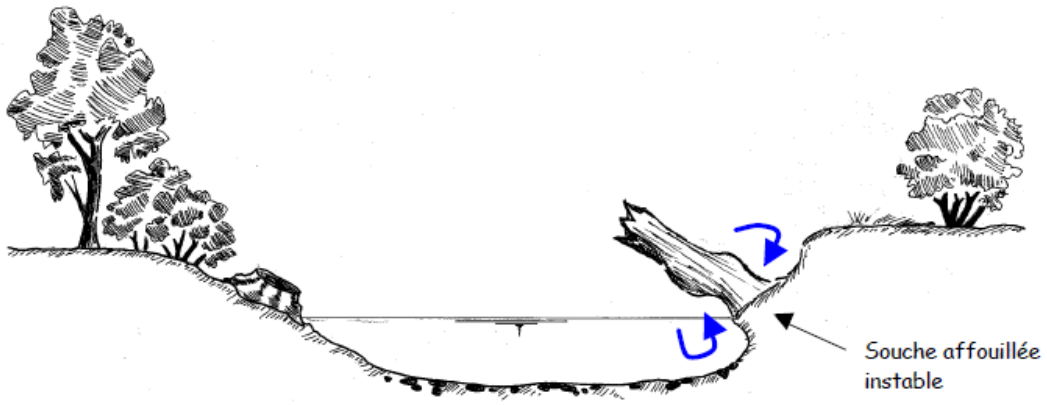
**L'enlèvement de souches est rarissime et ne doit être réalisé que lorsque celles-ci constituent une réelle gêne à l'écoulement des eaux, ou engendrent des problèmes d'érosion de berges.**

## Principes fondamentaux

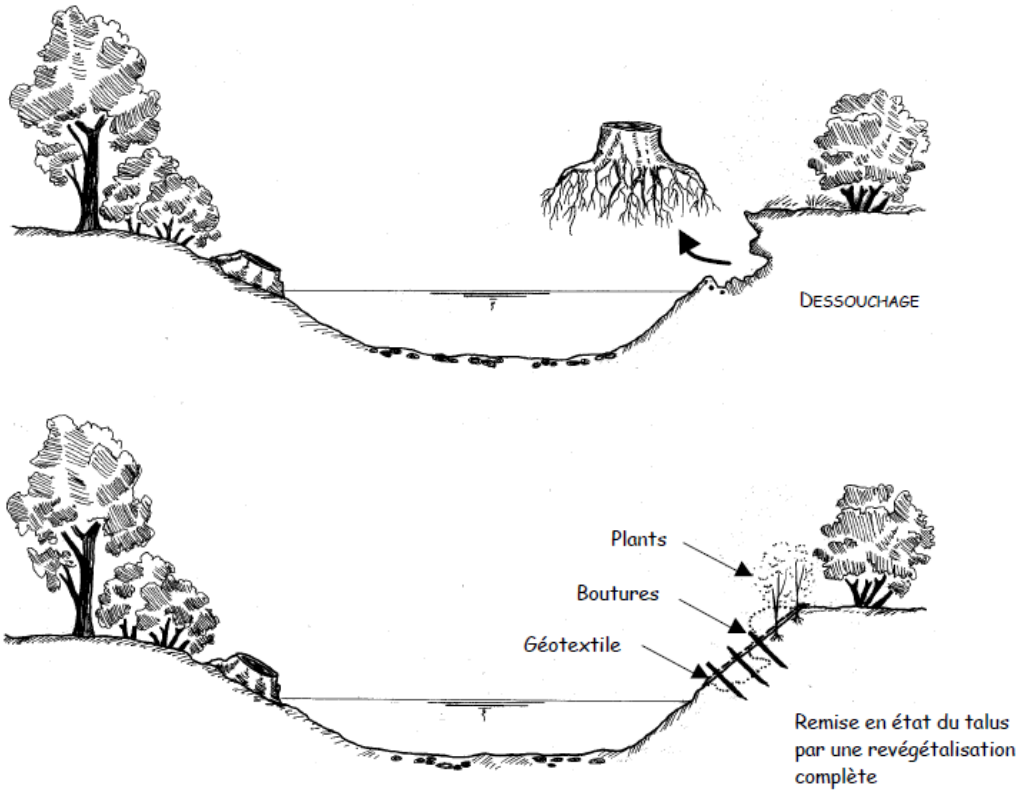
**Une SOUCHE, même après abattage de l'arbre, maintient les matériaux constitutifs de la berge et remplit, de ce fait, toujours son ROLE DE CONSOLIDATION.**

**Le DESSOUCHAGE par contre, a un EFFET DESTABILISATEUR, sur une surface largement supérieure à celle de la partie visible de la souche.**

Ce qui nécessite souvent un aménagement minimum de la berge (par exemple, retalutage et revégétalisation), suite à une telle opération.




© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio




**Le dessouchage est donc rare ou du moins très ponctuel, dans des programmes d'entretien courant.**
Normalement, **un dessouchage systématique sur un tronçon n'est justifié que par un réaménagement total d'une berge complètement dégradée.**

Pour bon nombre d'espèces, une souche est en mesure de former des rejets qui, une fois développés, porte le nom de cépée.
Cette croissance n'est généralement pas à craindre, car se sont des tiges nombreuses qui remplacent le fût initial, n'engendrant pas les désordres produits par un tronc.

Dans le cas où des rejets ne sont pas souhaitables (espèces exotiques ou non adaptées), il faut procéder à une dévitalisation, par badigeonnage de la souche, avec un désherbant total.
Si aucun aménagement de berge n'est prévu, une dévitalisation est préférable à un dessouchage, en terme de stabilisation.

Dans le cas du développement d'un sujet dans le lit du cours d'eau (cas très fréquent), on procédera à une coupe rase de la souche en période d'étiage puis à un tronçonnage complémentaire en croix, également lors des basses eaux, afin de faire pourrir la souche.

(CF. FICHE TECHNIQUE SUR « LE DEBROUSSAILLAGE »)

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

## Matériel à utiliser

Pelle hydraulique
Tracteur forestier et chaînes

## Epoque

| J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | |

préconisée
possible mais décons
à proscrire

Indifférente

## Dimensions biologiques

La partie du réseau racinaire qui se trouve sous le niveau d'eau, offre souvent un nombre considérable d'abris et de caches à la faune aquatique.
Cela constitue également un support pour le nourrissage et la reproduction de la faune benthique. Souvent, des souches sont à l'origine de formations de mouilles et sont donc génératrices d'une certaine richesse structurelle du lit.

**On veillera à favoriser une coupe rase de la souche plutôt qu'un dessouchage systématique.**

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

# GESTION DES EMBACLES

FICHE TECHNIQUE V18

*S'AGIT DE LA FICHE TECNIQUE DU GUIDE DE GESTION DE LA VEGETATION DES BORDS DE COURS D'EAU (AGENCE DE L'EAU RHIN MEUSE, 2000), TOUT A FAIT APROPRIEE A CE RECUEIL.*

## Généralités

Les embâcles sont des accumulations de débris végétaux, auxquels viennent souvent s'ajouter des déchets d'autre nature, qui sont retenus par un obstacle placé accidentellement dans le lit mineur. Il peut s'agir d'une souche proéminante, d'un arbre qui a chuté dans le lit mineur, d'enrochements qui se sont affaissés, de troncs flottants qui se sont calés entre deux piles de pont, etc.

Un embâcle, comme tout obstacle placé dans le lit mineur, est susceptible de provoquer des turbulences ou des déviations de courant à l'origine de nouvelles érosions de berges.
Les embâcles peuvent également constituer de véritables barrages (embâcles filtrants) qui augmentent la ligne d'eau en amont, ce qui peut favoriser les inondations en cas de crue et limiter la connexion amont/aval pour la faune.

## Principes fondamentaux

La gestion des embâcles doit commencer par une phase préventive limitant leur formation ou leur « engraissement » grâce à des actions sur les ripisylves, notamment le contrôle des arbres morts et dépérissants, situés en pied de berge.

**Avant toute évacuation d'embâcle, il est nécessaire d'analyser exactement ses effets sur le courant et sa nature.**

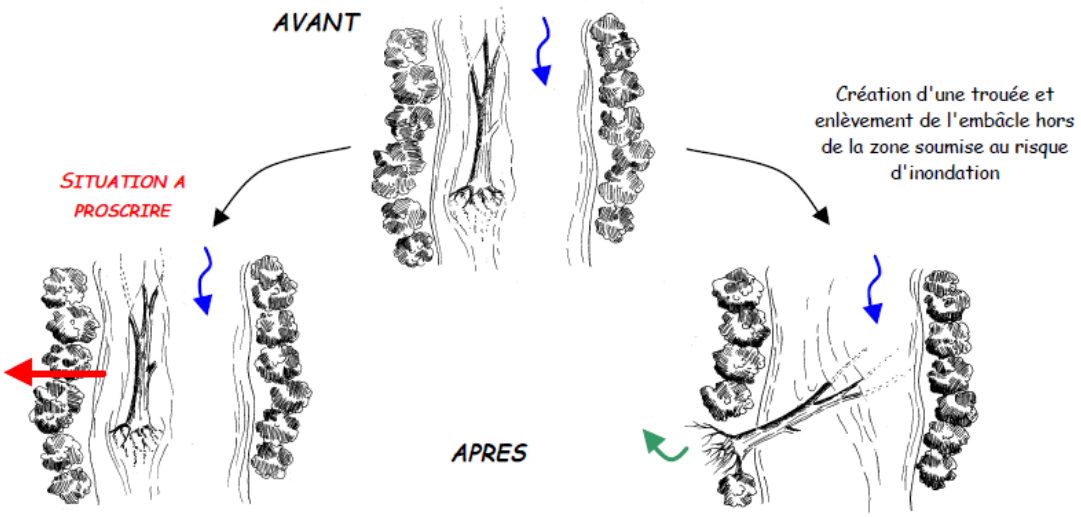
Dans certains cas, par exemple, des embâcles sont susceptibles de stabiliser le lit, voire même des érosions, par piégeage de sédiments ou d'avoir un fort intérêt biologique.
Dans ces cas, il est proposé de **ne pas intervenir**.

**Si l'augmentation du risque d'inondation constitue le motif d'une intervention, il s'agit au préalable d'analyser l'environnement proche et de mesurer l'impact réel d'une augmentation des inondations**, qui peut être sans conséquence ou même positive, dans certains types de milieux naturels.

**Lors de l'évacuation de l'embâcle, on veillera à épargner la ripisylve en place à proximité, en tirant les embâcles perpendiculairement à la berge et non pas latéralement.**

Dans certains cas, il peut même être préférable de débiter l'embâcle dans le lit du cours d'eau, afin de faciliter son évacuation.

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio




Dans d'autres cas de figure, comme par exemple sur des cours d'eau présentant une lame d'eau suffisamment haute et un lit suffisamment large, **seule la partie émergée de l'embâcle pourra être coupée**. La partie immergée de l'embâcle continuera alors à assurer son rôle bénéfique dans la diversification des habitats piscicoles.

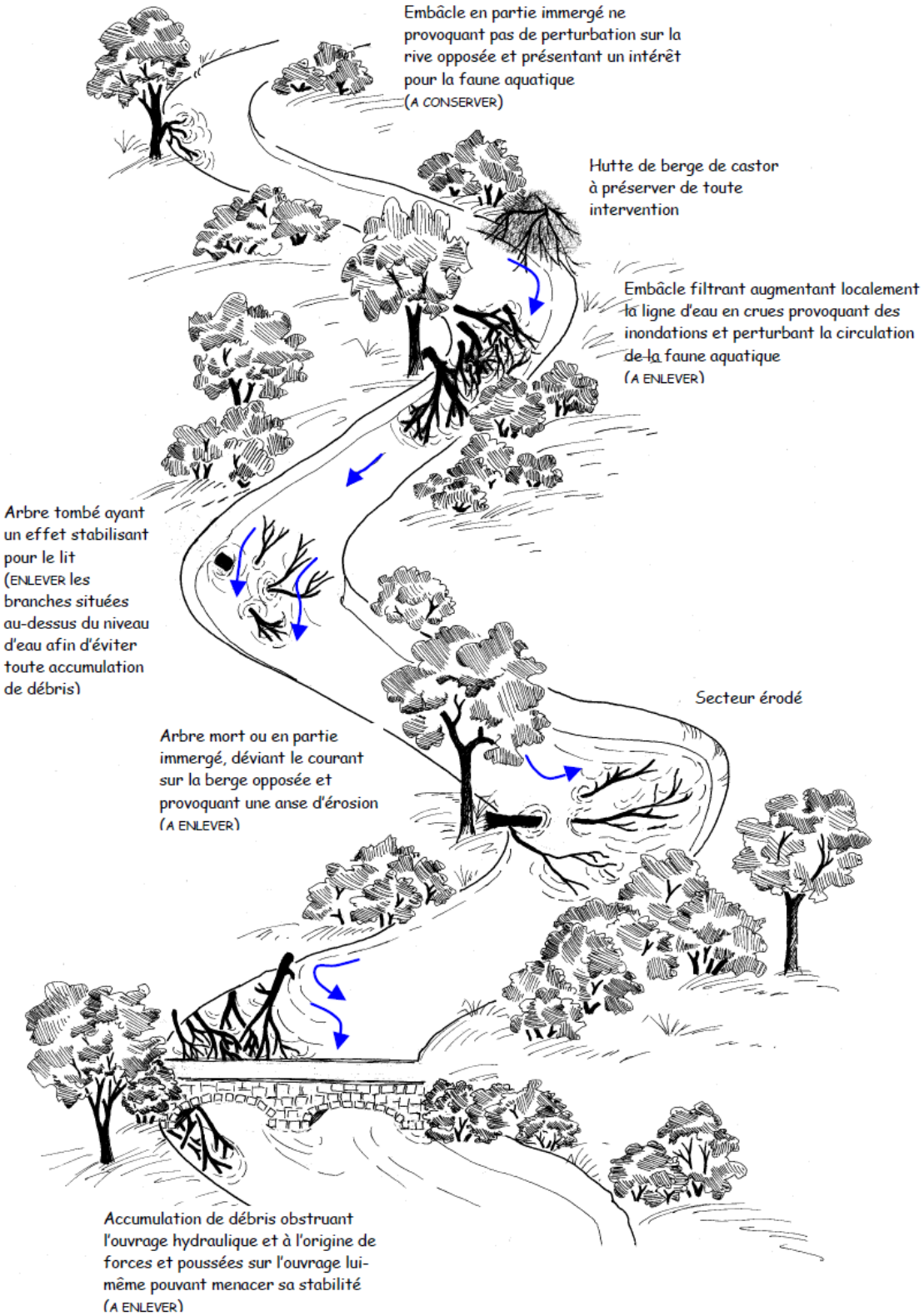
- Dans le cas de **gros volumes d'embâcles stationnaires** sur un certain tronçon, la diminution du gabarit d'écoulement peut être telle qu'elle entraîne une **augmentation de la ligne d'eau**, jusqu'à favoriser des inondations en cas de crue.
- En fonction des matériaux qui le constitue, un embâcle même très localisé, peut constituer un **barrage** sur de petits cours d'eau, produisant un **effet de seuil**, avec formation d'une fosse de dissipation d'énergie en aval et une éventuelle dégradation des berges, dont la pente risque de s'accentuer. En amont, comme dans le cas précédent, une augmentation du niveau d'eau pourra favoriser les inondations en temps de crue.
  La rupture soudaine du barrage constitué par l'embâcle, est alors susceptible de créer des désordres à l'aval par une crue subite, de même qu'en amont, par un abaissement soudain du niveau d'eau.
- Enfin, le rétrécissement de gabarit constitué par les piles d'un pont ou les limites d'un passage busé, sont des points sensibles où le piégeage de corps flottants est fréquent. L'élimination des embâcles dans ces cas de figure là, est toujours à considérer comme une intervention d'urgence.
  Le risque de favoriser les inondations est en effet évident et le laps de temps entre l'amorce du phénomène d'accumulation et le barrage total, peut être très court en cas de crue. En plus, sa rugosité, sous l'effet du courant, peut arracher des parties d'ouvrage.

**Remarque**

Une attention particulière devra également être portée à certains embâcles qui peuvent constituer des habitats intéressants pour les castors.

**L'enlèvement d'embâcles ne doit concerner que les arbres, branches et monstres, et en aucun cas ne « dériver » vers un curage ou un creusement du lit.**

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio




© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

## Matériel à utiliser

tracteur forestier, équipé d'un treuil ou d'une grue, opérant depuis la berge

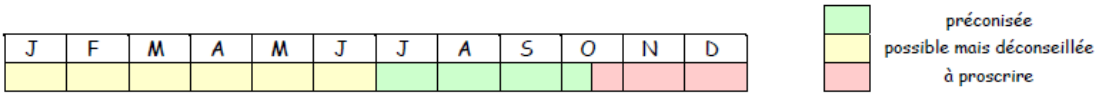
Les moyens à engager sont dépendants du volume d'embâcle à extraire. Un tracteur forestier, équipé d'un treuil ou d'une grue, est généralement le moyen le plus approprié. Souvent un débitage préalable à la tronçonneuse est nécessaire, lorsque des volumes de bois considérables et des troncs d'un important diamètre, sont entremêlés.
Dans le cas d'embâcles très importants, l'utilisation d'une pelle hydraulique pourra être préconisée, EXCEPTIONNELLEMENT.

## Epoque

Un enlèvement d'embâcles peut être justifié par une urgence.
Toutefois, il s'agira généralement d'une opération sur un obstacle constitué lors d'une crue récente et menaçant un point « dur » (pont, bâtiment, etc.).
Il pourra donc s'effectuer à n'importe quelle période de l'année.

S'il s'agit d'interventions multiples, entrant dans le cadre d'un programme d'entretien, sur des linéaires importants, il est préférable de concentrer ces travaux en période d'étiage de la fin de l'été au début de l'automne, avant les hautes eaux hivernales et où les impacts sur le milieu naturel et notamment les cordons boisés, seront moins importants.

Mais il **s'agira** également **de veiller, comme pour toute opération intervenant dans le lit du cours d'eau, aux périodes de nidification pour l'avifaune, de reproduction pour les principales espèces de poissons, qui occupent le site**.




Ainsi, certaines périodes, qui varient en fonction de la typologie du cours d'eau, seront évitées pour ce type d'intervention.

## Dimensions biologiques

Les embâcles, lorsqu'ils ne sont pas généralisés, contribuent à diversifier les écoulements, participent à la **stabilisation du profil en long** du cours d'eau, peuvent favoriser la création de mouilles et constituent de ce fait des **facteurs de diversification des habitats aquatiques**.

Ils contribuent également à l'**approvisionnement en matières organiques**, nécessaires aux consommateurs primaires, et notamment à certains représentants de la faune benthique.

Enfin les embâcles peuvent constituer d'excellentes **caches à poissons**, servir de support de ponte et de reproduction pour les macroinvertébrés.

© 03/2000 Agence de l'eau Rhin-Meuse – Tous droits réservés
Extrait du guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau réalisé en collaboration avec le bureau d'études Sinbio

# ANNEXE 3 Exemple de fiches techniques géomorphologie

# MANUEL DE RESTAURATION HYDROMORPHOLOGIQUE DES COURS D'EAU

1 *Postulats et principes généraux des opérations de restauration*

2 *Les principaux dysfonctionnements à l'origine des opérations de restauration*

3 **Typologie des opérations de restauration et éléments techniques**

# Table des matières


- Petits aménagements piscicoles *(fiche 1)* 3
- Création d'une ripisylve *(fiche 2)* 7
- Epis *(fiche 3)* 11
- Bancs et risbermes alternés *(fiche 4)* 19
- Reconstitution du matelas alluvial *(fiche 5)* 23
- Seuils et rampes *(fiche 6)* 27
- Reconnexion d'annexes hydrauliques (hors suppression de digues) *(fiche 7)* 31
- Arasement/dérasement de seuils *(fiche 8)* 43
- Suppression des contraintes latérales *(fiche 9)* 49
- Remise à ciel ouvert de cours d'eau *(fiche 10)* 55
- Modification de la géométrie du lit mineur/moyen (augmentation limitée de l'emprise) *(fiche 11)* 61
- Diversification de berges sur grands cours d'eau navigués *(fiche 12)* 67
- Suppression des digues, élargissement de l'intra-digues *(fiche 13)* 75
- Suppression d'étangs *(fiche 14)* 81
- Reméandrage ou recréation de cours d'eau *(fiche 15)* 85

Travaux en limite des opérations de restauration 93

Mesures de limitation des impacts lors des opérations de restauration 99

# Petits aménagements piscicoles

| TYPES DE DYSFONCTIONNEMENTS CONCERNES |
|---|
| Disparition de certains habitats piscicoles |
| **NIVEAU D'AMBITION** |
| R1 |
| **SCORE GEODYNAMIQUE** |
| Tous |





## Généralités

### Contexte d'application

La plupart des dysfonctionnements hydromorphologiques constatés sur les cours d'eau peuvent être notamment traduits en termes de « perte d'habitats piscicoles ». Si l'on se limite à cet angle de vue et si l'on se trouve dans un contexte technique et foncier ne permettant pas de viser des niveaux d'ambition importants (R2, R3), on peut préconiser la réalisation de petits aménagements piscicoles (niveau R1).

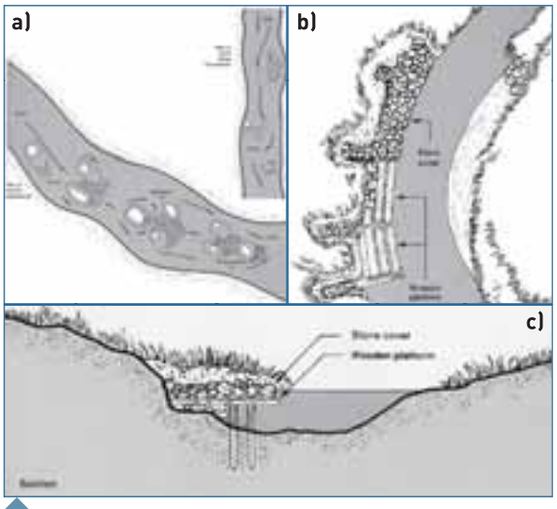
Notons que la plupart des guides de restauration en langue française ou étrangère sont des manuels techniques décrivant des aménagements à vocation de restauration (*rehabilitation*) ou d'amélioration (*enhancement*) des habitats piscicoles (*fish habitats*). La grande majorité des travaux de restauration réalisés à ce jour en France ou ailleurs étant très fréquemment issue du monde de la pêche, ceci explique peut être aussi pourquoi la plupart des exemples de restauration relèvent de cette catégorie.

Pour ces raisons, la présente fiche restera très succincte et nous renvoyons le lecteur désirant mettre en œuvre ce type de techniques à une bibliographie existante déjà suffisamment fournie.

**NOTA**

Certains de ces « petits aménagements piscicoles » sont repris de manière plus détaillée dans quelques fiches du présent guide (épis (fiche 3), petits seuils (fiche 6)).

alevin, juvénile, adulte). Même si la recherche d'aménagements « copiant » la nature est souvent revendiquée, on doit malheureusement fréquemment constater que les ouvrages réalisés s'intègrent assez peu dans le paysage fluvial et sont souvent perçus visuellement comme des « verrues ».




Exemples de petits aménagements piscicoles. **a)** Installation de blocs dans le cours d'eau pour créer à la fois des abris hydrauliques pour les poissons adultes (généralement des truites) et éventuellement des zones de reproduction dans les dépôts de graviers qui se forment entre les blocs. **b)** Vue en plan d'installation de sous-berges artificielles pour créer des caches pour les poissons adultes (souvent des truites) **c)** Vue en coupe d'une sous-berge (source : *Cowx I.G., Welcomme R.L., 1998*).

### Principes généraux

Le principe général qui sous-tend ce type de réalisation est de « recréer » des habitats à l'attention d'une ou plusieurs espèces cibles. On recherche parfois plus précisément l'amélioration de l'habitat d'un ou plusieurs stades de développement de ces mêmes espèces (reproduction,

La création de caches peut aussi être réalisée par la plantation de ligneux au port volontairement arborescent en pied de berge et/ou avec des essences volontairement choisies parmi celles au développement racinaire superficiel, telles que des frênes par exemple.



**Figure 1 :** Exemples de caches sur la Scie créées par des essences arborescentes au développement racinaire superficiel.

## Préconisations

La principale préconisation que nous pouvons faire est de vérifier qu'il n'existe pas de possibilité de mettre en œuvre d'autres solutions plus ambitieuses et ne visant pas uniquement la valorisation d'un seul compartiment de l'hydrosystème. Un effort particulier de sensibilisation et de persuasion doit être fait auprès des partenaires du projet.

### Etude préalable et éléments nécessaires à l'avant-projet

La plupart des études préalables ou d'avant-projet pour ce type de restauration se limitent à identifier « l'habitat manquant » pour une espèce cible (souvent la truite ou un salmonidé à forte valeur halieutique) ou un stade particulier de développement d'une espèce cible (généralement la reproduction ou le stade adulte).

Il nous semble important, lors des études préalables, de bien identifier les dysfonctionnements globaux, de manière à :

– éviter de privilégier une espèce ou un stade de développement en particulier ;

– mettre l'accent sur la nécessité de rechercher un niveau d'ambition supérieur.

### Caractéristiques hydromorphologiques à rechercher

Veiller à toujours chercher à produire des structures se rapprochant des caractéristiques naturelles : il paraît aberrant d'installer des blocs énormes dans un cours d'eau à galets et graviers, même si l'efficacité en terme d'abris hydrauliques peut être réelle. Mieux vaut réaliser des amas de galets d'une granulométrie proche de celle du cours d'eau (peut être légèrement augmentée pour résister aux forces tractrices de crue).



**Figure 2 : En haut :** la mise en place de blocs ou d'amas de blocs dans un cours d'eau à substrat grossier peut être acceptable visuellement. **En bas :** elle l'est moins dans un contexte graveleux ou sableux.

### Contraintes de mise en œuvre et précautions à prendre

Il est important de signaler que ces petits aménagements ne doivent jamais être réalisés dans le remous hydraulique d'un seuil. L'absence de



vitesse se traduira par une absence totale d'efficacité.

Il est fondamental aussi de bien dimensionner ces ouvrages pour qu'ils aient une efficacité hydraulique suffisante. Nous avons souvent constaté des dimensionnements trop « modestes » se traduisant par des aménagements quasiment inefficaces.

Il est par contre nécessaire, en cas d'enjeux importants vis-à-vis des inondations, de vérifier par des calculs hydrauliques adaptés, que les structures en question ne créeront pas d'aggravation des phénomènes d'inondation.

### Mesures connexes obligatoires

Sans objet.

### Mesures connexes facultatives

Sans objet.

### Techniques alternatives

Sans objet à ce niveau d'ambition.

**Figure 3 :** Exemples de petits épis à vocation de diversification de l'écoulement sous-dimensionnés par rapport à la puissance du cours d'eau. Il n'y a quasiment pas d'effet hydraulique.

## POUR EN SAVOIR PLUS

Deux guides techniques particulièrement intéressants sont à conseiller :

**En français :**

- Lenormand, M. (1999) : les petits aménagements piscicoles. Guide technique. Publié par l'Agence de l'Eau Adour-Garonne.

En anglais :

- Cowx I.G., Welcomme R.L. (1998) : Rehabilitation of rivers for fish. FAO.

**Puis sur Internet :**

- Saldi-Caromile, K., K. Bates, P. Skidmore, J. Barenti, D. Pineo. 2004. Stream Habitat Restoration Guidelines : Final Draft. Co-published by the Washington Departments of Fish and Wildlife and Ecology and the U.S. Fish and Wildlife Service. Olympia, Washington.
  http ://wdfw.wa.gov/hab/ahg/shrg/index.htm

# Création d'une ripisylve

| TYPES DE DYSFONCTIONNEMENTS CONCERNES |
|---|
| Modification de la nature des berges ; végétation riveraine absente, très clairsemée ou inadaptée |
| **NIVEAU D'AMBITION** |
| R1 à R3 |
| **SCORE GEODYNAMIQUE** |
| Tous mais à recommander surtout sur les cours d'eau peu puissants |





## Généralités

### Contexte d'application

La création/reconstitution de ripisylve est adaptée à tout type de cours d'eau. Elle est rarement conseillée comme unique mesure de restauration et est généralement couplée et appliquée en complément d'autres types de travaux tels que le reméandrage, la recréation de cours d'eau, le réaménagement des sédiments d'anciennes retenues suite à des travaux d'arasement de seuils, etc.

### Principes généraux

**La création de ripisylve peut être réalisée :**

- sous la forme de **végétalisation simple** (plantations, boutures ou ensemencements) lorsque sa mise en œuvre poursuit uniquement des objectifs de diversification de milieux et de reconstitution d'un écotone rivulaire *(cf. figure 4)* ;
- sous la forme de **« techniques du génie végétal »** lorsque son application poursuit, en plus de considérations écologiques, des objectifs de protection contre l'érosion (fascines ou tressage de saules, couches de branches à rejets, caissons végétalisés, fascines d'hélophytes, lits de plants et plançons, emploi de géotextiles biodégradables, etc.) *(cf. figure 5)* ;
- **de manière spontanée et indirecte,** favorisée par : la mise en place d'ouvrages déflecteurs (voir fiche 3 « épis »), la réalisation de terrassements selon des formes et des pentes particulières, la mise en place de substrats spécifiques, bref, la création de conditions stationnelles adaptées *(cf. figure 6)*.

Il existe déjà de nombreux ouvrages sur les principes de végétalisation (voir bibliographie), c'est pourquoi on se limitera ci-après au rappel de deux principes fondamentaux à respecter dans tout projet de restauration :

- **proposer uniquement des espèces strictement indigènes et adaptées à la station.** En effet, dès le moment où l'objectif de l'opération de végétalisation est **écologique**, il est fondamental de ne proposer que des espèces adaptées. Un diagnostic préalable de la station et de ses alentours est incontournable pour projeter ensuite les bonnes espèces aux bons endroits (prise en compte de notions de climat, d'exposition, d'hydromorphie du sol, de granulométrie et de composition des substrats en place ou à mettre en œuvre, etc.) ;
- **dans un souci de diversification de milieux,** il faut varier les espèces, les formes, les strates, les densités de plantations, etc., et ceci dans un objectif le plus élargi possible, notamment vis à vis de la faune susceptible de fréquenter le secteur restauré. Un projet de restauration en général et de végétalisation en particulier ne devrait pas être déterminé pour une seule espèce « cible » d'un point de vue faunistique. Il est recommandé de favoriser la biodiversité en général.



**Figure 4 :** Boutures de saules en travaux à gauche et plantations d'arbustes avec protection anti-rongeurs à droite.

## Préconisations

### Etude préalable et éléments nécessaires à l'avant-projet

Diagnostic de terrain obligatoire à confronter avec les éléments de projet (relevés de végétation existante (adaptée ou inadaptée), conditions de sol, d'exposition, analyse du comportement hydraulique et hydrologique de la station, etc.).

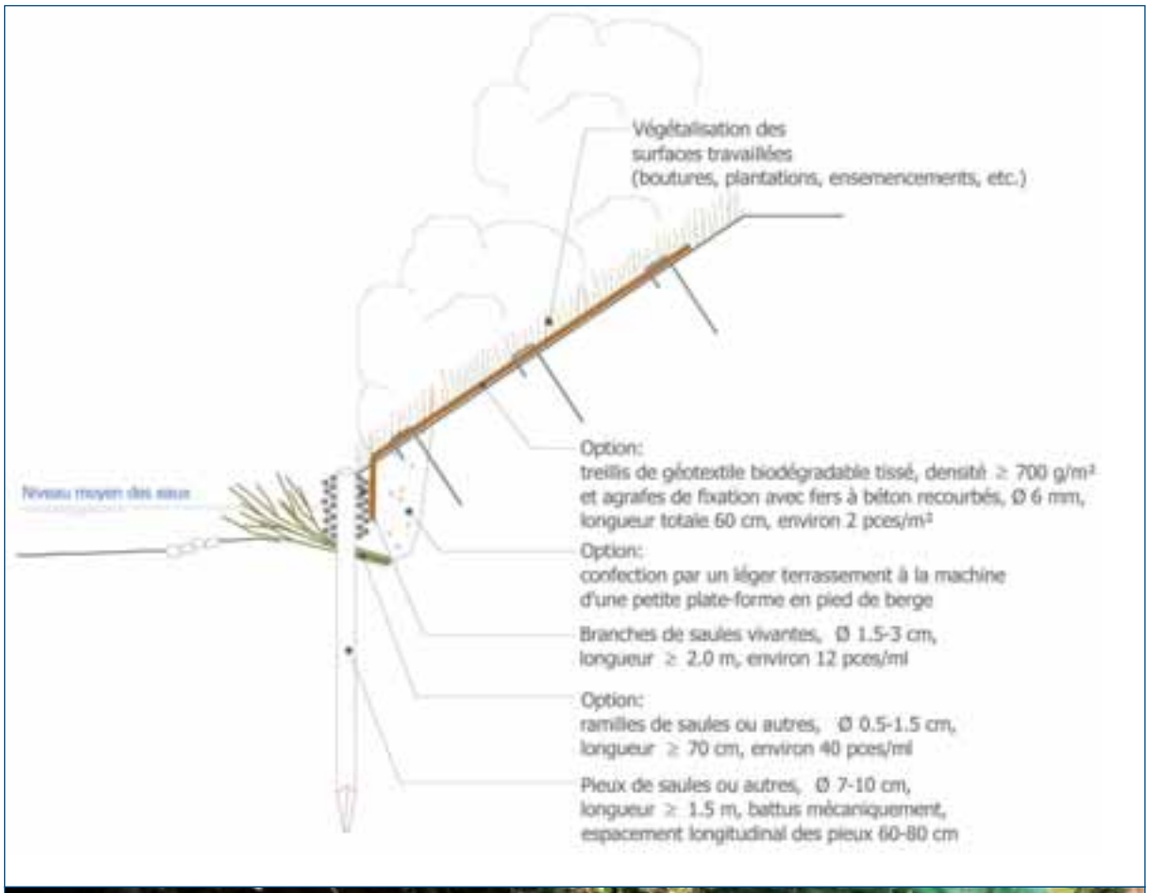





**Figure 5 :** Illustrations de techniques du génie végétal. Profil type d'un tressage de saules en haut et détail de réalisation en bas.

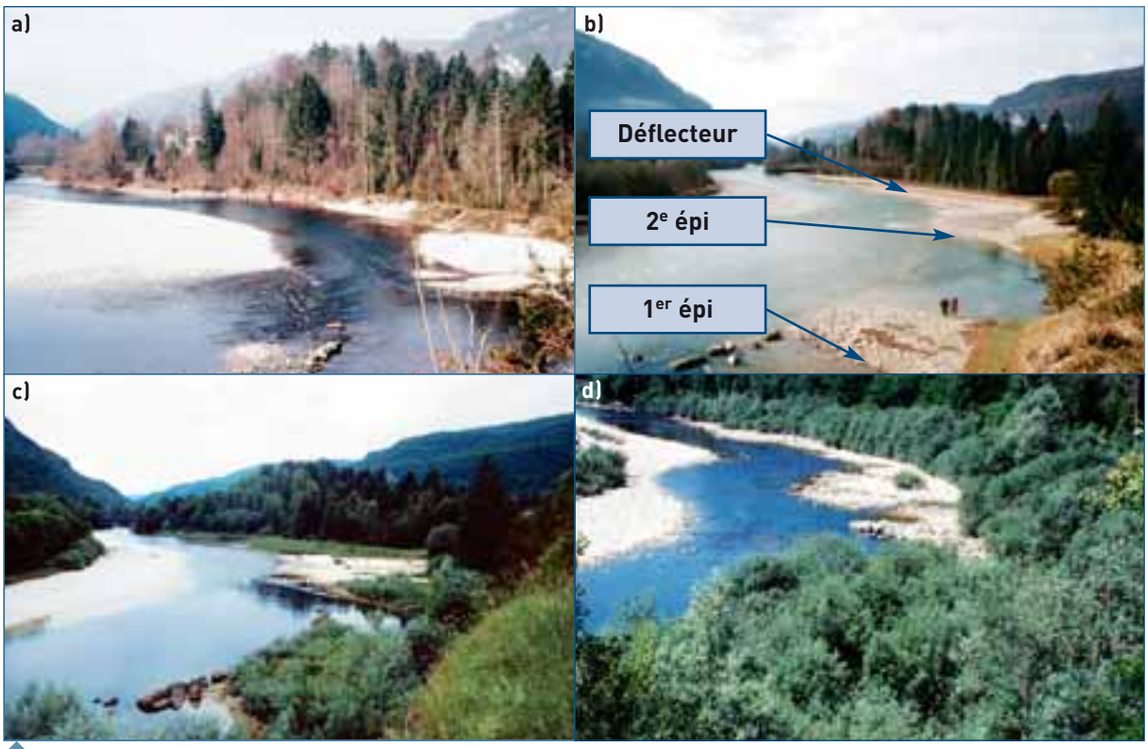



**Figure 6 :** Illustration de végétalisation avec des techniques indirectes. **a)** Erosion de berge concave (1996). **b)** Protection réalisée avec des déflecteurs (1997). **c)** Vue du site en 2001 (4 ans après travaux). **d)** Vue du site et de la « ripisylve » reconstituée en 2006, soit une dizaine d'années après travaux.

## Contraintes de mise en œuvre et précautions à prendre

Sur des rivières à faible puissance, des plantations riveraines peuvent réduire fortement les processus d'érosion latérale, par ailleurs intéressants pour la restauration d'un fonctionnement plus naturel de cours d'eau. Il faut alors bien identifier et mettre en balance les objectifs :

– garantir la dynamique fluviale ;

– améliorer le corridor fluvial.

Un surcroît de végétation ligneuse riveraine peut également « fermer » le cours d'eau qui aura tendance à s'inciser.

Dans des secteurs urbanisés où l'enjeu « protection contre les inondations » est prépondérant, un surcroît de végétation ligneuse peut également amener à une rehausse des niveaux de crue. Des opérations d'entretien et de gestion de la végétation riveraine plantée ou spontanée seront peut-être nécessaires.

## Mesures connexes obligatoires

– Des opérations de végétalisation doivent obligatoirement s'accompagner de notions d'entretien et de garantie de l'entreprise titulaire du marché de travaux, ceci idéalement durant les 3 premières saisons végétatives qui suivent le chantier (notions à définir dans le cahier des charges des travaux).

– Veiller à protéger les surfaces plantées (au moins durant les trois premières saisons végétatives) de toute déprédation (bétail, rongeurs, chiens, etc.), par des clôtures provisoires de protections, des protections anti-rongeurs, des paillages, des panneaux informatifs sur les travaux réalisés et remerciant tout usager de respecter les plantations, etc.

## Mesures connexes facultatives

Sans objet

## Techniques alternatives

Sans objet

## POUR EN SAVOIR PLUS


➔ Adam P., Debiais N., Gerber F., Lachat B. *(à paraître)*. **Le génie végétal, un manuel technique au service de l'aménagement et la restauration des milieux aquatiques**. Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement durables. La documentation Française.

➔ Zeh H. (2007). **Génie biologique, manuel de construction** (guide publié en 5 langues). Société suisse du génie biologique et Fédération Européenne pour le génie biologique.

# Epis

| TYPES DE DYSFONCTIONNEMENTS CONCERNES |
|---|
| Homogénéisation des faciès, réduction de la profondeur d'eau d'étiage, etc. |
| **NIVEAU D'AMBITION** |
| R1 essentiellement, éventuellement R2 |
| **SCORE GEODYNAMIQUE** |
| Tous mais efficacité quasi nulle si les vitesses d'écoulement sont très faibles |



## Généralités

### Contexte d'application

La réalisation d'épis dans un contexte de restauration est adaptée pour répondre aux objectifs suivants :

- recentrage et dynamisation des écoulements ;
- diversification des substrats ;
- diversification des hauteurs d'eau ;
- création de caches et abris pour la faune piscicole.

Il est à noter que sur des cours d'eau de très faible puissance, les effets induits sont très réduits et limités à un effet de cache et abri pour la faune piscicole.

### Principes généraux

La littérature présente de très nombreux types d'épis avec des agencements de blocs d'enrochement, la mise en place de troncs, de pieux, la réalisation de caissons ou casiers en rondins remplis de cailloux (figure 69), l'emploi de techniques issues du génie végétal (épis en fascines de saules, en tressages, etc.), etc.

Rétrécissant localement la largeur du lit d'étiage, les épis ont pour effet de créer des micro-turbulences des écoulements hydrauliques (même par faibles débits) ; micro-turbulences favorables à la diversification des substrats (alternance et mosaïque de granulométries différenciées des matériaux du fond du lit).




**Figure 7 :** Exemples de différents types d'épis. **a)** Epi plongeant en pieux. **b)** Epi en fascine de saule. **c)** Epi plongeant en blocs d'enrochement. **d)** Epis végétaux pour favoriser le développement de roselières.

Cette diversification des substrats, remaniés lors de chaque montée des eaux, est source de support de vie pour la faune (reproduction et développement des micro-organismes, frai des poissons, etc.).

Si les épis sont réalisés sous forme d'un agencement particulier de blocs d'enrochements, ils sont également favorables à la faune piscicole de par leur rôle de cache et d'abri qu'ils génèrent.

La forme et l'orientation des ouvrages réalisés influent directement sur les effets de diversification produits *(figure 8)*.

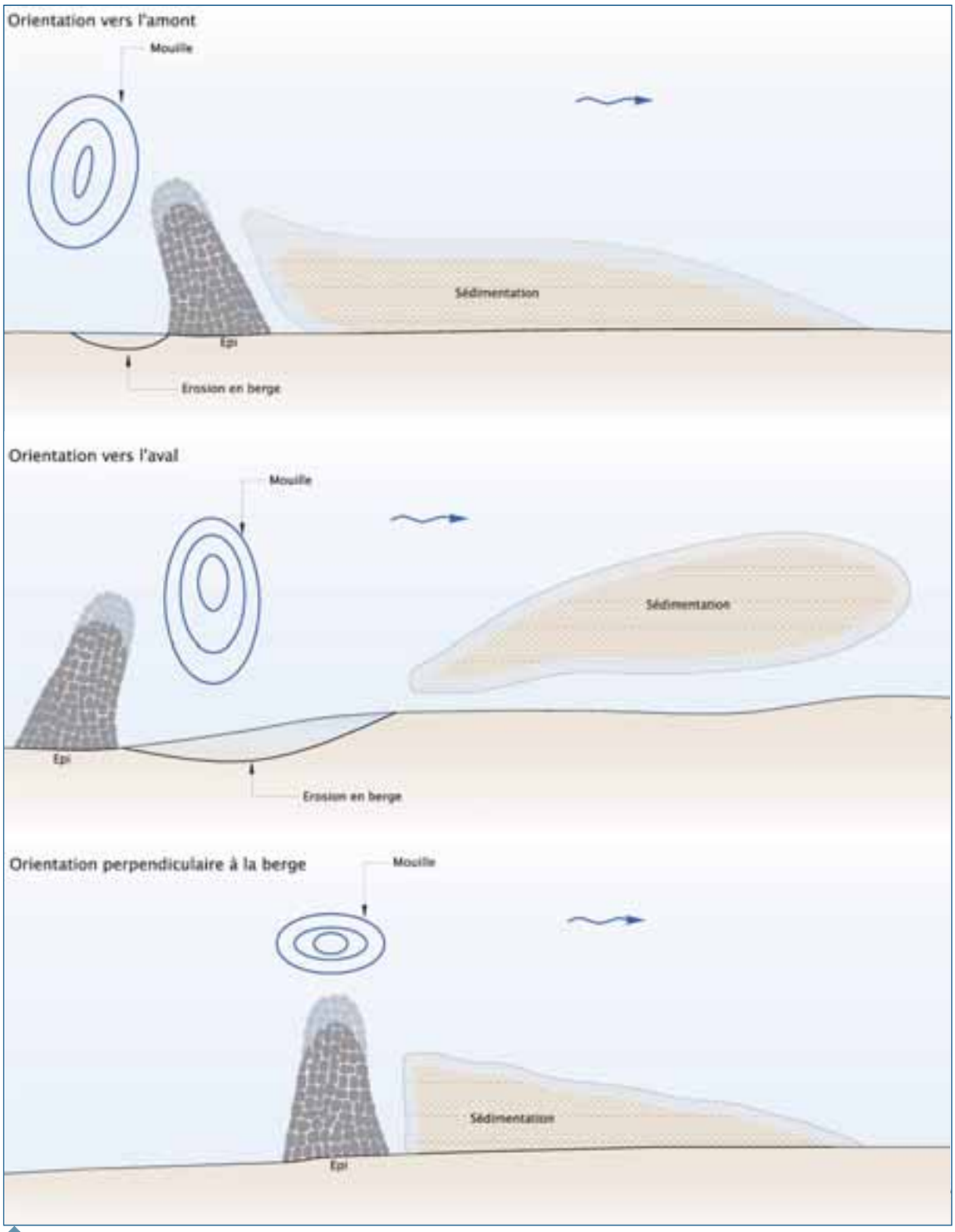



**Figure 8 :** Illustration schématique de différents effets produits sur la diversification des substrats ou des hauteurs d'eau liées à l'orientation des épis (figure Biotec).

## Préconisations

### Etude préalable et éléments nécessaires à l'avant-projet

La mise en place d'épis sur un cours d'eau exige une topographie précise du lit mineur.

Implantés dans le lit mineur du cours d'eau et pouvant provoquer des impacts non négligeables sur les cotes de crue, l'analyse de ces impacts est un élément préalable incontournable, s'ils sont mis en place sur des sites à fort enjeu au regard du risque inondation (milieu urbain).

Devront également être analysés les risques liés à un éventuel approfondissement localisé du lit, au développement de zones érodées au droit ou en face des ouvrages prescrits, ainsi que sur le risque de « piégeage » de bois mort ou d'embâcles transportés par le cours d'eau.

### Caractéristiques techniques à rechercher

Puisqu'il s'agit de mettre en place des épis dans un but de restauration des milieux aquatiques, il est fortement recommandé de varier les formes des ouvrages, leur orientation, leurs dimensions, etc., de manière à favoriser au maximum la biodiversité. Dans ce sens, il est rarement fait appel à un seul ouvrage ; **les épis sont à réaliser en série.**

Il est tout à fait possible de mettre en place des épis en intrados de courbure de méandre, ce qui a pour effet de dynamiser les processus d'érosion latérale sur la berge opposée.

D'un point de vue constructif, on s'attachera néanmoins à respecter certains principes fondamentaux *(figure 9)* :

- réaliser des ouvrages plongeants, de manière à maximiser les effets sur les courants hydrauliques ;
- les « têtes » d'épis étant les parties les plus sollicitées, on s'attachera à réaliser un bon ancrage, de façon à pérenniser les ouvrages réalisés ;
- pour limiter le risque de contournement des ouvrages réalisés en temps de crue, on veillera à bien ancrer les épis en berge ou à suffisamment protéger cette dernière face à l'érosion ;
- comme il a été vu, il est recommandé de varier les dimensions des ouvrages, mais pour que les effets sur les écoulements soient significatifs, on produira des épis dont la longueur est environ égale au 2/3 de la largeur du lit mineur.

### Contraintes de mise en œuvre et précautions à prendre

- Augmentation du risque d'érosion

Du fait des turbulences et remous hydrauliques provoqués par les épis, il faut veiller à ce que les ouvrages réalisés ne soient pas eux-mêmes source de dégradation des berges limitrophes, si ce n'est pas là précisément le but de leur implantation.

- Augmentation de la fréquence des débordements

Du fait de l'augmentation de la rugosité du fond du lit, il est possible que les épis aient un impact non négligeable sur les hauteurs d'eau en crue et la fréquence des débordements.

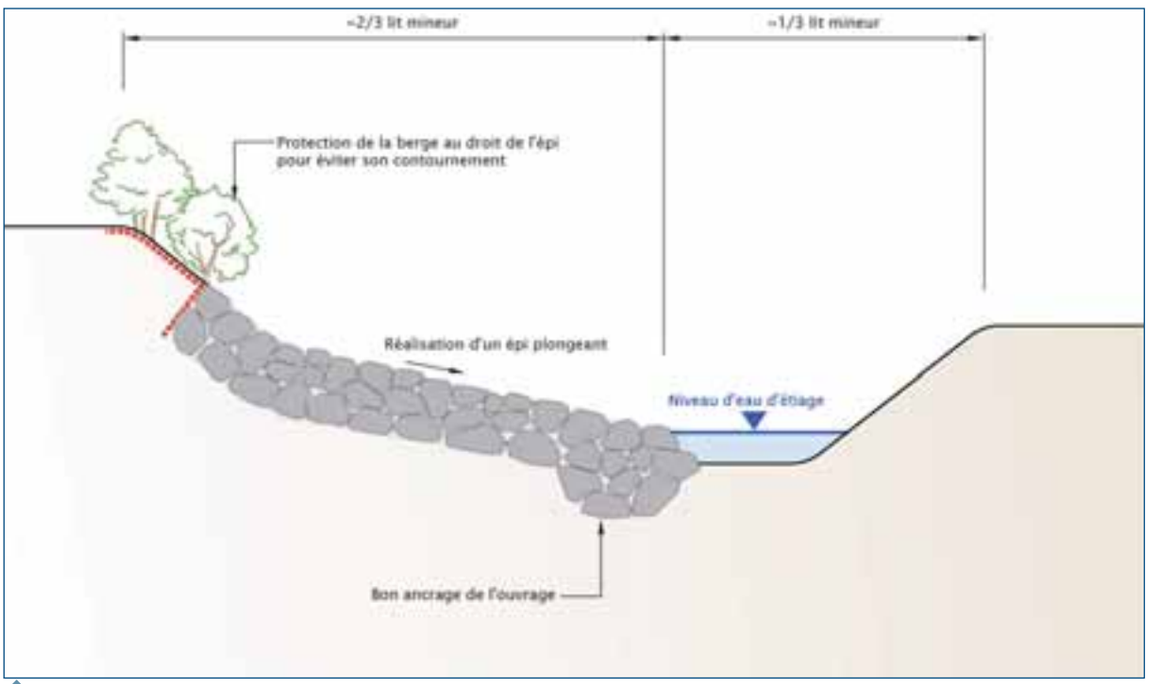



**Figure 9 :** Schéma « type » d'un épi plongeant en blocs (figure Biotec).

## Mesures connexes obligatoires

La protection nécessaire des berges au droit des ouvrages pour éviter que les épis ne soient à terme isolés au milieu du cours d'eau.

## Mesures connexes facultatives

Il est très courant que des épis soient accompagnés de travaux de terrassement du lit mineur, lorsque l'on cherche à en rétrécir la largeur avec la mise en place de bancs ou de risbermes alternées (fiche 4). Ainsi, on pourra « profiter » des épis réalisés pour prédisposer, dès la phase de chantier, des matériaux alluvionnaires du lit entre les épis.

## Techniques alternatives

En alternative et suivant les cas, il peut être réalisé des mini-seuils (fiche 6), des bancs alternés ou des risbermes (fiche 4).

## Exemple de la restauration morpho-écologique de la Brenne à Vénarey-les-Laumes




**Figure 10 :** Localisation du secteur (source : Géoportail, IGN).

## Problématique

Affluent rive droite de l'Armançon, cours d'eau lui-même affluent de l'Yonne qui conflue au final avec la Seine, la Brenne est une rivière de Côte-d'Or présentant des débits moyens annuels relativement modestes (module interannuel proche de 7,78 m³/s à Montbard).

Objet, au cours du siècle passé, de profonds travaux de chenalisation (de type : rescindement, recalibrage, empierrement de berges généralisé), la Brenne a naturellement recherché par la suite à retrouver une morphologie plus conforme à sa dynamique (débit de pleins bords proches de 30 m3/s, puissance spécifique développée de l'ordre de 50 W/m²).

Dans le but de résoudre les impacts parfois regrettables de ces processus de réajustement naturel (incision du lit, profonds bouleversements des processus de redistribution des sédiments entraînant en certains secteurs d'importants phénomènes d'atterrissement et une réduction significative de la débitance de la rivière, glissements des empierrements existants, affouillements de berges en des endroits à forts enjeux, etc.), le Syndicat Intercommunal pour la Réalisation des Travaux d'Aménagement de la Vallée de l'Amançon (SIRTAVA) a souhaité engager un programme de travaux visant à la remise en état et à la valorisation du lit et des berges de la Brenne dans sa traversée notamment du territoire de Vénarey-les Laumes.

## Objectifs des travaux de restauration envisagés

- **Guider la dynamique latérale du cours d'eau** tout particulièrement de part et d'autre du pont de la RD 954, afin d'éviter l'affouillement des piles de l'ouvrage de franchissement de la rivière puis maintenir son dimensionnement hydraulique originel.
- **Substituer aux empierrements dégradés, dans les zones à forts enjeux, des ouvrages de stabilisation de berges ayant recours aux techniques de génie végétal** (abords de propriétés bâties et camping municipal limitrophe notamment).
- **Gérer la dynamique de transport solide du cours d'eau** en favorisant les processus de dépôts en des secteurs où ils n'induisent aucun problème vis-à-vis des usages actuels et du risque inondation.
- **Assurer l'émergence d'un tronçon de cours d'eau biologiquement fonctionnel** (riche et varié en terme de faciès d'écoulement, d'habitats piscicoles, puis d'espèces) et **parfaitement intégré dans son environnement** (enjeu « paysager » dans le cas d'une traversée urbaine).
- **Développer une démarche de sensibilisation accrue** (maîtrise d'œuvre en « binôme » concepteur/représentants de l'Etat, multiplication des séances de concertation et de présentation du projet, suivi des réalisations, diffusion de supports pédagogiques (cassette vidéo)) dans le double but :

– d'inciter les collectivités et gestionnaires partenaires du SIRTAVA à modifier leurs références en terme « d'aménagement de cours d'eau » lorsqu'elles sont confrontées à des problématiques de dynamique fluviale (érosions, atterrissements, inondations) ;

– de démontrer que les travaux de chenalisation sont vecteurs de profondes perturbations et qu'il convient de préserver une certaine marge de liberté ou espace de fonctionnalité à la rivière.

Niveau d'ambition : R2



**Figure 11 :** Travaux de démontage des empierrements existants (30.08.01) puis de réutilisation des blocs dans le cadre de la mise en place d'épis déflecteurs (18.09.01).

## Description des aménagements réalisés

Deux premières tranches de travaux de « décorrection » s'étendant grossièrement entre le déversoir du Luziau (extrémité amont) et l'aval du pont de la RD954, soit sur un linéaire de près de 1 200 mètres, ont été conduites durant l'automne 2001 et le printemps 2002.

Près de 2 500 tonnes de blocs d'empierrement de berge ont alors été démontées et, pour partie, évacuées. Une partie de ces matériaux pierreux a été réemployée in situ afin de créer un seuil de fond de stabilisation du profil en long ainsi que des ouvrages déflecteurs des courants hydrauliques (épis). Ces épis sont destinés à accompagner les processus d'érosion et de dépôts en des endroits judicieusement choisis puis favoriser le développement d'un chenal préférentiel d'écoulement réduit et diversifié en période d'étiage.

De l'amont vers l'aval, de nombreux travaux forestiers ont été exécutés de façon à rajeunir les formations végétales riveraines (dynamisation des systèmes racinaires par des actions de recépage), limiter le poids des sujets arborés en rive (notamment lorsque celles-ci sont fortement exposées aux contraintes d'écoulement) et opérer une stratification des boisements riverains lorsque possible. Si plusieurs secteurs d'érosion transversale active n'ont pas été stabilisés en partie amont du tronçon de travaux de façon à « nourrir » le transport solide et permettre de préserver une source de recharge alluviale, une part des talus riverains a néanmoins été protégée en partie médiane et aval du secteur travaillé en fonction de l'acuité des enjeux existants.

Ces travaux de remodelage et de végétalisation de berges à des degrés divers (avec ou sans ouvrage de stabilisation de pied, etc.) ont systématiquement été conduits en veillant à œuvrer en déblai puis au moyen de techniques issues du génie végétal (fascines de saules, fascines d'hélophytes, lits de plants et plançons, géotextiles biodégradables, plantations ripicoles, ensemencements, etc.).

Le marché de travaux a intégré une période d'entretien et de suivi des aménagements végétaux durant trois ans.

Le coût total des deux premières tranches de travaux de restauration de la Brenne à Vénarey-les-Laumes a atteint la somme de 172 420 € HT pour ~ 1 200 mètres linéaires de cours d'eau réaménagé, soit ~ 145 € HT/ml.



**Figure 12 :** Début de reprise végétale et formation de premiers atterrissements (14.03.02) puis état des ouvrages en fin de première saison estivale (25.09.02).



**Figure 13 :** Développement végétal quatre années après travaux (19.10.05), puis après cinq années et quelques travaux de gestion des boisements ligneux (30.05.06).

## Evolution et appréciation générale

D'une manière générale, il semble que les interventions conduites aient répondu opportunément aux principaux objectifs fixés par le Maître d'ouvrage et ses partenaires (commune de Vénarey-les-Laumes et Conseil Supérieur de la Pêche (ancien CSP, aujourd'hui ONEMA), notamment).

Synthétiquement, il ressort que les ouvrages de stabilisation de berges réalisés assurent globalement et désormais une protection souple et efficace des talus riverains, une insertion paysagère optimale des aménagements et participent activement à la sécurisation des abords de la Brenne au sein de la traversée bâtie de Vénarey-les-Laumes.



**Figure 14 :** Travaux visant à favoriser la reconstitution d'un lit d'étiage ou chenal préférentiel d'écoulement de configuration variée et adaptée à la nature des débits existants (travaux au moyen d'épis en blocs et opérations simples de végétalisation – ensemencements, mottes de plantes hélophytes et boutures de saules) – Evolution des aménagements à travers quatre années.



**Figure 15 :** Trois ans après les travaux, ce tronçon de la Brenne "décorrigé" a retrouvé une certaine diversité écologique ainsi que des faciès d'écoulement variés à l'origine d'une "mosaïque" végétale.

Pour ce qui est de la dimension physique de l'hydrosystème, les ouvrages implantés en lit mineur (seuils et épis en blocs) ont également induit un travail morphologique adapté de la rivière se traduisant aujourd'hui par une diversification accrue des faciès d'écoulement et hauteurs d'eau : existence de fosses de dissipation d'énergie, de mouilles au droit des « têtes » des épis, etc. Cette activité géodynamique s'est traduite également par l'émergence de nouveaux phénomènes d'érosion transversale, localisés, de faible ampleur (manifestations physiques limitées) et ne remettant nullement en cause des usages particuliers (absence d'enjeux).

D'un point de vue biologique, les aménagements réalisés ont permis l'émergence de milieux et peuplements végétaux variés (ourlets de plantes hélophytes, boisements à bois tendre et mésophiles (bois durs)) puis de juguler le développement de végétaux dits xénophytes antérieurement présents sur site. Mais aucun suivi « faune/flore » en tant que tel n'a été réalisé depuis les travaux.

## CONTACT


➔ **Nicolas Debiais**
***Organisme :***
Biotec Biologie appliquée sarl
65-67, cours de la Liberté - 69003 Lyon
E-mail : biotec@biotec.fr

# Bancs et risbermes alternés

| TYPES DE DYSFONCTIONNEMENTS CONCERNES |
|---|
| Homogénéisation des faciès, faibles profondeurs à l'étiage, absence de bancs alluviaux |
| **NIVEAU D'AMBITION** |
| R1-R2 |
| **SCORE GEODYNAMIQUE** |
| Tous mais les bancs alternés se formeront plus ou moins naturellement sur des cours d'eau à transport solide moyen à fort. Les risbermes artificielles sont à recommander sur les cours d'eau à faible transport solide |



## Généralités

### Contexte d'application

La recréation de bancs alluviaux alternés « naturels » ou de risbermes artificielles est une technique intéressante dans un contexte de lit rectiligne ou quasi-rectiligne présentant une grande homogénéité des faciès d'écoulement (PLAT dominant) ainsi que de faibles profondeurs en étiage (étalement de la lame d'eau). L'objectif poursuivi est donc à la fois d'améliorer la diversité des écoulements du lit mineur et d'en augmenter la profondeur si celle–ci est insuffisante mais aussi de recréer des habitats rivulaires se rapprochant de ceux que l'on trouve sur les bancs alluviaux naturels.

### Principes généraux

La technique de restauration consiste à recréer des structures se rapprochant de la morphologie des bancs alluviaux alternés qui se développent sur les cours d'eau à transport solide moyen à fort. Sur ces cours d'eau, même sur des tronçons naturellement ou artificiellement rectilignes, la migration des alluvions grossières se fait sous la forme caractéristique de **bancs alternés**.

Lorsque les berges sont érodables, ces bancs alternés favorisent l'érosion latérale et initient le développement de sinuosités, voire de méandres. Les expériences menées en laboratoire depuis plusieurs décennies sont tout à fait explicites.

Les bancs alluviaux alternés se développent dans des conditions naturelles ou en chenal expérimental selon un **schéma en plan très régulier** :

- leur 1/2 longueur d'onde est de l'ordre de 4 à 6 fois la largeur du lit mineur à pleins bords (L) ;
- leur longueur développée dans l'axe du chenal est elles aussi de 4 à 6 fois L ;
- leur largeur perpendiculairement à l'axe du chenal est comprise entre 0.5 et 1 L (le profil en travers est généralement plongeant de la rive convexe vers la rive concave).

Notons que ces bancs alluviaux peuvent être plus ou moins végétalisés selon l'hydraulicité récente du cours d'eau. Ils présentent ainsi des

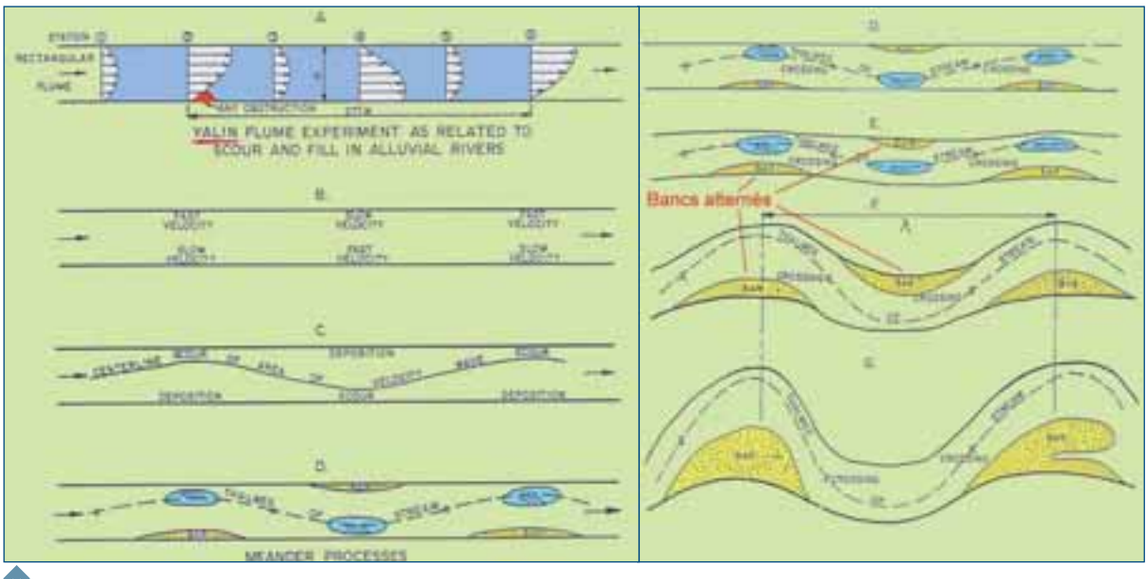



**Figure 16 :** Expérience de Yalin sur modèle réduit montrant le développement de bancs alternés puis de sinuosités (Yalin, 1972).



**Figure 17 :** Exemple de bancs alternés se développant naturellement sur l'Isère (38) rectifiée et endiguée (source : Géoportail, IGN).

milieux naturels rivulaires très évolutifs et extrêmement riches, depuis les alluvions purement minérales jusqu'à des fourrés de saules vieillissants, en passant par toutes les successions herbacées.

## Préconisations

Les principes mis en œuvre de ces techniques seront très variables selon le score géodynamique du cours d'eau et particulièrement selon ses apports solides :

**– Apports solides moyens à forts**

On pourra dans ce cas se « contenter » de créer des structures de blocages des alluvions en transit de type « série d'épis » (fiche 3). Si les zones de stockage d'alluvions grossières se situent très en amont du site à restaurer (à plusieurs « années de transport ») on pourra éventuellement amener les matériaux directement sur le site et les disposer au droit des structures de blocage.

**– Apports solides faibles**

Si les apports naturels d'alluvions ne sont pas envisageables, il sera nécessaire de créer artificiellement des structures ressemblant aux bancs alternés naturels. On parlera ici de risbermes. Il est également indispensable d'adapter les ouvrages à la puissance du cours d'eau. Ainsi, plus la puissance du cours d'eau sera importante, et plus les aménagements devront être renforcés (par exemple au moyen d'enrochements, avec l'emploi de géotextiles tissés biodégradables en coco si les risbermes sont végétalisées, etc.).

### Etude préalable et éléments nécessaires à l'avant-projet

Analyse obligatoire des variables géodynamiques de transport solide, de puissance et d'érodabilité des berges vues plus haut, ceci de manière à déterminer d'emblée si la restauration sera passive ou active, simple avec la seule mise en place de dépôts graveleux ou très aboutie avec des risbermes totalement construites, voire végétalisées, etc.

### Caractéristiques techniques à respecter

Le schéma ci-après *(figure 18)* présente une implantation typique de risbermes alternées dont les caractéristiques sont calquées sur celles des bancs alternés naturels.

### Contraintes de mise en œuvre et précautions à prendre

- ***Risque d'augmentation de la fréquence des débordements***

La réduction de la section d'écoulement par les structures peut à elle seule engendrer une augmentation de la fréquence des débordements. En milieu urbain ou périurbain, il sera donc nécessaire de modéliser les effets hydrauliques de cette réduction de capacité (modèle hydraulique simple monodimensionnel permettant de faire varier la rugosité du lit et/ou la section d'écoulement). Le vrai risque hydraulique dans les secteurs soumis à un enjeu « inondation » nous semble surtout lié à la nécessité d'entretien des bancs ou des risbermes pour éviter le développement d'une végétation trop dense qui conduirait à une réduction

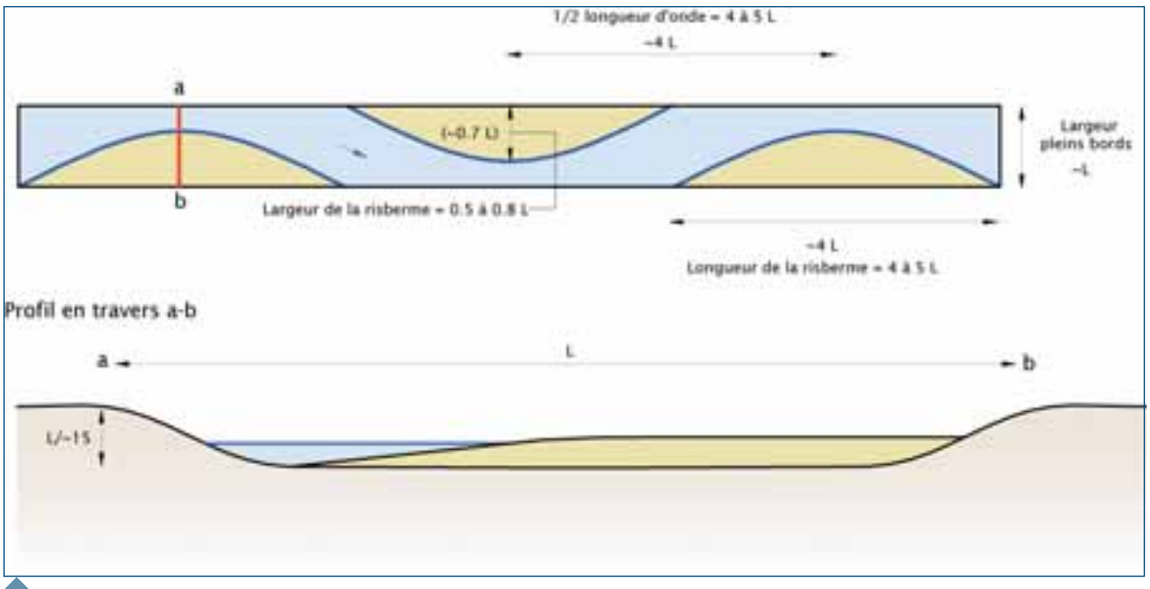



**Figure 18 :** Schéma type d'implantation de risbermes alternées (L est la largeur à pleins bords) (figure Malavoi-Biotec).

beaucoup plus significative de la capacité d'écoulement du lit mineur.

### ● *Risque d'augmentation des érosions de berges*

Si des bancs alternés ou des risbermes sont réalisés sur des tronçons de cours d'eau où l'emprise est limitée avec des enjeux humains forts de part et d'autre (niveau d'ambition de type R1), il faut veiller à ce que les ouvrages réalisés ne soient pas la cause d'érosion des berges par effet de « déflecteur » et de reméandrement engendré par les aménagements. Dans de telles situations, on pourra se limiter à des bancs alternés ou des risbermes de dimensions plus réduites et dont la largeur n'excédera pas 0.3 L.

Dans de pareils cas, comme par rapport au risque « inondation », il faudra également veiller à limiter le développement d'une végétation trop dense sur les ouvrages réalisés.

## ■ Mesures connexes facultatives

Sans objet.

## ■ Techniques alternatives

- Mise en œuvre d'un espace de mobilité élargi de manière à favoriser naturellement une « divagation » naturelle du lit d'étiage.
- Mise en place d'une série d'épis (fiche 3).
- Sur les cours d'eau à score géodynamique élevé, déversement de matériaux dans le lit et laisser faire pour reconstitution d'un matelas alluvial (fiche 5).

# Reconstitution du matelas alluvial

| TYPES DE DYSFONCTIONNEMENTS CONCERNES |
|---|
| Incision du lit mineur, disparition du substrat alluvial |
| **NIVEAU D'AMBITION** |
| R1-R2 |
| **SCORE GEODYNAMIQUE** |
| Tous mais à conseiller plutôt sur les cours d'eau à faible transport solide |





## Généralités

### Contexte d'application

L'**incision généralisée des lits fluviaux**, observée sur de nombreux cours d'eau à fond mobile, est généralement due à une surexploitation de leurs alluvions (extractions en lit mineur par le passé). Cette incision, outre les dysfonctionnements écomorphologiques énoncés plus haut, présente des inconvénients humains majeurs, dont le plus grave est probablement la réduction corrélative de l'épaisseur de l'aquifère alluvial, donc la perte, à court terme, d'une ressource en eau potable de qualité.

Un autre impact majeur sur le plan socio-économique est la déstabilisation d'ouvrages d'art (ponts, digues, seuils, barrages, etc.), fort coûteux à reconstruire ou à surprotéger.

Les travaux de **recalibrage**, **endiguement**, **enrochement**, **rectification** ont eux aussi durablement contribué à favoriser l'incision des lits fluviaux et à altérer fortement le fonctionnement des écosystèmes aquatiques.

Pour remédier à ces phénomènes d'incision et de disparition du substrat alluvial, et sous réserve que la dégradation ne soit pas irréversible, la solution la plus efficace à long terme est la **restauration d'un espace de mobilité** qui permettra au cours d'eau d'ajuster sa géométrie en long, en plan et en travers et de se recharger en sédiments par le biais de l'érosion latérale. Cette solution, dite « passive » et d'un niveau d'ambition R3, n'est pas présentée dans le cadre de ce manuel et fait l'objet d'autres ouvrages spécifiques (voir bibliographie).

Dans les cas où cette solution ambitieuse n'est pas envisageable, il peut être intéressant de tenter de rehausser le niveau du lit mineur et de reconstituer un substrat alluvial par des mesures du type de celles présentées ci-après.

### Principes généraux

#### *Les fonctions de la charge alluviale grossière*

Tout cours d'eau naturel transporte des alluvions fines et grossières. La quantité et la qualité des alluvions transportées est extrêmement variable selon la nature des bassins versants, l'occupation de leurs sols et les caractéristiques géodynamiques des cours d'eau eux-mêmes (leur puissance spécifique notamment). Certains types d'aménagements modifient aussi de façon drastique les caractéristiques de ce transport solide : les barrages qui piègent intégralement les sédiments grossiers et les extractions en lit mineur qui les sortent du système fluvial.

Le **transport solide de sédiments grossiers ou charge de fond** (la charge en suspension ne présente pas le même intérêt) joue trois rôles majeurs :

- c'est l'une des deux variables de contrôle de l'équilibre dynamique des cours d'eau. Le manque d'alluvions dans le plateau de la balance génère systématiquement une érosion, particulièrement aux dépens du fond du lit (incision) ;
- c'est sa distribution spatiale qui crée en grande partie la diversité des faciès d'écoulement et des milieux alluviaux rivulaires *(figure 19)* ;
- c'est le support de vie de très nombreuses biocénoses aquatiques et rivulaires et le support de reproduction indispensable à de nombreuses espèces de poissons.

C'est la restauration de tout ou partie de ces trois fonctions majeures que l'on cherchera donc à rétablir grâce à la mise en œuvre de travaux adaptés :

- restaurer l'équilibre dynamique ;
- restaurer la diversité des milieux aquatiques et rivulaires (faciès d'écoulement, bancs alluviaux) ;
- restaurer les conditions d'habitat des biocénoses aquatiques.

## Préconisations

### Etude préalable et éléments nécessaires à l'avant-projet

La solution technique à mettre en œuvre sera fonction des caractéristiques géodynamiques du cours d'eau à restaurer et notamment de l'intensité et de la nature de son transport solide actuel.




**Figure 19 :** Exemples de milieux naturels créés par la distribution spatiale de la charge de fond. **a)** Mosaïque de milieux aquatiques et rivulaires. **b)** Faciès radier, plat et banc alluvial **c)** Faciès plat et radier. **d)** Diversité de milieux sur un large banc alluvial.

L'étude préalable s'attachera donc à localiser les zones de stockage et de production de la charge grossière en amont du secteur à restaurer, notamment grâce à l'utilisation des orthophotoplans de l'IGN (voir chapitre concernant l'évaluation des apports solides).

L'étude préalable devra aussi tenter de déterminer les délais nécessaires pour que ces masses sédimentaires arrivent sur le site de restauration.

Malheureusement, la *vitesse de transit des masses alluviales fluviatiles* fait encore largement partie du domaine de la recherche et l'on ne sait pas encore la calculer correctement. Certaines publications permettent cependant d'en donner un ordre de grandeur, très variable selon les caractéristiques géodynamiques et géomorphologiques du cours d'eau : entre *30 à 500 m/an en moyenne*.

Si des stocks alluviaux sont disponibles et mobilisables à une distance raisonnable du site à restaurer (c'est-à-dire dont on peut attendre « l'arrivée » sous 4-5 ans), on se contentera de « laisser faire la nature » et de prévoir, éventuellement, des structures de blocage partiel de cette charge de fond (il ne s'agit pas, par des mesures de restauration locales, d'aggraver le déficit alluvial en aval ; fiche 6 « Seuils et rampes »).

Si l'on ne peut compter, ni sur des apports naturels de l'amont, ni sur l'érosion locale des berges (espace de mobilité), il sera nécessaire d'**apporter sur place les matériaux**. C'est cet apport artificiel qui est détaillé dans cette fiche.

## Caractéristiques géomorphologiques à rechercher

Si le score géodynamique est élevé et dans le cas de la recherche du rétablissement des fonctions morpho-écologiques de la charge alluviale de fond, on ne visera pas à « mettre en forme » les alluvions qui seront apportées. On laissera les processus géodynamiques naturels répartir les sédiments :

- sous forme de bancs alternés si l'on est dans une configuration plutôt rectiligne (fiche 4 « Bancs et risbermes alternés ») ;
- sous forme de bancs de convexités si le tracé est plus sinueux ;
- sous forme de bancs alternés et de bancs médians si l'on est dans un contexte de tressage potentiel (le tressage n'est envisageable que si la charge alluviale est réellement très abondante et le lit très large (rapport largeur/profondeur supérieur à 50)).

Si le score géodynamique est faible et que l'on ne peut donc pas compter sur la puissance du cours d'eau pour répartir les sédiments apportés, alors il sera nécessaire de prévoir dès leur apport le façonnement de bancs ou la configuration définitive de la charge en fond.



**Figure 20 :** Exemples de travaux de recharge alluviale sur la Scie (76), avec mise en forme des matériaux apportés.

## Contraintes de mise en œuvre et précautions à prendre

### *Choix de la granulométrie des alluvions à apporter*

Si l'on souhaite se rapprocher des conditions naturelles antérieures aux altérations, les matériaux apportés devront être sensiblement de la même granulométrie et du même type géologique que ceux disponibles dans les portions non altérées du tronçon de cours d'eau ou d'autres cours d'eau de même type. On évitera autant que possible d'apporter une trop grosse quantité de fines. Un tri granulométrique pourra donc éventuellement être effectué sur le site de prélèvement (augmentation notable des coûts). Par exemple, il pourrait s'agir d'une granulométrie du type 100-150 mm et non du type 0-150 mm.

### *Choix des volumes à apporter*

Une règle simple consiste à se baser sur l'épaisseur moyenne de la couverture alluviale antérieure à l'incision ou sur d'autres tronçons non altérés.

Notons qu'une **épaisseur moyenne de 50 cm**, quelle que soit la taille du cours d'eau, semble être une valeur minimale pour que puissent se rétablir certaines fonctions écologiques du matelas alluvial et notamment les habitats pour la faune benthique et hyporhéique, les zones de reproduction pour certaines espèces de poissons lithophiles (truite, ombre, barbeau, vandoise, chevaine, hotu, etc.), les zones d'enracinement pour de nombreux éléments de la flore aquatique ou rivulaire (celle des bancs alluviaux).

### *Mise en œuvre des dépôts*

La réinjection des sédiments peut se faire de diverses façons :

– simple dépôt des matériaux le long de la berge et attente de leur reprise par le cours d'eau ou déversement en vrac dans le cours d'eau ;



**Figure 21 :** En haut, exemple de dépôt de matériaux le long de la berge en attente d'une reprise par le cours d'eau l'Azergues (69). En bas, déversement de matériaux dans la Scie (76).

– répartition des alluvions en couche homogène sur l'ensemble de la zone à restaurer, sur une épaisseur compatible avec la capacité d'écoulement nécessaire au transit des crues « de projet » (calcul de section capable) ;
– création d'une morphologie de bancs alluviaux alternés (fiche 4 correspondante).

### ● *Choix du site de prélèvement des matériaux*

Il est bien évident que les prélèvements de matériaux ne doivent pas se traduire par un déficit au droit et en aval du site d'extractions.

On privilégiera donc :

– les queues de retenues de seuils ou de barrages ;
– les matériaux recueillis à l'occasion d'arasements d'atterrissements nécessaires au bon fonctionnement hydraulique (en zone urbaine notamment) ;
– éventuellement les matériaux provenant de gravières en lit majeur si celles-ci sont réalisées dans les règles, c'est-à-dire bien au-delà de l'espace de mobilité du cours d'eau.

On cherchera des zones de prélèvement à une distance raisonnable du site à restaurer pour limiter les coûts financiers du transport.

On prendra toutes les précautions pour éviter la prolifération d'espèces xénophytes, c'est-à-dire que l'on évitera le prélèvement de matériaux dans des sites potentiellement « pollués ».

**NOTA**

Attention au bilan écologique global de l'opération. Pour mémoire, il faut 100 camions pour apporter 1 000 $m^3$ d'alluvions, volume moyen pour restaurer un secteur de 100 m de long sur 20 m de large et sur 0.5 m d'épaisseur.

## ■ Mesures connexes obligatoires

Dans le cas de déversement de matériaux dans le lit du cours d'eau, pêches électriques de sauvegarde nécessaires et respect des périodes de reproduction de la faune piscicole notamment.

## ■ Mesures connexes facultatives

Il a été vu que les cours d'eau **transportent** leurs alluvions à des vitesses comprises entre 30 et 500 m/an en moyenne interannuelle. De ce fait, il est évident que les matériaux apportés sur le site à restaurer seront à moyen terme déplacés vers l'aval (et contribueront de ce fait au bon équilibre des tronçons situés en aval), mais la mesure de restauration ne peut ainsi pas apparaître comme définitive.

Plusieurs solutions sont envisageables pour faire perdurer la restauration du matelas alluvial :

– réinjecter régulièrement un certain volume de matériaux sur le site : ce serait la solution la plus pertinente du point de vue du fonctionnement global du cours d'eau (mais par nécessairement du point de vue du bilan écologique global. Voir pollution liée au transport) ;
– injecter des matériaux d'un diamètre moyen supérieur à la force tractrice critique du secteur (mais alors aux dépens de l'adéquation avec certaines fonctions écologiques) ;
– piéger une partie des alluvions sur place au moyen de mini-seuils ou rampes (fiche 6) ou encore au moyen d'épis (fiche 3) (risque d'aggravation ou de pérennisation du déficit sédimentaire en aval).

## ■ Techniques alternatives

Création de bancs et risbermes alternés (fiche 4).

### ● *Exemple*

⇨ Voir exemple de la Scie (fiche 13).

# Seuils et rampes

| TYPES DE DYSFONCTIONNEMENTS CONCERNES |
|---|
| Incision du lit, homogénéisation des faciès, déconnexion des zones humides du lit majeur |
| **NIVEAU D'AMBITION** |
| R1-R3 |
| **SCORE GEODYNAMIQUE** |
| Tous |





## Généralités

### Contexte d'application

L'édification de seuils et rampes est une mesure adaptée, et souvent même nécessaire, pour éviter ou limiter des phénomènes d'incision du lit, en particulier sur les cours d'eau les plus puissants ayant subi des chenalisations excessives ou des extractions importantes de matériaux alluvionnaires.

**ATTENTION**

Attention de ne pas remplacer un dysfonctionnement (incision/déconnexion) par un autre (voir paragraphe sur les effets négatifs des seuils : modification des flux – effets retenue – effets de point dur). Eviter les ouvrages hauts et ayant une incidence marquée sur le profil en long du cours d'eau.

Sur des cours d'eau peu puissants, la réalisation de seuils et rampes peut poursuivre des objectifs de diversification des faciès ou de « reconnexion » de zones humides annexes au cours d'eau.

Comme il a été vu, l'édification de seuils sur un cours d'eau peut également être appliquée en tant que structure de « blocage » de la charge de fond (voir fiche 5).

### Principes généraux

Comme pour les épis (fiche 3), les seuils et rampes (en particulier les seuils) peuvent être réalisés avec toutes formes de matériaux : blocs d'enrochements, rondins de bois, « cages » remplies de matériaux inertes, caissons, gabions, etc. On se limitera ici à présenter la réalisation de seuils et rampes en blocs, qui paraissent le mieux répondre à des critères d'intégration des ouvrages, qui permettent une plus grande souplesse de mise en œuvre et offrent une meilleure attractivité pour la faune piscicole.




**Figure 22 : a)** et **b)** Seuils en rondins de bois (à déconseiller). **c)** Seuil en enrochement (à conseiller). En effet, selon nous, la mise en place de seuils en enrochements permet un rendu plus respectueux des processus naturels, en limitant la largeur de la lame d'eau.

## Préconisations

### Etude préalable et éléments nécessaires à l'avant-projet

– **Nécessité d'un profil en long détaillé du tronçon de cours d'eau concerné.** En effet, même au stade de l'étude préliminaire, aucun calage de seuil ou de rampe (définition du nombre d'ouvrages à mettre en place, du dénivelé à compenser, etc.) ne peut être proposé sans un profil en long de l'état initial avant travaux de restauration.

– La mise en place d'ouvrages transversaux (seuils/rampes) doit être utilisée uniquement en tant que « remède » à un dysfonctionnement identifié (incision, homogénéisation des faciès, déconnexion des zones annexes au cours d'eau), de manière à rétablir un profil en long équilibré du cours d'eau. Cette mesure de restauration ne doit en aucun cas artificialiser davantage le cours d'eau en provoquant de nouvelles perturbations. **Dans cet esprit, le dimensionnement des ouvrages doit s'accompagner d'une analyse des impacts attendus des propositions (positifs et négatifs).**

### Caractéristiques techniques à rechercher

Sur la base d'un diagnostic et d'un recensement des espèces piscicoles présentes (ou potentiellement désirables) sur le cours d'eau considéré, on veillera à construire des ouvrages parfaitement franchissables en respectant les principes suivants *(figure 24)* :

– hauteur de chute inférieure à ~ 20 cm, et si la dénivellation de l'ouvrage doit être supérieure (rampe), développement de surfaces hétérogènes, avec une succession de zones localement plus profondes et propices au « repos » intermédiaire de la faune piscicole ;

– mise en place de structures rugueuses, facilitant la progression du poisson et limitant les effets d'accélération des courants hydrauliques, en particulier en partie amont de l'ouvrage qui constitue le point le plus sensible pour la faune piscicole (fatigue due à la progression) ;

– développement d'ouvrages (rampes) à faible pente et généralement inférieure ou égale à 5 Horizontal/1Vertical (5H/1V) ;

– ancrage suffisamment profond, à la fois côté amont et aval de l'ouvrage réalisé, afin d'éviter qu'une éventuelle incision du lit mineur, même localisée, rende l'ouvrage infranchissable *(figure 23)* ;

– ancrage suffisamment profond des ouvrages en berges, pour éviter un risque de contournement ;

– forme légèrement incurvée ou cintrée de l'ouvrage en son centre, pour éviter un étalement de la lame d'eau lors de l'étiage.



**Figure 23 :** Exemples d'affouillements en pied de seuils, rendant les ouvrages infranchissables par la faune piscicole.

### Contraintes de mise en œuvre et précautions à prendre

On veillera à éviter au maximum la mise en suspension de sédiments lors des travaux (effets de colmatage du fond du lit à l'aval, « asphyxie » de certains éléments de la faune aquatique). On évitera dans la mesure du possible les travaux « en eau » *(figure 25)* :

– en détournant les écoulements dans une canalisation provisoire pour les petits cours d'eau ;

– en travaillant par « moitié » du lit et batardeaux pour les plus grands cours d'eau.

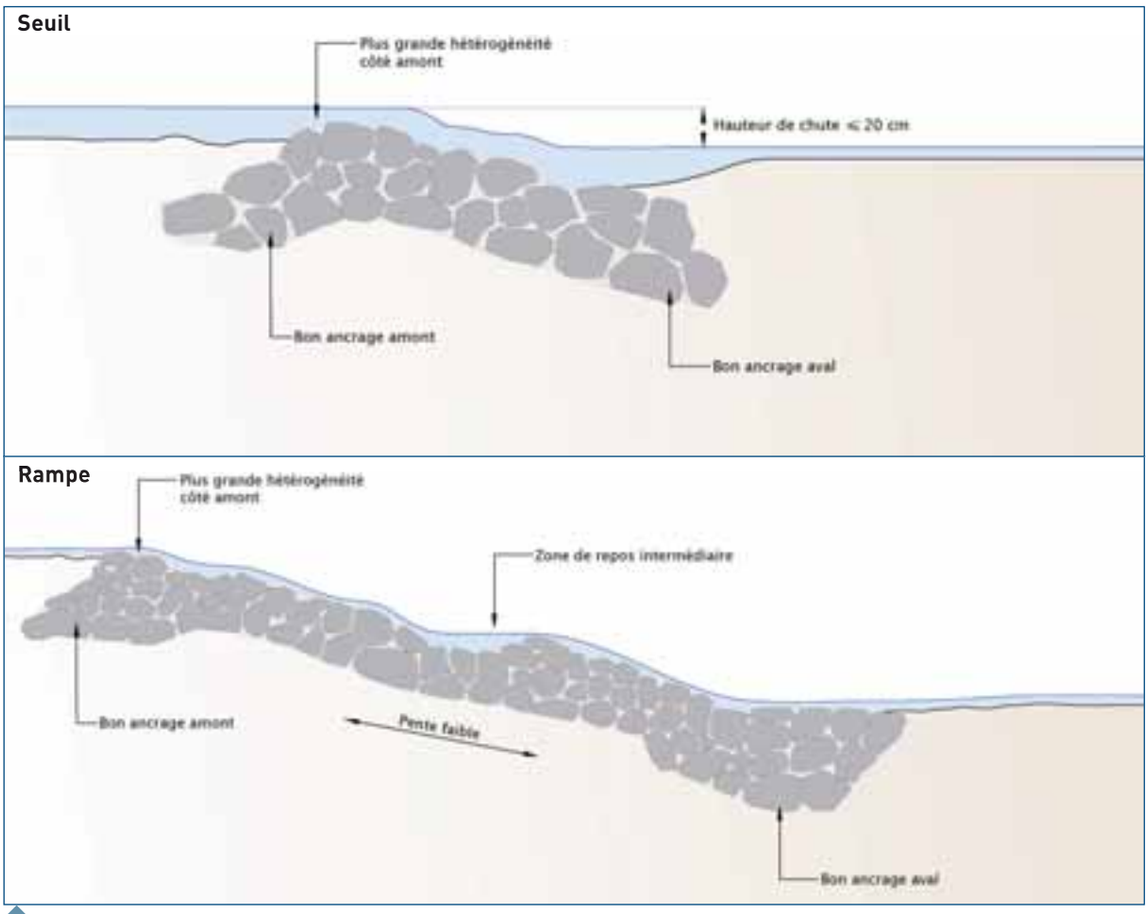



**Figure 24 :** Illustration de principes à respecter dans la réalisation de seuils (en haut) ou de rampes (en bas) pour garantir la franchissabilité piscicole.



**Figure 25 :** Exemple de dérivation des eaux sur un petit cours d'eau en haut et batardeaux en graviers sur un plus grand cours d'eau en bas.

## Mesures connexes obligatoires

Un seuil ou une rampe induit inévitablement une accélération localisée des écoulements hydrauliques. Cette accélération aura tendance à créer une « fosse de dissipation d'énergie » à l'aval. Si l'emprise des travaux de restauration est limitée, la protection des berges de cette « fosse » sera nécessaire (génie végétal à favoriser).

## Mesures connexes facultatives

Comme il a été vu, la mise en place de seuils/ou rampes constitue une mesure fréquente pour limiter les processus d'incision d'un cours d'eau. Dès lors, de tels ouvrages seront avantageusement couplés à des apports de matériaux en vue de l'exhaussement du fond du lit (fiche 5 « reconstitution du matelas alluvial »), en particulier sur les cours d'eau dont le transport solide est faible.

## Techniques alternatives

– **Si le dysfonctionnement identifié est l'incision,** une alternative possible à la mise en place de seuils peut être représentée par des apports de matériaux (fiche 5), la dévégétalisation de cer-

tains bancs pour favoriser la mobilisation des fonds, la mise en place d'épis (fiche 3), et surtout la définition d'un **espace de mobilité** (voir bibliographie).

– **Si le dysfonctionnement identifié est l'homogénéisation des faciès,** plusieurs alternatives sont possibles : mise en place de bancs alternés, de risbermes (fiche 4), d'épis et déflecteurs (fiche 3), la création de caches, abris et aménagements piscicoles (fiche 1), etc.

## POUR EN SAVOIR PLUS


- Adam P., Debiais N., Gerber F., Lachat B. *(à paraître)*. **Le génie végétal, un manuel technique au service de l'aménagement et la restauration des milieux aquatiques**. Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement durables. La documentation Française.
- Lenormand (1999). **Les petits aménagements piscicoles, guide technique**. Agence de l'Eau Adour-Garonne.

# Reconnexion d'annexes hydrauliques
## (hors suppression de digues)

| TYPES DE DYSFONCTIONNEMENTS CONCERNES |
|---|
| Absence ou médiocrité des connexions entre le lit mineur et ses annexes hydrauliques |
| **NIVEAU D'AMBITION** |
| R2 à R3 |
| **SCORE GEODYNAMIQUE** |
| Tous |





## Généralités

### Contexte d'application

Les déconnexions, ou la médiocrité des connexions entre un lit mineur et ses annexes hydrauliques, peuvent avoir des impacts écologiques très importants. Ce sont en effet des **éléments majeurs de l'hydrosystème fluvial** en tant que zones de reproduction et de grossissement pour de nombreuses espèces de poissons et en tant que zones vitales pour d'encore plus nombreuses espèces d'insectes, de batraciens, d'amphibiens, d'oiseaux et de végétaux typiques de ces milieux fluviaux ou périfluviaux. La reconnexion entre le lit mineur et les annexes hydrauliques du lit majeur peut donc être une solution de restauration des fonctionnalités globales de l'hydrosystème.

**Cependant**, il est souvent tout à fait normal que les annexes hydrauliques disparaissent progressivement sous l'effet de processus géodynamiques (sédimentation) et écologiques (végétalisation). Elles s'estompent au fil des années ou des siècles selon le type de cours d'eau et **leur « disparition » n'est pas nécessairement indicatrice d'un dysfonctionnement du système. Il est donc très important de se poser la question de la réelle nécessité d'une restauration avant toute intervention**.

### Principes généraux

La diversité des cas de figure de « déconnexion » d'annexes hydrauliques et la diversité des projets de restauration qui pourrait en découler est telle qu'il serait nécessaire de rédiger un guide dédié entièrement à ce sujet. L'objectif des préconisations proposées ici est plus modeste et vise essentiellement à fournir quelques éléments de réflexion et quelques orientations techniques aux gestionnaires désireux d'améliorer la fonctionnalité globale de leur hydrosystème.

Quelques éléments théoriques sur l'origine des annexes hydrauliques sont indispensables.

#### *Les annexes hydrauliques*

Les « annexes hydrauliques » correspondent généralement à d'anciens chenaux ou tracés de la rivière. Elles sont nommées selon les régions et selon leur niveau de déconnexion : mortes, noues, raies, baissières, lônes, boires, couasnes, etc. Leur « création » puis leur lente « disparition » sont dues à des processus géodynamiques naturels : recoupement de méandres, fermeture par l'amont puis par l'aval sous l'effet de dépôts alluvionnaires, comblement progressif par dépôt de matières en suspension et développement de la végétation, d'abord aquatique puis terrestre.



**Figure 26 :** Des annexes hydrauliques naturellement déconnectées à différents stades évolutifs sur un cours d'eau du bassin amazonien (source : Google Earth).

Il arrive que les recoupements soient artificiels (paragraphe sur les rescindements) pour accélérer l'écoulement, rectifier des parcelles dans le cadre d'un remembrement, etc., et que le comblement et la déconnexion de ces anciens chenaux soient accélérés par des interventions humaines directes (comblement par des matériaux inertes afin de mettre en culture plus rapidement) ou indirectes (incision du lit suite aux extractions, ce qui favorise la déconnexion et accélère le développement végétal et la sédimentation).

### ● *Typologie simplifiée*

Nous proposons ici une « typologie » des annexes hydrauliques en remaniant légèrement la terminologie proposée dans les années 80 par l'équipe du PIREN Rhône (Roux et al., 1982).

**NOTA**

Ne sont présentées ici que les annexes hydrauliques « naturelles ». Sont exclus les fossés ou autres artefacts (gravières, étangs) qui peuvent aussi faire parfois l'objet de projets de (re)connexions.

Quatre grands types d'annexes hydrauliques peuvent être identifiés, certains pouvant être déclinés en sous-types. Ils sont présentés ci-dessous dans l'**ordre décroissant de leur fréquence de connexion avec la rivière** (photomontage figure 27, p. 33).

- EUPOTAMON (EUPO) : le chenal récemment recoupé communique avec le cours d'eau principal par l'aval et par l'amont, quel que soit le débit. Le fonctionnement hydraulique s'apparente un certain temps à celui d'un chenal secondaire.
- PARAPOTAMON (PARA) : le bras mort est connecté par l'une de ses extrémités, généralement par l'aval du fait du dépôt massif d'alluvions et de bois morts à l'entrée de l'ancien chenal.

  3 stades évolutifs sont distingués :
  - PARA1 : connexion par l'aval quel que soit le débit et par l'amont en eaux moyennes ;
  - PARA2 :connexion par l'aval en eaux moyennes et par l'amont en hautes eaux ;
  - PARA3 : connexion par l'aval en hautes eaux et par l'amont en crue annuelle.
- PLESIOPOTAMON (PLESIO) : pas de connexion nette par l'aval ni par l'amont. Mise en eau lors de la crue annuelle.
- PALEOPOTAMON (PALEO) : le bras mort est complètement séparé du chenal. La mise en eau se produit lors des crues dépassant le débit de « pleins bords » (crue biennale et supérieure). 2 stades évolutifs :
  - PALEO1 : les restes d'un chenal, même très colmaté, sont visibles. Il y a continuité sur une certaine longueur.
  - PALEO2 : on n'observe plus que des petites dépressions discontinues.
- Quelques éléments complémentaires :
  - ces différents stades évolutifs peuvent être plus ou moins alimentés par la nappe alluviale mais ce processus est très variable car fortement lié à la qualité des alluvions du lit majeur (perméabilité, transmissivité) ;
  - chaque stade évolutif a son propre fonctionnement hydraulique, sédimentologique et, naturellement, écologique. Ainsi, la présence de « trous d'eau » déconnectés les uns des autres au sein de l'annexe, est une caractéristique naturelle d'un plésiopotamon ou d'un paléopotamon. Vouloir les reconnecter relève d'un objectif qui va plus loin qu'une restauration : par exemple la recherche d'un retour à un stade évolutif antérieur de type parapotamon 1 ;
  - chaque stade évolutif présente un intérêt en termes de milieux et de richesse biologique. Même un palépotamon avec des trous d'eau déconnectés les uns des autres.

Les photos page suivante illustrant cette typologie des annexes hydrauliques sont un photomontage réalisé à partir d'une photo initiale prise dans un environnement agricole (prairie), type fréquent d'occupation des sols dans les plaines alluviales françaises. Les stades évolutifs représentés ici illustrent donc une évolution liée à des processus naturels mais aussi à l'intervention humaine dans un objectif agricole (essartement progressif de la végétation).

Les **déconnexions artificielles** d'annexes hydrauliques ont généralement deux origines :

- causes directes : fermeture volontaire de ces annexes par des ouvrages (digues, protections de berges, vannes, etc.) particulièrement lorsque ces annexes sont elles-mêmes dues à des rescindements volontaires ;
- causes indirectes : fermeture ou assèchement accélérés de ces annexes suite à des processus d'incision, souvent eux-mêmes dus à des interventions humaines (endiguements, recalibrages, rescindements de méandres et surtout, extractions de matériaux alluvionnaires).

## Préconisations

### ■ Etudes spécifiques

#### ● *Etude préalable de faisabilité*

L'étude préalable est fondamentale. Elle devrait être réalisée **à l'échelle d'un tronçon géomorphologique** (quelques kilomètres à plusieurs dizaines de kilomètres selon la taille du cours d'eau) et non à la seule échelle locale, comme c'est généralement le cas aujourd'hui.

Une étude préalable comprendra les deux éléments fondamentaux suivants :

- le diagnostic ;
- la détermination des objectifs de la restauration.

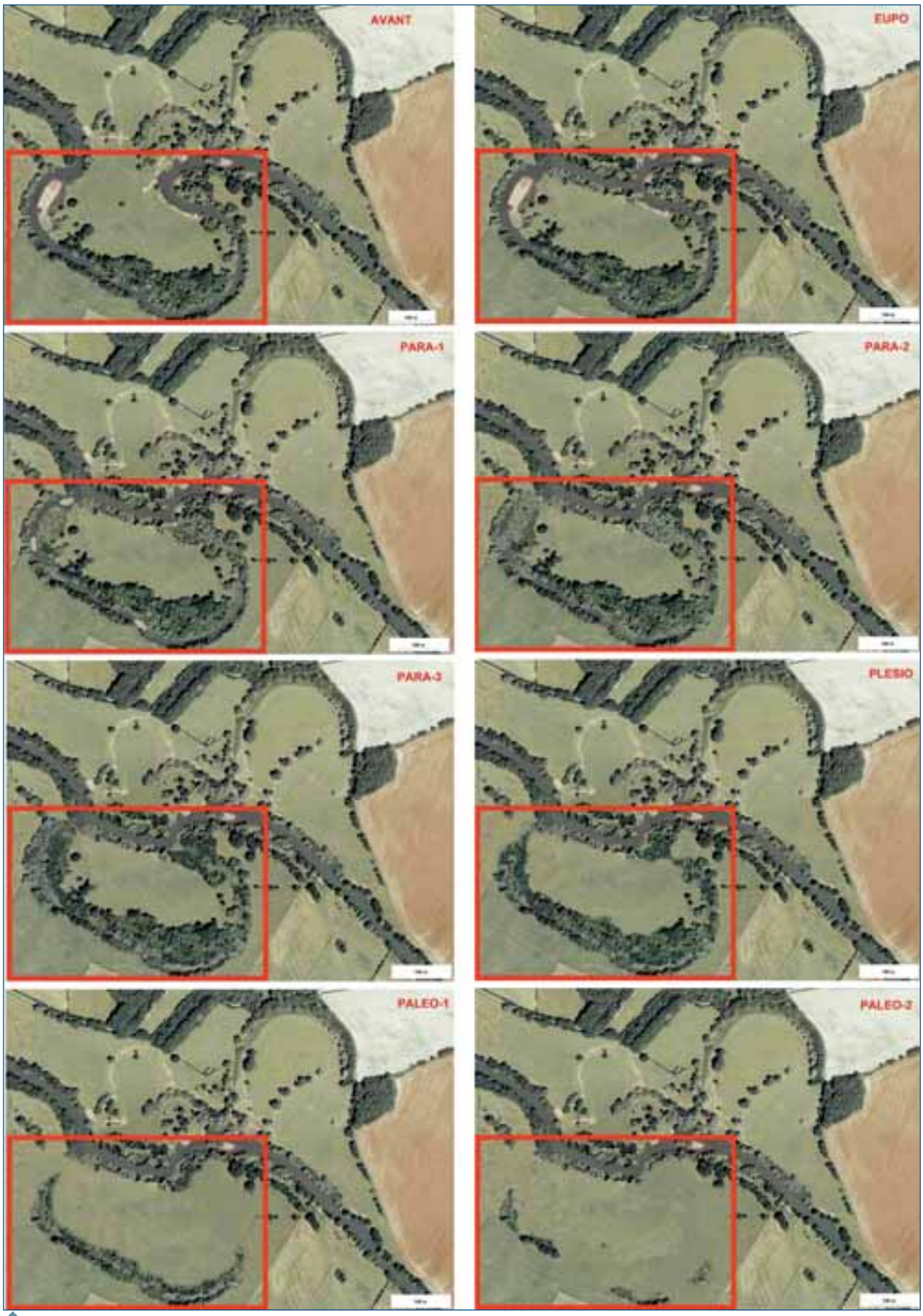



**Figure 27 :** Typologie simplifiée des annexes hydrauliques. Malavoi 2004, d'après Roux et al. (1982).

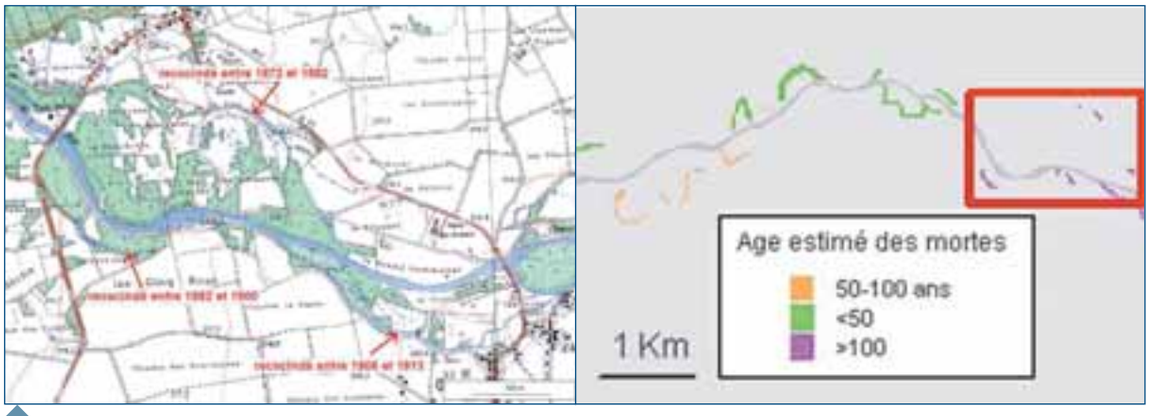



**Figure 28 :** Approche historique permettant d'évaluer l'âge des annexes (les « mortes » en Franche-Comté).

**Le diagnostic**

Ce diagnostic doit permettre notamment :

- de déterminer les causes de la déconnexion ou de l'assèchement de la ou des annexes hydrauliques du tronçon : causes naturelles/artificielles/mixtes.

➔ Une analyse historique géomorphologique, voire de biologie végétale, permettra éventuellement de connaître la date de rescindement de la sinuosité à l'origine de l'annexe et de déterminer le degré de « maturité » de celle-ci ;

- de mieux connaître la fréquence, la durée et les modalités de connexion actuelles entre la ou les annexes et le cours d'eau principal ;
- si possible d'évaluer la fréquence, la durée et les modalités de connexion « naturelles » ;
- d'évaluer l'impact écologique réel de cette ou de ces déconnexions (perte de zones de reproduction pour certaines espèces de poissons, perte d'habitat pour les biocénoses liées à ce type de milieu).

➔ La recherche d'indicateurs biologiques de fonctionnement des annexes peut être intéressante (ainsi, le peuplement piscicole de l'annexe est un indicateur du degré de connectivité ou la nature des formations végétales et leur stratification) ;

- de vérifier si les processus de création d'annexes hydrauliques sont toujours actifs sur le tronçon d'étude (c'est-à-dire une dynamique fluviale active dans un espace de mobilité préservé).

**ATTENTION**

Ce diagnostic doit permettre aussi de vérifier l'absence d'espèces patrimoniales ou protégées au sein de l'annexe que l'on souhaiterait restaurer. Leur présence pourrait se traduire par une impossibilité réglementaire de réaliser l'opération de restauration.

- ***La détermination des objectifs de la restauration***

Les différents éléments de diagnostic vus ci-dessus doivent conduire à une phase importante de réflexion sur les objectifs de la restauration de la ou des annexes hydrauliques du tronçon de cours d'eau considéré.

Jusqu'à ces dernières années, la plupart des projets, généralement portés par les fédérations de pêche et le Conseil Supérieur de la Pêche (aujourd'hui ONEMA), avaient pour objectif principal et parfois unique de restaurer des **frayères à brochets**. Il était en effet apparu que ce poisson carnassier à forte valeur halieutique était le principal perdant de la mauvaise fonctionnalité des annexes hydrauliques qui constituaient autrefois l'une des zones favorables pour sa reproduction.

On a donc longtemps restauré des « frayères à brochets » :

- en reconnectant les bras morts au cours d'eau principal, généralement par « curage » de la connexion aval (arasement des atterrissements, évacuation des embâcles) ;
- en recreusant et élargissant ces bras morts ;
- en supprimant une grande partie de la végétation arborée pour augmenter l'ensoleillement nécessaire à la croissance des embryons ;

Ces projets pionniers ont eu généralement des effets positifs sur les compartiments piscicoles. Par contre, leurs effets sur l'amélioration globale de ces annexes sont plus mitigés dans la mesure où les préconisations valables pour le brochet ne le sont pas nécessairement pour tous les éléments des biocénoses inféodées à ces bras morts (notamment la recherche d'une optimisation de l'ensoleillement).

**Il apparaît aujourd'hui important de privilégier une restauration fonctionnelle globale.**

Les maîtres d'ouvrage devront donc, dès les études préalables, se positionner sur les résultats recherchés :

- piscicoles et **halieutiques** :
  - amélioration du fonctionnement des frayères à brochet (nota : une frayère à brochet nécessite une inondabilité temporaire) ;
  - création ou restauration d'habitats lentiques et profonds pour les gros carnassiers (connexion permanente, avec un objectif « coin de pêche » assez affirmé) ;
- essentiellement autres (écologie végétale, avifaune, entomofaune, batraciens, cynégétiques, etc.) ;
- mixtes (restauration d'une fonctionnalité globale).

De ce choix dépendront en grande partie les préconisations techniques.

### ● *Eléments nécessaires à l'avant-projet*

- Tracé en plan précis du secteur d'étude et photographies aériennes IGN, si possible sous SIG + photographies obliques prises à basse altitude.
- Profil en long du cours d'eau principal : fond + ligne d'eau d'étiage.
- Topographie fine des annexes à restaurer (profils en long et en travers) : fond alluvial grossier, surface des sédiments fins (limons, argiles, vases etc.). Localisation des « bouchons » (enchevêtrement de végétaux + alluvions).
- Modélisation des lignes d'eau pour la crue annuelle à la crue quinquennale (Q1 à Q5) du cours d'eau pour calage des cotes d'arasement ou de désenvasement.
- Granulométrie des sédiments constituant le fond et le remplissage des annexes.

### ● *Etudes de suivi*

Un document récent synthétise de manière quasi-exhaustive les études nécessaires au suivi des annexes hydrauliques (Dupieux, 2004). Nous y renvoyons donc le lecteur.

## ■ Caractéristiques géomorphologiques à rechercher

Elles reposent essentiellement sur :

- le type d'annexe à restaurer, identifié sur la base de la typologie sommaire présentée plus haut ;
- l'origine de la déconnexion ;
- les objectifs de la restauration.

D'une manière générale, ainsi que nous le préconisons dans la plupart des fiches techniques, la restauration « idéale » consiste le plus souvent à se rapprocher des caractéristiques hydromorphologiques et des processus de fonctionnement naturels.

### ● *Types d'annexes à restaurer*

Il est évident que plus la déconnexion de l'annexe sera récente (eupotamon ⇨ parapotamon), plus il sera aisé de la reconnecter, si tel est l'objectif des travaux. A priori, la reconnexion d'annexes de type paléopotamon ne devrait pas être envisagée.




**Figure 29 :** Exemples de documents nécessaires à l'avant-projet. **a)** Plan topographique, **b)** Photographie aérienne (Bdortho). **c)** Couplage des 2 sous SIG, **d)** Vue oblique.

## • *Origine de la déconnexion*

### Fermeture aval naturelle

Rappelons que la fermeture naturelle des annexes se fait initialement par l'amont, sous l'effet d'un dépôt alluvial important couplé à des amoncellements d'embâcles. Souvent en effet, pendant plusieurs années encore après le recoupement, un écoulement préférentiel de crue continue à transiter par l'ancien chenal recoupé, transportant des sédiments grossiers et des bois morts qui se déposent assez rapidement dans ce chenal abandonné.

Puis, au fil des années, la connexion aval se bouche aussi suite à des processus identiques : alluvionnement par contre-courant, dépôt d'embâcles. Dans ce cas de figure, si l'annexe est encore à un stade d'évolution de type parapotamon 1 ou 2, de simples travaux de débroussaillage couplés à quelques terrassements légers au niveau de la connexion aval peuvent permettre de reconnecter l'annexe au cours principal.

Se posera ensuite la question de la fréquence de reconnexion souhaitée qui orientera le niveau de terrassement au droit du bouchon alluvial (voir objectifs de la restauration).

### Fermeture aval artificielle

Le cas le plus fréquent est la présence d'un ouvrage (digue, protection de berge, etc.) au niveau de la connexion aval, particulièrement lorsque les annexes elles-mêmes sont dues à des rescindements artificiels.

Dans ce cas, la simple ouverture de la structure au droit de l'ancienne connexion peut être suffisante pour restaurer les fonctionnalités de l'annexe (associée comme précédemment à des travaux de débroussaillages et de terrassements légers). Nota : ce n'est pas toujours facile dans la mesure où certaines digues ou protections de berges sont souvent surmontées d'une voie de communication.

### Fermeture naturelle ou artificielle + incision du cours d'eau principal

Lorsque la différence de niveau altitudinal entre le fond « naturel » de l'annexe et le fond du cours d'eau est importante (de l'ordre de 1 à 1.5 m), suite à une incision du lit mineur notamment, la reconnexion « simple » par terrassement léger et enlèvement d'embâcles ne suffit plus.

Des travaux plus lourds de terrassement deviennent nécessaires :

- surcreusement à la jonction annexe/lit mineur ;
- surcreusement tout le long de l'annexe pour regagner des surfaces potentiellement submersibles (cote de surcreusement à déterminer selon la fréquence et la durée souhaitée de connexion et de submersion) ;
- éventuellement surélèvement du lit mineur par des dépôts alluvionnaires (fiche 5) ou par la mise en place de seuils ou rampes (fiche 6), mais attention aux impacts qui peuvent être négatifs de telles interventions.



**Figure 30 :** Exemple d'annexe déconnectée sur cours d'eau incisé. Le fond de l'annexe (vue de face sur la photo) est perché à plus d'1m du niveau moyen des eaux.

**NOTA**

Quel que soit le type de terrassements effectués, les matériaux de déblais devraient être remis dans le lit actif du cours d'eau. Il faut absolument éviter de créer des « remblais » tout le long de l'annexe reconnectée ou au droit de la jonction annexe/lit vif, ceci d'une part pour limiter la prolifération d'espèces végétales xénophytes et pour éviter de créer des obstacles aux écoulements (digues, merlons, etc.) entraînant de nouveaux dysfonctionnements.

## • *Les objectifs de la restauration*

### Restauration à vocation piscicole et halieutique

Deux grands types « d'objectifs piscicoles et halieutiques » sont identifiables :

- la restauration de frayères à brochets ;
- la restauration d'annexes à connexion permanente.

### Restauration de frayères à brochet

Pour la restauration de frayères à brochet, nous renvoyons le lecteur à l'ouvrage de Chancerel (2003).

Les principes de restauration sont généralement les suivants :

- assurer la continuité hydraulique entre l'annexe et le cours d'eau, au moins une partie de l'année ;

- araser les zones d'alluvionnements dans l'annexe pour étendre les surfaces inondables productives et les périodes d'inondabilité. Attention : l'inondabilité des frayères doit être temporaire (8 à 10 semaines en mars-avril). On peut chercher à se rapprocher d'un parapotamon 2 ou 3 ;
- ouvrir le milieu (élimination de la végétation arbustive et arborée en excès) pour favoriser le développement de la strate herbacée (support de ponte) et l'augmentation des températures en période d'incubation des œufs.

### Restauration de connexions permanentes

On recherche ici une connexion permanente ou quasi-permanente avec le cours d'eau (type parapotamon 1). L'objectif est d'obtenir des habitats lentiques et profonds, plus ou moins ombragés, pour l'accueil d'une vaste gamme d'espèces/stades de poissons.

### Restauration fonctionnelle globale

**C'est ce type de restauration que nous préconisons ici.**

Il doit être fondé sur une analyse pertinente et objective du caractère dysfonctionnel de la déconnexion ou de la mauvaise connexion entre les annexes et le cours d'eau.

Dans le cas où les annexes présenteront un degré de maturité normal et non aggravé par des interventions humaines, il faudra se poser la question de l'utilité de la « restauration » (faut-il restaurer un parapotamon ou un paléopotamon naturels ?). La réponse peut être positive si la dynamique fluviale du cours d'eau ne permet plus la recréation « naturelle » d'annexes hydrauliques (protections de berges, endiguements, etc.). Il peut être souhaitable dans ce cas de limiter le vieillissement de certaines annexes pour garantir l'existence de différents stades évolutifs sur le tronçon concerné. On tendra donc à conserver un certain nombre d'annexes au stade eupotamon, parapotamon 1 à 3, plésiopotamon, etc.

Dans le cas d'un dysfonctionnement avéré (fermeture par un ouvrage, remblaiement, incision accélérée du lit mineur) des travaux de restauration fonctionnelle globale sont envisageables.

Pour une restauration fonctionnelle globale, les principes que l'on peut recommander font appel aux techniques d'aménagement par génie écologique qui préconisent notamment l'adaptation des formes des fonds et des berges de chaque annexe en fonction de son « idéal » écologique (le type fonctionnel duquel on essaiera de se rapprocher).

Dans ce sens, on visera à produire un remodelage varié des talus riverains (et si possible avec des pentes douces), une variation des profondeurs et un « chenal » d'écrêtement préférentiel pour éviter de piéger la faune piscicole à la décrue.

## Contraintes de mise en œuvre et précautions à prendre

### *Reconnexion amont ou reconnexion aval ?*

#### *Reconnexion amont*

La reconnexion d'une annexe par son extrémité amont n'est a priori pas naturelle (on sait que les annexes se déconnectent prioritairement par l'amont). Sa mise en œuvre engendre de plus des études puis des travaux complexes afin d'optimiser :

- le dimensionnement de l'ouverture ;
- son orientation par rapport aux axes d'écoulement du cours d'eau principal.

En effet, une alimentation amont, notamment sur un cours d'eau à transport solide élevé, risque de se solder par une fermeture très rapide par suralluvionnement et dépôt d'embâcles. Un surdimensionnement peut se traduire par une reprise de l'annexe par le cours d'eau principal.

La reconnexion amont n'est donc a priori pas à conseiller, sauf, si nécessaire, sur les cours d'eau à faible score géodynamique.



**Figure 31 :** Terrassements de berges d'annexes hydrauliques en pente élevée à gauche, offrant peu de place à la diversité biologique et variations de profils beaucoup plus doux à droite, devant permettre la reconstitution de séries végétales adaptées.

### Reconnexion aval

C'est le meilleur type de connexion puisqu'il se rapproche du fonctionnement naturel. Le risque de comblement par des sédiments et des branchages existera aussi, particulièrement sur les cours d'eau à forte charge alluviale, mais sera moins rapide que par l'amont. Il nécessitera néanmoins :

- soit des structures hydrauliques particulières permettant l'auto-curage naturel de la connexion (épis, rétrécissement du lit mineur du cours d'eau principal au droit de la connexion). Nous déconseillons a priori cette méthode qui ajoute un aménagement hydraulique « lourd » ;
- soit un entretien régulier de la connexion (pas de temps à déterminer empiriquement sur la base d'un suivi sur quelques années).

#### ● *Période d'intervention*

Il est important d'intervenir hors période de nidification ou de reproduction des espèces remarquables. Il faut procéder de cas en cas, mais généralement les travaux s'échelonneront entre la mi-août et novembre, afin de profiter des conditions de basses eaux sur bon nombre de cours d'eau. Chaque chantier devra être très ponctuel (d'une semaine à 2 mois maximum).

## ■ Mesures connexes obligatoires

Plantations, enherbement sur les parties terrassées exondées pour éviter la prolifération d'espèces végétales envahissantes.

## ■ Mesures connexes facultatives

Structures de régulation du niveau des eaux dans l'annexe.

## ■ Techniques alternatives

- Mise en œuvre d'un espace de mobilité afin de réinitier les processus de création d'annexes (solution à long terme : 50-150 ans).
- Rehausser le niveau du lit mineur du cours d'eau principal :
  - par la mise en œuvre d'un espace de mobilité et apport alluvial par érosion des berges ;
  - par la mise en place de seuils (à déconseiller car engendre d'autres impacts).
- Rajeunissement du processus de maturation de la végétation riveraine des annexes par des travaux d'entretien.

## Exemple de reconnexion d'annexes hydrauliques en bordure de la Marne dans le département de la Marne

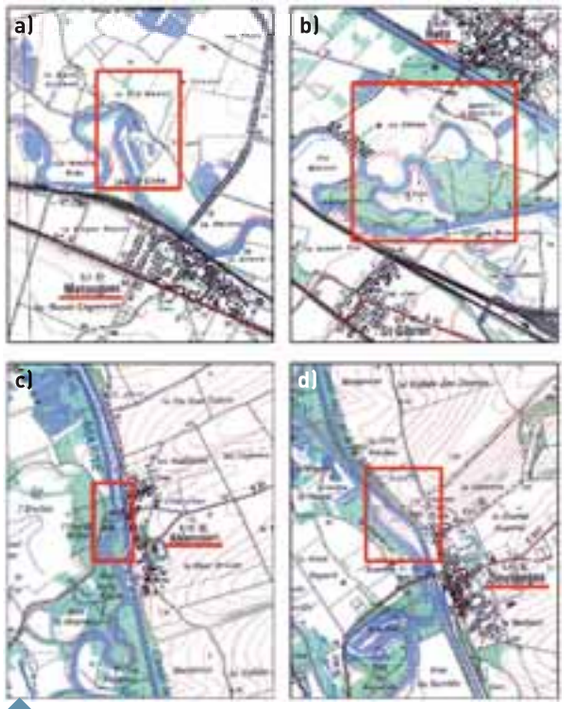



**Figure 32 :** Localisation des sites de restauration. **a)** Site de Matougues. **b)** Site de Récy. **c)** Site d'Ablancourt. **d)** Site de Soulanges (source : Géoportail, IGN).

### *Problématique*

Préconisé par le Schéma Départemental de Vocation Piscicole (PDVP) du département de la Marne, qui a été élaboré de 1985 à 1987 et approuvé en 1989, de nombreuses réhabilitations d'annexes hydrauliques ont été menées sur les principales rivières du département de la Marne, en particulier sur la Marne, la Saulx, l'Aube et l'Ornain. C'est ainsi que plus de 55 noues ont été reconnectées. Le présent exemple présente quelques-uns des travaux réalisés sur la Marne.

### *Objectifs des travaux de restauration envisagés*

Les nombreux travaux menés, en cours ou projetés sur les noues du Département de la Marne, poursuivent des objectifs basés sur une attention particulière liée au peuplement piscicole mais fai-

## POUR EN SAVOIR PLUS


- Chancerel (2003). **Le Brochet, biologie et gestion.** CSP. Coll. Mise au point
- Favre E. (2007). **Les anciens bras fluviaux. Lônes, boires, noues, etc.** Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces naturels.
- Dupieux. (2004) **Elaboration d'un protocole commun de description et de suivi des Annexes Fluviales du programme Loire nature.** Programme Loire nature, mission scientifique

sant néanmoins appel à une philosophie d'intervention plus élargie. C'est ainsi que l'on peut mettre en avant les points suivants :

- ressource en eau :
  - améliorer la gestion globale des prélèvements pour l'irrigation ;
  - ajuster les règles de gestion des barrages réservoirs ;
- qualité de l'eau :
  - réajuster les objectifs de qualité ;
  - réduire l'impact des activités vini-viticoles ;
  - réduire la pollution diffuse en milieu urbain et rural ;
- qualité de l'habitat piscicole :
  - pérenniser certains habitats reconnus remarquables ;
  - améliorer la diversité de l'habitat piscicole ;
  - améliorer la libre circulation des poissons.

Niveau d'ambition : R2

***Description des interventions***

La Fédération de la Marne pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (FMPPMA), secondée par la Cellule d'Assistance Technique à l'Entretien des Rivières de la Marne (CATER) a procédé préalablement à tous travaux à un recensement et à un état des lieux de l'ensemble des cours d'eau en général (études comprenant à la fois les berges, le lit mineur et lit majeur sous des aspects aussi divers que l'habitabilité piscicole, la qualité d'eau, la quantité d'eau, le recensement piscicole et le niveau d'altération, etc.) et des noues en particulier.

Concernant plus précisément les noues, chacune d'elles a été recensée, répertoriée et cartographiée. Toutes les actions d'entretien, de travaux, puis de recensement piscicole sont répertoriées.

De cet état des lieux, différentes actions (ou « non-actions ») sont alors définies, du laisser-faire à l'entretien courant (tel que l'enlèvement d'embâcles, le rajeunissement de la ripisylve), à des actions « plus lourdes » de désenvasement et de « vraies » reconnexions.

Quatre noues ont ainsi été visitées :

**A) Site de Matougues**

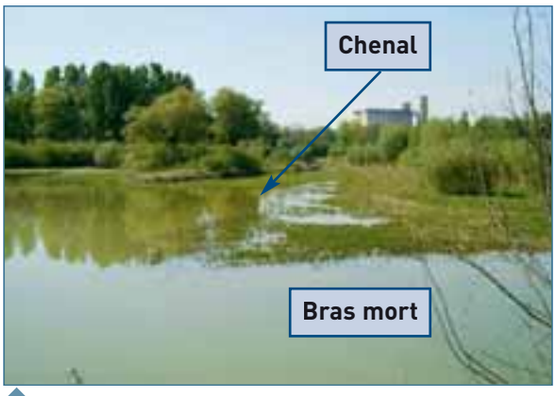



**Figure 33 :** Illustration du « chenal » réouvert ».

Un chenal d'environ 100 mètres de long a été créé en 2003 côté amont d'un bras mort (ouvert avant travaux uniquement côté aval).

Les matériaux ont été laissés sur place (étalés sur les côtés du chenal), les surfaces terrassées n'ont pas été végétalisées.

**B) Site de Récy**

Travaux non encore réalisés.

Il est prévu de reconnecter un bras mort existant par l'amont.



**Figure 34 :** Illustrations de l'annexe hydraulique dans son état existant.

**C) Site d'Ablancourt**

En 2003, un désenvasement/ouverture a été créé par l'aval, les matériaux posés en bordure de la noue sans exportation.

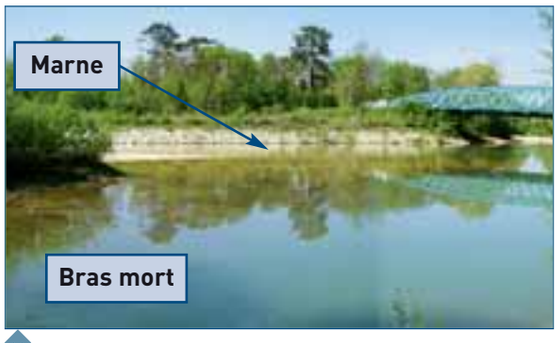



**Figure 35 :** Illustration de l'ouverture vers l'aval réalisée sur la Marne.

### D) Site de Soulanges

Connexion d'annexe hydraulique « réouverte » à deux reprises, les matériaux d'excavation déposés sur les côtés.



**Figure 36 :** Vues des travaux effectués.

Concernant les coûts de travaux, ceux-ci sont très faibles et ne peuvent être identifiés pour telle ou telle reconnexion. En effet, les marchés de travaux comprennent un ensemble d'opérations de reconnexions, tel que par exemple une tranche de 11 000 € HT pour la reconnexion de plusieurs annexes hydrauliques à l'amont de Châlons.

#### *Appréciation générale*

La plupart des travaux de reconnexions d'annexes hydrauliques réalisées sur la Marne de part et d'autre de Châlons-en-Champagne l'ont été sur un secteur particulièrement mobile et dynamique du cours d'eau.

De ce fait, l'abandon de bras ou d'anciens méandres du cours d'eau apparaît davantage comme un phénomène naturel lié à la dynamique de mobilité de la Marne qu'à des actions anthropiques, sources de dysfonctionnements morphologiques.

Toute volonté de « recréer » ou de « réouvrir » des connexions entre le lit actif et ses annexes hydrauliques suit dès lors un objectif et un parti pris avant tout « piscicole » et non forcément de restauration globale et fonctionnelle des milieux aquatiques.

Pratiquer un recensement et un diagnostic quasi exhaustif du milieu aquatique constitue un préalable à toute mesure de gestion ou de restauration



**Figure 37 :** Illustrations d'un secteur dynamique de la Marne à l'aval du site de Matougues à gauche et à l'aval du site de Récy à droite.

que l'on ne peut que saluer. Ensuite, il serait peut-être plus judicieux de se limiter à intervenir uniquement où des dysfonctionnements dus à des activités anthropiques sont avérés, tels que certains des secteurs où le lit de la Marne a été « chenalisé » pour permettre l'exploitation de gravières par exemple, et où le lit a vraisemblablement tendance à s'inciser. (figure page suivante).

#### CONTACT


➔ **Julien Jourdon**
***Organisme :***
Fédération de la Marne pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (FMPPMA)
44, rue Titon
51000 Châlons-en-Champagne
E-mail : federation-peche-marne.51@wanadoo.fr

➔ **Roger Coterrelle ou Denis Hubert**
***Organisme :***
Cellule d'Animation Technique pour l'Eau et les Rivières (CATER)
Complexe agricole du Mont Bernard
Route de Suippes
Boîte postale 525
51009 Châlons-en-Champagne
E-mail : cater@marne.chambagri.fr



**Figure 38 :** Illustration d'un secteur de la Marne à Soulange où le lit de la Marne a été rectifié (photo de gauche) pour permettre l'exploitation de gravières, aujourd'hui en bras mort (photo de droite).

# Arasement/dérasement de seuils

| TYPES DE DYSFONCTIONNEMENTS CONCERNES |
|---|
| Modification des flux liquides, solides et biologiques, effets « retenue » et « point dur » |
| **NIVEAU D'AMBITION** |
| R2 et R3 |
| **SCORE GEODYNAMIQUE** |
| Tous, mais effets plus visibles et plus concrets sur des cours d'eau moyennement puissants |





## Généralités

### Contexte d'application

L'arasement (diminution de la hauteur de l'ouvrage) ou le dérasement (suppression de l'ouvrage) sont des solutions de restauration que l'on peut préconiser sur tout type de cours d'eau ayant subi l'édification d'ouvrages transversaux si ceux-ci n'ont plus aujourd'hui d'usage économique ou de fonction majeure. Des études très précises doivent cependant être menées avant tout projet de ce type.

### Principes généraux

Le principe général sous-tendant la proposition d'arasement ou de dérasement d'un seuil vise à **redonner au cours d'eau son profil en long naturel**. La base d'un tel projet de restauration est donc l'analyse fine du profil en long actuel du cours d'eau et la détermination de son profil futur. Cette démarche permet d'identifier les impacts de l'ouvrage, et indirectement les limites de ce que les enjeux en présence permettent d'accepter. Cette analyse permet également de déterminer la cote optimale d'arasement.

Comme il a été vu plus haut, le dérasement ou l'arasement d'un seuil est susceptible de produire une érosion régressive bien en amont du remous liquide, la formation de nouvelles érosions de berge avec le basculement de la végétation bordant l'ancienne retenue, ainsi que l'affouillement éventuel de murs ou fondations de constructions diverses situées à l'amont de l'ouvrage à araser/déraser, etc. L'analyse fine de ces différentes conséquences est un passage obligé dans le montage d'une opération d'arasement/dérasement d'ouvrage.

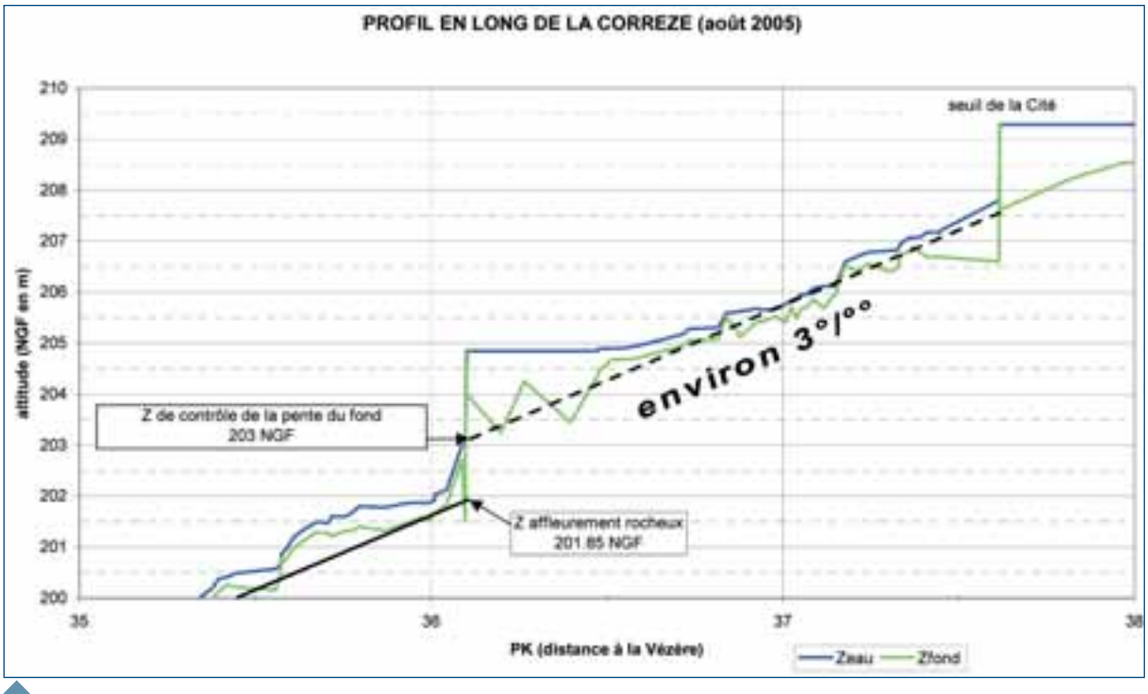



**Figure 39 :** Etude du profil en long d'un cours d'eau pour en déterminer la pente d'équilibre et les cotes optimales d'arasement de seuils. On voit bien ici que le « remous solide » (trait vert) généré par un seuil ancien (ici au moins 2 siècles) va bien au delà du remous liquide (trait bleu) (source : Malavoi, Biotec, 2005).

Ces impacts ou ces « risques » sont à mettre en balance avec les avantages attendus de l'opération de restauration (franchissabilité totale et retrouvée pour la faune piscicole, habitats et faciès naturels reconstitués en lieu et place de l'ancienne retenue, réduction des effets de réchauffement de l'eau et de l'eutrophisation, rétablissement de l'équilibre du transport solide dans le cours d'eau, etc.).

Cette analyse, avant tout **environnementale**, doit nécessairement s'accompagner d'un volet **sociologique**, en particulier en milieu urbain, où la transformation d'un paysage constitué d'une succession de plans d'eau en un cours d'eau naturel peut être difficile à accepter (à ce titre, l'élaboration de photomontages est recommandée).

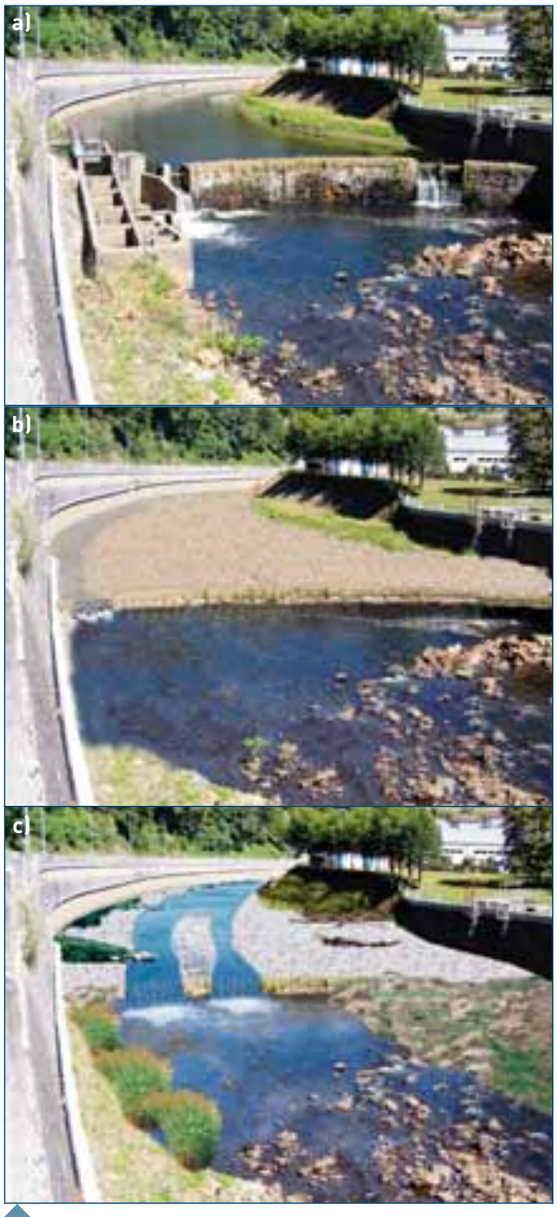



**Figure 40 :** Exemple d'un photomontage illustrant un seuil sur la Corrèze à Tulle dans son état initial, en cours de démolition et une fois le site réaménagé en fin de travaux (source : Malavoi, Biotec, 2005).

Les aspects **économiques** sont bien sûr à étudier, en n'oubliant pas qu'un ouvrage vétuste (seuil ou barrage plus utilisé) est également générateur de risques pour la collectivité (rupture, inondations, etc.) et que l'entretien ou la reconstruction d'ouvrages à l'identique ne sont pas des opérations négligeables d'un point de vue financier.

## Préconisations

### Etudes spécifiques

Informations à recueillir en complément des données nécessaires pour tout type de travaux.

- *Etude préalable de faisabilité*
  - Informations historiques sur l'ouvrage à araser/déraser : date de construction, profils types, plans de situation, etc.
  - Connaissance des caractéristiques juridiques et administratives (propriétaire, droits d'eau, éventuels règlements d'eau, etc.)
  - Levé topographique d'un profil en long du cours d'eau sur un tronçon élargi, dépassant largement, à l'amont et à l'aval, le simple linéaire de retenue de l'ouvrage.
  - Analyse comparative des avantages et inconvénients des travaux d'arasement/dérasement.
  - Détermination des risques d'érosion régressive, de son emprise éventuelle et des effets négatifs qu'elle pourrait avoir sur les infrastructures et les milieux naturels situés dans cette emprise.
  - Détermination des volumes de sédiment susceptibles d'être entraînés en aval et de leurs effets éventuels sur les écoulements (risque de réduction temporaire de la section d'écoulement), sur les infrastructures (risque d'obturation d'exutoires d'égouts, de déversoirs d'orages, de drains, etc.), sur les milieux naturels (risques d'apports de matériaux colmatants (sables, limons)).
  - Analyse du contexte sociologique (attachement des riverains à leur « plan d'eau ») et du contexte politique.

- *Eléments nécessaires à l'avant projet*
  - Elaboration d'un plan topographique précis de l'ouvrage à araser/déraser et de la retenue, y compris bathymétrie et mesures de l'épaisseur des sédiments déposés.
  - Identification et recherche historique du tracé du cours d'eau dans la retenue avant l'édification du seuil.

### Caractéristiques techniques à rechercher

L'ancien tracé du cours d'eau s'étant souvent partiellement ou totalement comblé avec les sédiments provenant de l'amont, des travaux de

terrassement et de remise en forme de ces matériaux de l'ancienne retenue seront souvent souhaitables, sauf si l'emprise foncière disponible est très importante et que la puissance du cours d'eau est forte. Dans ce cas, on pourra laisser le cours d'eau s'auto-ajuster tout en veillant à ce que les processus géodynamiques naturels n'entraînent pas un excès de matières en suspension pouvant engendrer un colmatage du lit à l'aval. Il apparaîtra souvent préférable de définir, au moins grossièrement, la géométrie du tracé de cours d'eau nouvellement créé dans l'ancienne retenue.

Le démontage de l'ouvrage et la vidange de la retenue devront être menées progressivement, afin que les sédiments puissent décanter au maximum. Cela permettra d'éviter un apport brutal de matières en suspension (MES) en aval et de faciliter leur terrassement et leur mise en forme ultérieure après ressuyage.

Comme susmentionné, c'est l'analyse des risques qui va déterminer le choix du dérasement ou de l'arasement de l'ouvrage considéré. Il arrive fréquemment que l'on maintienne le radier ou les fondations de l'ancien ouvrage, afin d'éviter une érosion régressive du fond du lit néfaste à la tenue d'ouvrages existants à l'amont. Dans ce cas, une rampe de faible pente (8-10 Horizontal/1 Vertical) pourra être aménagée directement à l'aval du radier du seuil ou du barrage maintenu, pour en garantir une franchissabilité optimale par la faune piscicole.

### Contraintes de mise en œuvre et précautions à prendre

Vidange de la retenue et démolition de l'ouvrage à prévoir de manière progressive et étalée dans le temps.

### Mesures connexes obligatoires

- **Végétalisation simple** des surfaces exondées et travaillées de l'ancienne retenue pour limiter le développement des espèces xénophytes. Cette végétalisation simple peut être réalisée par un ensemencement des surfaces, de manière à concurrencer quelque peu des espèces non indigènes ou indésirables.
- **Protection des rives concaves** du nouveau cours d'eau constitué dans l'ancienne retenue, si le projet ne prévoit pas d'espace de mobilité.
- **Abattage/recépage de la végétation ligneuse** bordant l'ancienne retenue, pour éviter son dépérissement et son basculement, suite à l'abaissement des niveaux d'eau.
- **Suivi du développement de la végétation** sur les surfaces exondées de l'ancienne retenue et entretien obligatoire, si le secteur comporte des risques en matière de débordements de crue.

### Mesures connexes facultatives

- Plan de végétalisation et de gestion plus complet des surfaces de l'ancienne retenue.
- Détermination d'un espace de mobilité du cours d'eau en amont de l'ouvrage concerné.

### Techniques alternatives

Même selon l'unique critère de « franchissabilité piscicole », une passe à poissons ne remplacera jamais la suppression de l'ouvrage lui-même en termes d'efficacité. Si l'on analyse les autres dysfonctionnements induits par un seuil, seul l'arasement ou le dérasement peuvent permettre de retrouver un fonctionnement naturel.

## Quelques exemples

### Arasement du barrage de Kernansquillec sur le Léguer (Côtes d'Armor)



**Figure 41 :** Localisation du secteur (source : Géoportail, IGN).



**Figure 42 :** Vue de l'ancienne retenue après sa vidange et du barrage de Kernansquillec en cours de démolition (source : brochure du Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement durables).



**Figure 43 :** Vue des travaux de labour en cours dans l'emprise de l'ancienne retenue sur la photo de gauche (09.05.2001) puis des prairies riveraines fraîchement reconstituées en bordure du Léguer à droite (07.09.2001). Conception des aménagements de l'ancienne retenue et photos Biotec.



**Figure 44 :** Illustrations de la diversité des milieux et des faciès retrouvés quatre ans après les travaux de réhabilitation (08.09.2005) de l'ancienne retenue.

## CONTACT


➔ **Catherine Moret**
***Organisme :***
Association pour la protection et la mise en valeur de la vallée du Léguer, Belle-Isle-en-Terre
E-mail : association.leguer@wanadoo.fr


## Arasement du barrage du moulin de Viard sur l'Orne



**Figure 45 :** Localisation du secteur d'étude (source : Géoportail, IGN).

### *Problématique*

Le barrage du Moulin de Viard était situé au PK 37.7 de l'Orne (fleuve), entre les communes de Grimbosq et Maizet (département du Calvados). Implanté de manière transversale au cours d'eau, il mesurait 132 ml de longueur pour une hauteur de chute d'environ 2 mètres. Initialement il servait de prise d'eau pour une usine hydroélectrique, comme de nombreux autres ouvrages sur ce secteur de l'Orne.

L'activité cessa au début des années 1950. L'usine tomba ensuite en ruine et le barrage également avec une brèche de quelques 15 mètres de largeur, ce qui a déjà abaissé la hauteur de chute restante à quelques 80 cm avant son arasement.

### *Objectifs*

La Fédération du Calvados pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques a souhaité la « reconquête » du milieu aquatique de l'Orne, plus particulièrement sur son cours aval dominé à plus de 80 % par des retenues d'eau artificielles ; reconquête qui passe par la suppression des barrages non




**Figure 46 :** Photo aérienne (datant de fin juin 2002) montrant le secteur de l'Orne restauré suite à l'arasement du seuil du Moulin de Viard (source : Arnaud Richard, CSP (aujourd'hui ONEMA), délégation régionale Bretagne/Basse-Normandie).

utilisés afin de redonner au cours d'eau ses caractéristiques hydrauliques et biologiques originelles.

Cette suppression de barrage a non seulement eu pour but l'amélioration du transit piscicole mais également l'amélioration du potentiel de productivité du secteur compris dans l'étendue du remous de l'ancien barrage, par reconquête de zones de radiers et en favorisant l'amélioration de la qualité des eaux de la rivière (en supprimant une retenue propice au réchauffement de l'eau et à l'apparition de « blooms planctoniques »).

Niveau d'ambition : R2

### ● *Description des travaux*

Les travaux, réalisés en septembre 1997, n'ont consisté « que » en l'arasement du barrage. Aucun terrassement des sédiments de l'ancienne retenue n'a eu lieu ; ces sédiments étant grossiers et l'Orne développant une puissance importante sur ce tronçon. Il n'y a pas non plus eu d'abattage d'arbres à l'amont du seuil arasé en prévision de l'abaissement du niveau d'eau.

Ces travaux ont ainsi consisté en la démolition du seuil en pierre/enrochement, soit quelque 1 500 $m^3$ de matériaux.

Ces matériaux de démolition ont été utilisés à 50 % pour remplir la base de l'ancien canal d'alimentation de l'usine hydroélectrique, à 25 % en protection de la berge droite au droit de l'ancien ouvrage (enjeu représenté par un chemin d'accès) et à 25 % répartis sous forme de blocs isolés et amas à but de diversification placés dans le lit de l'Orne.

Le coût total des travaux a été de 25 000 € HT.

### ● *Evolution et appréciation générale*

Cet arasement de barrage a permis de « retrouver » quelque 300-400 mètres de faciès courants (soit ~ 70 € HT/ml de faciès naturel retrouvé sur l'Orne).

La dynamique naturelle du cours d'eau a ainsi été restaurée avec la présence aujourd'hui de rapides, le développement de zones d'érosion, etc.



**Figure 47 :** (28.02.07) Vues du secteur situé en amont de l'ancien seuil, avec la présence de rapides (en haut) et d'une importante érosion de berge (en bas). Pour mémoire, la Fédération de Pêche est propriétaire de la parcelle au droit de cette érosion, supprimant ainsi toute velléité de protection de berge.

**CONTACT**

→ **Arnaud Richard**
***Organisme :***
Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), Délégation Régionale – Basse-Normandie, Parc Estuaire Entreprise, route de Caen, 14310 Villers-Bocage
E-mail : arnaud.richard@onema.fr

# Suppression des contraintes latérales

| TYPES DE DYSFONCTIONNEMENTS CONCERNES |
|---|
| Blocage des processus de mobilité latérale |
| **NIVEAU D'AMBITION** |
| R3 |
| **SCORE GEODYNAMIQUE** |
| Moyen à élevé |



## Généralités

### Contexte d'application

Des milliers de kilomètres de cours d'eau ont été stabilisés en plan afin de bloquer les processus d'érosion latérale considérés comme néfastes vis à vis d'enjeux tels que l'urbanisation, l'agriculture ou la simple propriété foncière. Cette stabilisation s'est faite principalement au moyen de protections de berges dites « lourdes » (perrés, enrochements, murs de béton, palplanches, etc.) et s'est traduite, notamment sur les cours d'eau à dynamique active, par d'intenses dysfonctionnements globaux et locaux.

Si la stabilisation en plan des cours d'eau n'est pas remise en cause dans les secteurs à enjeux humains et économiques forts (zones urbanisées, routes principales), la question se pose aujourd'hui de l'intérêt de maintenir figés des milliers de kilomètres de cours d'eau en zone à enjeux faibles, avec les impacts géomorphologiques et écologiques que pérennise cette situation.

Des projets de suppression des contraintes latérales peuvent donc être proposés dans les zones à enjeux faibles afin de restaurer la mobilité du cours d'eau et la dynamique écologique qui en dépend.

Toutefois, la suppression des contraintes latérales comme « technique » de restauration n'est a priori pertinente que sur les cours d'eau dont le score géodynamique est suffisant pour garantir l'auto-ajustement. Une valeur de 10-15 semble être un minimum et 25 doit offrir une quasi-garantie de réussite.

### Principes généraux

Le principe sous-tendant la démarche de suppression des contraintes latérales se situe donc dans la **logique de mise en œuvre du concept d'instauration ou de restauration de l'espace de mobilité des cours d'eau** *(voir encadré législation page suivante)*.

Dans ce contexte, il a été vu plus haut que la restauration d'un « espace de mobilité » peut être menée « passivement » (en réduisant les « forces de dégradation ») ou « activement » (par des interventions plus lourdes).

## Préconisations

### Etude préalable et éléments nécessaires à l'avant-projet

Tout projet de suppression des contraintes latérales doit être précédé d'une étude permettant :

– d'identifier les dysfonctionnements géomorphologiques et écologiques liés à la présence des contraintes latérales, tant à l'échelle locale que globale (tronçon) ;



**Figure 48 :** Exemples de protections de berges en zone rurale sans enjeu majeur.

## LEGISLATION

**La Loi nº 2003-699 du 30 juillet 2003 (dite Loi risques)** va dans ce sens et stipule dans son article L. 211-12 :

I. Des servitudes d'utilité publique peuvent être instituées à la demande de l'Etat, des collectivités territoriales ou de leurs groupements sur des terrains riverains d'un cours d'eau ou de la dérivation d'un cours d'eau, ou situés dans leur bassin versant, ou dans une zone estuarienne.

II. Ces servitudes peuvent avoir un ou plusieurs des objets suivants :

- ➔ 1° Créer des zones de rétention temporaire des eaux de crues... ;
- ➔ 2° Créer ou restaurer des zones de mobilité du lit mineur d'un cours d'eau... afin de préserver ou de restaurer ses caractères hydrologiques et géomorphologiques essentiels.

V. Dans les zones de mobilité d'un cours d'eau mentionnées au 2° du II, **ne peuvent être réalisés** les travaux de protection des berges... et, **d'une manière générale, tous les travaux ou ouvrages susceptibles de faire obstacle au déplacement naturel du cours d'eau**.

VI. L'arrêté préfectoral peut identifier, le cas échéant, **les éléments existants ou manquants faisant obstacle à l'objet de la servitude, dont la suppression, la modification ou l'instauration est rendue obligatoire**...

VIII. L'instauration des servitudes mentionnées au I. ouvre droit à indemnités pour les propriétaires de terrains des zones grevées...

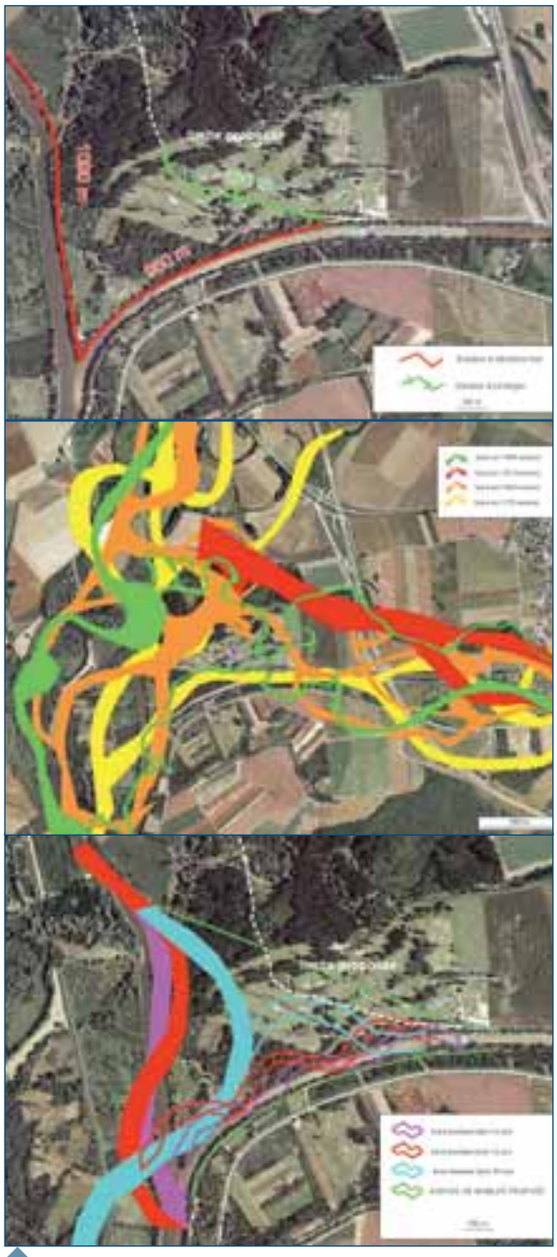


**Figure 49 :** Exemple d'analyse prédictive du tracé de deux cours d'eau à leur confluence suite à la suppression des contraintes latérales. En haut, contexte local des protections existantes et de leur report en arrière pour protéger un golf existant mais qui sera en partie déplacé. Au centre, analyse historique des tracés. En bas, simulation du tracé à 10 et 50 ans (source : Malavoi, 2005).

– de connaître précisément le score géodynamique du tronçon de cours d'eau considéré ;
– d'identifier les enjeux socio-économiques présents dans la zone devant être « déprotégée » et classée en espace de mobilité et de prévoir ainsi d'éventuelles mesures compensatoires.

Il est souhaitable que cette étude puisse évaluer autant que possible les processus d'érosion qui suivront la « déprotection » des berges, par exemple sous la forme de l'emprise future probable de la rivière au cours des 20 à 50 prochaines années *(figure 49)*.

### ■ Caractéristiques géomorphologiques à rechercher

L'objectif de la suppression des contraintes latérales étant de laisser le cours d'eau se réajuster seul, l'unique préoccupation sera de lui fixer un espace de mobilité aux limites duquel pourront éventuellement être réalisées de nouvelles protections. Nous renvoyons le lecteur au guide sur l'espace de mobilité pour plus de précision quant aux méthodes de délimitation de cet espace (Malavoi et al., 1998). Rappelons simplement ici que l'ordre de grandeur à respecter peut être exprimé schématiquement par ~ 10 fois la largeur moyenne du lit à pleins bords.

## Contraintes de mise en œuvre et précautions à prendre

Les précautions à prendre sont de deux ordres :

- **lors de la phase projet :** bien identifier les enjeux et les risques (emprise future du cours d'eau) ainsi que les impacts éventuels de la suppression des contraintes latérales sur d'autres enjeux écologiques ;
- **lors de la phase travaux,** les mêmes précautions que pour tout chantier de travaux en rivière ou en berges (voir préconisations générales de limitation des impacts en fin de 3e partie).

## Mesures connexes obligatoires

Sans objet.

## Mesures connexes facultatives

- Si l'on souhaite supprimer les protections existantes pour restaurer tout ou partie d'un espace de mobilité tout en préservant les enjeux situés aux limites de cet espace, on pourra prévoir des protections de berges éloignées au droit de ces enjeux (en privilégiant les techniques végétales ou mixtes), soit immédiates (exemple ci-dessous où les protections aux limites de l'espace de mobilité sont réalisées en même temps que la « déprotection ») soit lorsque le cours d'eau aura atteint les limites de mobilité qu'on lui aura accordées.
- Si le score géodynamique du cours d'eau semble un peu limité (inférieur à 10-15) il peut être nécessaire d'activer les processus d'érosion par des structures qui seront installées dans le lit mineur. On privilégiera alors des épis (fiche 3) si possible fusibles (en matériaux du lit ou en techniques végétales) afin qu'ils disparaissent progressivement lorsqu'ils auront accompli leur travail « d'activation ».

## Techniques alternatives

Sans objet à ce niveau d'ambition (R3).

### POUR EN SAVOIR PLUS

➔ Malavoi *et al.* (1998). **Guide technique SDAGE n° 2. Méthode de délimitation de l'espace de liberté des cours d'eau**. Agence de l'eau RMC.

➔ Frossard P.-A., Lachat B., Paltrinieri L. (1998). **Davantage d'espace pour nos cours d'eau, pour l'homme et la nature**. Pro Natura.

# Quelques exemples

## Exemple de l'Ouche en aval de Dijon

Un exemple de « restauration passive » particulièrement pédagogique a été réalisé sur l'Ouche en aval de Dijon suite à une étude préalable ayant identifié cette solution comme une mesure de restauration suffisante (Malavoi, Horizons, 1995). Notons qu'il n'y a pas eu besoin de supprimer les protections puisque celles-ci étaient déjà en cours de dégradation « naturelle ». La seule mesure concrète a donc été la **sensibilisation des riverains** à l'intérêt de ce « non-projet » (tout le monde voulait reconstituer les protections de berges et on leur a proposé de ne rien faire) avec l'**indemnisation des terrains érodables**.



**Figure 50 :** Plan de situation (source : fond IGN).

Caractéristiques du cours d'eau :
- Pente moyenne : 0.0013 (1.3‰).
- Largeur moyenne à pleins bords : 25 m.
- Débit moyen journalier de fréquence biennale : estimation sommaire : 68 $m^3/s$.
- Puissance spécifique moyenne : 35-40 $W/m^2$.
- Transport solide estimé : faible.
- Nature des alluvions : cailloux-galets.
- Nature des berges : non cohésives.
- Score géodynamique : 17.5.

Date, linéaire et coût des travaux :
- 1996 (acquisition foncière).
- Il n'y a pas eu d'aménagement proprement dit. Le SMEABOA (syndicat) a acheté environ 3.4 ha de terrains en rive droite sur le site de la station, soit une bande de l'ordre de 50 m sur 650 m le long du cours d'eau. La seule opération de restauration a été effectuée par l'Ouche elle-même qui a repris ses processus d'érosion de berge et de transport solide.

**Coût total :** 49 000 € HT (acquisition foncière)

**Coût moyen au mètre linéaire :** 75 € HT

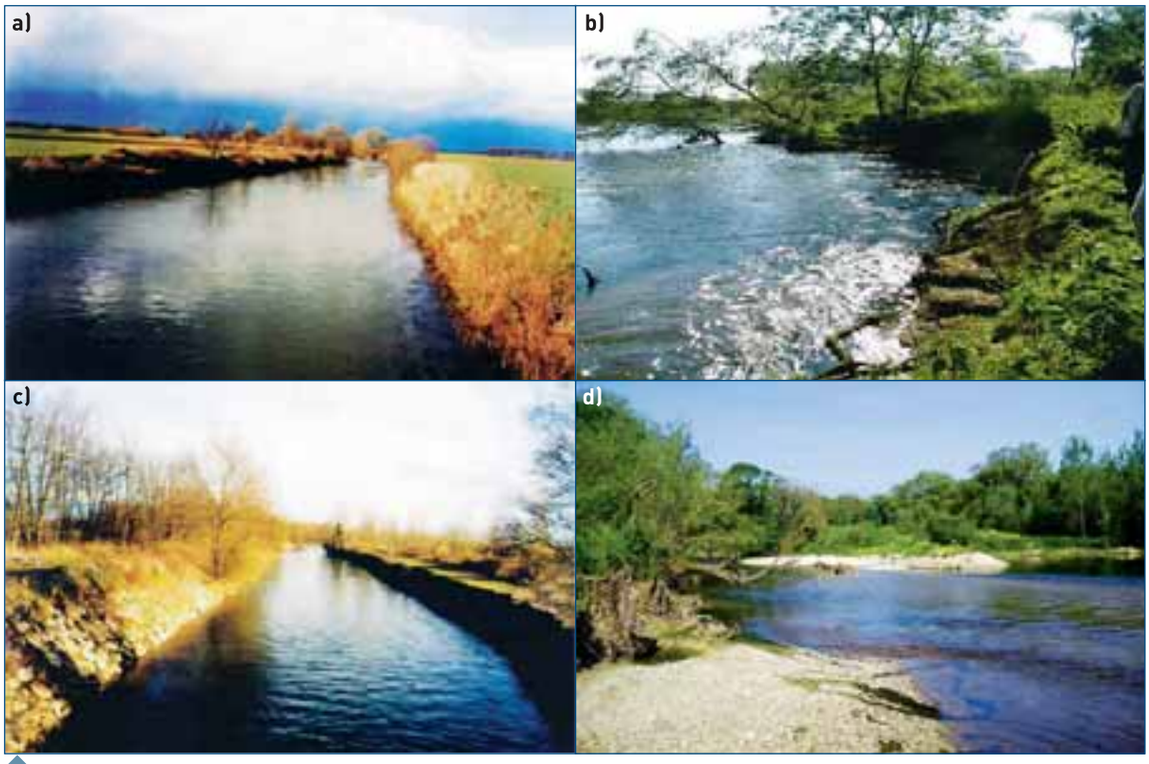
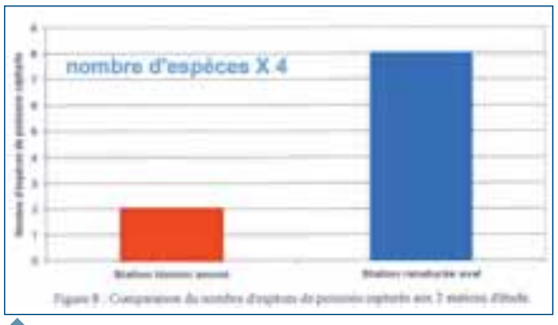



**Figure 51 :** Exemple de morphologie du cours d'eau dans : **a)** et **c)** les portions endiguées, recalibrées rectifiées puis **b)** et **d)** dans la portion où les protections de berges se sont dégradées et n'ont pas été reconstruites.

| STATION | Nombre Habitats prospectés | *Espèce* | Densité (ind./ha) | Biomasse (kg/ha) | Classe d'abondance |
|---|---|---|---|---|---|
| Station témoin amont | 11 | *Vairon* | 144 | 0,1 | P |
| Station témoin amont | 11 | *Chevaine* | 862 | 0,6 | P |
| Station témoin amont | 11 | *Ecrevisse américaine* | 96 | 0,6 | |
| Station témoin amont | | **TOTAL** | **1 102** | **1,3** | |
| Station renaturée aval | 15 | *Vairon* | 393 | 0,4 | 1 |
| Station renaturée aval | 15 | *Loche* | 1 769 | 4,9 | 2 |
| Station renaturée aval | 15 | *Epinoche* | 98 | 0,2 | 4 |
| Station renaturée aval | 15 | *Blageon* | 98 | 0,3 | 1 |
| Station renaturée aval | 15 | *Chevaine* | 8 501 | 86,6 | 4 |
| Station renaturée aval | 15 | *Goujon* | 49 | 0,2 | 1 |
| Station renaturée aval | 15 | *Gardon* | 49 | 0,0 | P |
| Station renaturée aval | 15 | *Ablette* | 246 | 0,4 | 1 |
| Station renaturée aval | | **TOTAL** | **11 204** | **93,0** | |



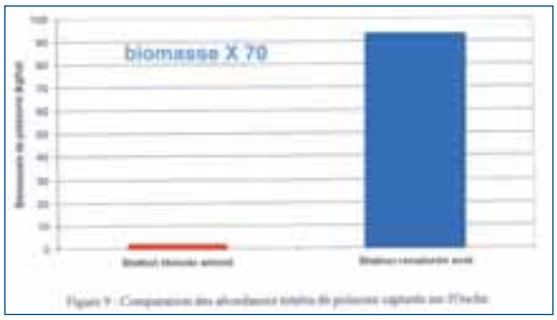




**Figure 52 :** Extrait du rapport d'étude (Sciences Environnement, Rodriguez, CSP – *aujourd'hui ONEMA*, 2002).

Résultats de l'opération :

Notons que la restauration des processus géodynamiques a eu des effets spectaculaires, notamment au niveau de la faune piscicole. En effet, des pêches scientifiques ont été réalisées sur une portion altérée (type photo a de la figure 51) et dans la portion restaurée, toutes deux supportant une qualité d'eau HORS CLASSE.

Les résultats indiquent un nombre d'espèces 4 fois supérieur dans la partie restaurée pour une biomasse 70 fois plus importante (figure 52) !

**CONTACT**

➔ ***Organisme :***
Agence de l'Eau Rhône Méditerranée et Corse – Délégation de Besançon

## Restauration de la rivière l'Orge à Morsang-Savigny

### *Problématique*

L'Orge est un affluent rive gauche de la Seine avec laquelle elle conflue à Athis-Mons (91). Sa partie aval est gérée par le SIVOA (Syndicat Mixte de la Vallée de l'Orge Aval : 32 communes dont deux communautés d'agglomération. **Missions :** entretien de la rivière et de ses berges, gestion hydraulique, assainissement, surveillance de la qualité de l'eau, etc.).

Cette rivière a été très fortement chenalisée depuis le 18e siècle, notamment pour favoriser la meunerie. Dans le secteur de Morsang/Savigny, l'Orge a été transformée en un canal rectiligne bétonné dans les années 1945, pour lutter contre les inondations et envoyer le plus rapidement les eaux de crue vers la Seine.

### *Objectifs des travaux de restauration réalisés*

Dans le cadre de sa politique de réhabilitation des berges de l'Orge et de reconquête des zones humides en bord de rivière depuis 1995, le Syndicat de l'Orge aval (SIVOA) a souhaité « renaturer » les berges bétonnées de l'Orge sur les communes de Villemoisson/O, Morsang/O et Savigny/O.

L'objectif était double :

- restaurer un paysage fluvial plus proche du naturel, avec notamment un cours plus sinueux et des berges végétalisées ;
- améliorer la capacité d'écrêtement du lit majeur situé en rive gauche de l'Orge et propriété du SIVOA.

Niveau d'ambition : R1/R2

### *Description des aménagements réalisés*

Les travaux, menés au total sur 1 000 ml entre 1999 et 2005, ont consisté en :

- la suppression des structures bétonnées du fond et des berges ;
- la recréation de légères sinuosités ;
- l'adoucissement de la pente des berges ;
- la plantation de végétaux aquatiques, semi-aquatiques, arbres et arbustes ;
- le réaménagement de la promenade en suivant le nouveau tracé plus sinueux.




**Figure 53 :** Localisation du secteur restauré (source : Géoportail, IGN).




**Figure 54 :** Vue d'une partie du secteur restauré. **a)** Avant les travaux (photo Biotec). **b)** En 2007. **c)** et **d)** Suppression des protections en béton (photos SIVOA).

Le coût total des travaux de restauration (1999 à 2005) a été d'environ 620 000 € HT pour 1 000 mètres linéaires de rivière (2 000 ml de berges), soit 620 € HT/ml.

### ● *Evolution et appréciation générale*

Comme sur le site du Perray à Sainte-Geneviève-des-Bois (voir exemple fiche 15), on ne peut que saluer un projet qui a remis à plat 50 ans de principes et de techniques d'aménagement hydraulique dont on connaît aujourd'hui les impacts fortement négatifs, tant du point de vue écologique que de celui de la propagation des crues. Comme sur ce site, on peut aussi regretter une ambition sans doute limitée dans un secteur où l'occupation des sols en bordure de cours d'eau ne pouvait malheureusement pas permettre une sinuosité plus accentuée (présence de 2 collecteurs d'eaux usées intercommunaux situés le long des berges rive gauche).

### CONTACT

➔ **Michel Valois**
***Organisme :***
Syndicat de l'Orge aval - 163, Route de Fleury
91172 Viry-Châtillon Cedex
E-mail : sivoa@sivoa.fr

# Remise à ciel ouvert de cours d'eau

| TYPES DE DYSFONCTIONNEMENTS CONCERNES |
|---|
| Tous les dysfonctionnements induits par la couverture de cours d'eau |
| **NIVEAU D'AMBITION** |
| R2-R3 |
| **SCORE GEODYNAMIQUE** |
| Tous |





## Généralités

### Contexte d'application

La couverture complète d'un cours d'eau est l'intervention la plus grave que peut subir un système fluvial puisqu'elle se traduit par la disparition totale de ce dernier. Chaque fois que le contexte socio-politique le permet, une remise à ciel ouvert devrait donc être réalisée.

### Principes généraux

La remise à ciel ouvert de cours d'eau s'accompagne nécessairement de travaux lourds de démolition et de reconstitution totale d'un nouveau lit. Les préconisations s'apparentent donc aux directives énoncées pour le reméandrage ou la création d'un nouveau lit (fiche 15).

La couverture d'un cours d'eau a souvent été liée à l'urbanisation des surfaces occupées initialement par l'espace alluvial ou, en zone rurale, à l'utilisation plus intensive de ces surfaces. Cette couverture a ainsi très régulièrement été couplée à la « linéarisation » du tracé du cours d'eau ainsi qu'au « remembrement foncier » qui l'accompagne.

De ce fait, la découverture d'un cours d'eau constitue inévitablement une opération de restauration difficile et une procédure « technico-administrative » longue à mettre en place. Elle doit en effet nécessairement s'accompagner de l'acquisition foncière des emprises suffisantes au rétablissement de l'espace fluvial. De plus, le tracé initial n'est souvent plus possible à suivre, du fait de l'urbanisation.

D'autre part, la mise sous tuyau ou la couverture d'un cours d'eau a régulièrement été couplée à un approfondissement de celui-ci, pour favoriser l'utilisation du « cours d'eau » en tant que réseau d'assainissement unitaire ou séparatif. Cet approfondissement est parfois très difficile, voire impossible à récupérer, ce qui nécessite alors la réalisation d'un cours d'eau « artificiellement » plus profond que ce que préconiserait l'inspiration des modèles naturels. Cette situation entraîne soit la création de berges très hautes et à forte pente, soit, en cas d'acquisition foncière élargie dépassant l'emprise occupée par le cours d'eau dans son état initial (figure ci-après), des berges hautes mais à pente douce.

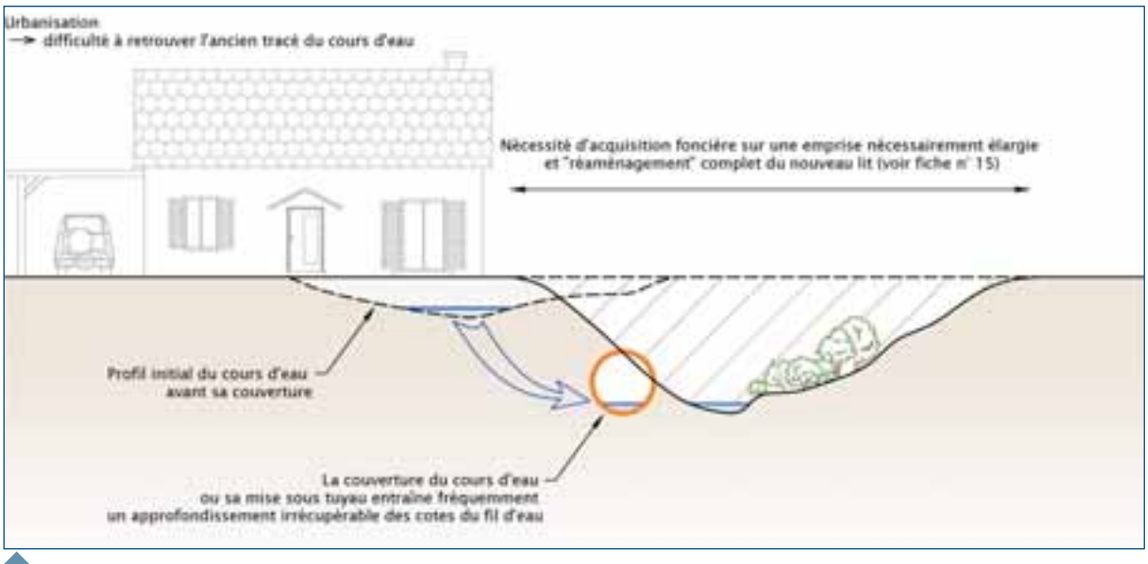



**Figure 55 :** Illustration de différentes contraintes à prendre en compte dans le cadre de la remise à ciel ouvert d'un cours d'eau (figure Biotec).

## Préconisations

### Etude préalable et éléments nécessaires à l'avant-projet

Contrairement à d'autres mesures de restauration, la remise à ciel ouvert de cours d'eau nécessite donc une acquisition foncière, mesure à réaliser ou tout au moins à négocier, dès l'étude préalable. Il est en effet inutile de développer en détail un projet de remise à ciel ouvert de cours d'eau si le contexte foncier n'est pas favorable.

### Caractéristiques géomorphologiques à rechercher

La démarche de dimensionnement du nouveau lit sera identique à celle présentée pour le reméandrage ou la création d'un nouveau lit (fiche 15).

### Contraintes de mise en œuvre et précautions à prendre

Les travaux de couverture de cours d'eau ont très souvent perturbé le comportement de la nappe phréatique associée, notamment si elle s'est accompagnée de mise sous tuyau, de bétonnage du fond du lit, d'approfondissement des lignes d'eau, etc. La remise à ciel ouvert d'un cours d'eau doit donc souvent s'accompagner d'une garantie d'étanchéité du nouveau lit créé, pour éviter des pertes définitives du cours d'eau après travaux de restauration (assurance d'une couche de substratum naturel étanche en profondeur (marnes, argiles, etc.) ou le cas échéant nécessité de la mise en place d'une étanchéité artificielle sous le nouveau lit mineur créé).

### Mesures connexes obligatoires

Si le nouveau lit créé est éloigné de l'ancien busage, la **fermeture** de cet ancien busage, qui est souvent maintenu pour des raisons économiques, est obligatoire. Il est en effet important que l'essentiel du débit du cours d'eau transite dans le nouveau lit créé et non dans des résidus de canalisations.

### Mesures connexes facultatives

Sans objet.

### Techniques alternatives

Sans objet.

## Exemples

### Restauration de la Bièvre à Fresnes

- *Problématique*

La Bièvre prend sa source à Guyancourt dans les Yvelines. Elle est le seul affluent de la Seine à Paris intra-muros (confluence naturelle au droit de la Gare d'Austerlitz). Très tôt utilisée pour diverses activités sur son cours aval (moulins, tanneries, blanchisseries, etc.), elle a été progressivement intégrée au réseau d'égouts de la capitale puis couverte par des dalles de béton pour des raison de salubrité, (depuis 1950 environ, entre Antony et Paris).

La Communauté d'Agglomération de Val de Bièvre, dotée de la compétence « requalification de la rivière Bièvre et valorisation de son image




**Figure 56 :** Localisation du secteur restauré (source : Géoportail, IGN).

dans la perspective de sa réouverture », s'est engagée depuis 2000 à restaurer progressivement la Bièvre sur son cours aval.

### ● *Objectifs des travaux de restauration envisagés*

Dans le cadre de cette politique de réhabilitation de la Bièvre, la Communauté d'Agglomération a souhaité commencer sa remise à ciel ouvert, par un chantier pilote sur un linéaire de 200 mètres au lieu-dit « le terrain des Prés » à Fresnes.

Le projet d'aménagement, conçu par l'Atelier CEPAGE, s'est organisé autour de la réouverture de la Bièvre et de la création de milieux et de paysages diversifiés. La qualité de l'eau de la Bièvre s'étant suffisamment améliorée au niveau de Fresnes, le projet de réouverture a pu voir le jour dès 2003.

Ce chantier répond donc à plusieurs objectifs :

- assurer la continuité de la coulée verte reliant Fresnes à Gentilly ;
- rendre la Bièvre à ses riverains ;
- améliorer la diversité des milieux naturels.

Niveau d'ambition : R2

### ● *Description des aménagements réalisés*

La Bièvre a été réinstallée dans son ancien lit et **mise en valeur** dans un environnement naturel, le terrain des Prés, reliquat de « nature » ayant échappé à l'urbanisation.

Les travaux, menés sur **200 ml** en 2002-2003, ont consisté en :

- la suppression des dalles de béton ;
- la recréation d'un ancien méandre ;
- le modelage du profil des berges de façon à diversifier au maximum les conditions du milieu ;
- la plantation de plantes aquatiques et semi aquatiques.

Le coût total des travaux de restauration (2002-2003) a été d'environ 520 000 € HT pour 200 mètres linéaires, soit **2 600 € HT/ml**.

### ● *Evolution et appréciation générale*

Les bienfaits écologiques de la réouverture sont, 4 ans après les travaux, tout à fait évidents. Une large gamme de biocénoses aquatique, rivulaire et terrestre s'est réinstallée : poissons, canards, martins-pêcheurs, batraciens, insectes divers (libellules et papillons). Une végétation naturelle associée aux milieux fluviatiles s'est elle aussi appropriée les rives.

La réouverture n'aura cependant probablement que peu d'effets à l'échelle de la rivière dans son ensemble tant qu'une continuité plus importante ne sera pas atteinte. Ce projet très intéressant,




**Figure 57 :** Vues du secteur restauré. **a)** Amont du secteur restauré. **b)** Esquisse du projet. **c)** Travaux de réouverture (2003) (noter la présence d'une partie du collecteur à droite) (source b) et c) : atelier Cepage). **d)** Secteur restauré (2007) (source a) et d) : Malavoi).

particulièrement par son potentiel de se prolonger largement vers l'aval, doit surtout être apprécié et **fortement valorisé** au titre de « chantier pilote » pour montrer que même un **cas extrême d'aménagement lourd** peut être restauré avec une volonté politique suffisante.

Rappelons que ce chantier a reçu le grand prix de l'environnement 2003, ainsi que le trophée des écomaires et a été présenté comme expérience pilote en 2003 à Kyoto lors du Forum mondial de l'eau.

### CONTACT


➔ **Nathalie Cadiou**
***Organisme :***
Atelier Cepage. 18, rue Jean-Marie Poulmarch – BP 217 – 94203 Ivry-sur-Seine Cedex
E-mail : cepage@club-internet.fr


## Restauration de la Bretonnière à St-Germain-les-Arpajon

### *Problématique*

La Bretonnière prend sa source sur le plateau de Brétigny. Elle serpente sur plusieurs kilomètres avant de se jeter en rive droite de l'Orge à Saint-Germain-lès-Arpajon. Ce ruisseau de 4.4 Km est géré par le SIVOA (Syndicat Mixte de la Vallée de l'Orge Aval : 32 communes dont deux communautés d'agglomération. **Missions :** entretien de la rivière et de ses berges, gestion hydraulique, assainissement, surveillance de la qualité de l'eau, etc.).

**Cette rivière est couverte sur sa partie aval (buses en béton) jusqu'à sa confluence.**

### *Objectifs des travaux de restauration réalisés*

Dans le cadre de sa politique de réhabilitation des berges de l'Orge et de reconquête des zones humides en bord de rivière depuis 1995, le Syndicat de l'Orge aval (SIVOA) a souhaité réouvrir la Bretonnière sur 70 m au droit de sa confluence avec l'Orge.

Ce chantier répond à plusieurs objectifs :

- assurer une continuité paysagère et écologique entre l'Orge et l'affluent ;
- améliorer la biodiversité des milieux naturels en recréant intégralement un écosystème ;
- offrir aux habitants un espace vert de qualité.

Niveau d'ambition : R2

### *Description des aménagements réalisés*

Les travaux, menés sur **70 ml au printemps 2007**, ont consisté en :

- la création d'un nouveau tracé méandriforme dans un espace boisé à l'écart du parcours souterrain ;
- la protection en génie végétal des nouvelles concavités contre l'érosion latérale de la rivière (enrochements dans les parties les plus fragiles liées à la proximité de bâtis).

Le coût total des travaux de restauration (2007) a été d'environ 60 000 € HT pour 70 mètres linéaires de cours d'eau (140 m de berges), soit **~ 860 € HT/ml de cours d'eau**. Il est à noter que ce coût est majoré par l'intégration de ce chantier à un programme de formation du personnel en régie. Le nombre d'heures travaillées et comptabilisées est ainsi supérieur aux besoins réels du chantier.




**Figure 58 :** Localisation du secteur restauré (source : Géoportail, IGN).




**Figure 59 :** Vue d'une partie du secteur restauré. **a)** et **b)** Schémas d'avant-projet (SIVOA). **c)** Berges du nouveau chenal excavé en cours de modelage (2007).

### ● *Evolution et appréciation générale*

Les bienfaits écologiques de cette réouverture semblent évidents, même quelques jours seulement après la remise à ciel ouvert du cours d'eau. Ils n'auront cependant probablement que peu d'effets à l'échelle de la rivière dans son ensemble. Ce projet doit donc à notre avis être propagé vers l'amont pour retrouver une continuité totale sur la Bretonnière. Il doit surtout être apprécié et fortement valorisé au titre de « chantier pilote » car ce type de projet est encore extrêmement rare en France.

En revanche, pour l'Orge dans laquelle se jette l'affluent « réouvert », la nouvelle zone de confluence constitue un vaste milieu annexe dont les gains biologiques sont manifestes.

### *CONTACT*

➔ **Hélène Anquetil**
***Organisme :***
Syndicat de l'Orge aval
163, route de Fleury
91172 Viry-Châtillon Cedex
E-mail : sivoa@sivoa.fr

# Modification de la géométrie du lit mineur/moyen (augmentation limitée de l'emprise)

| TYPES DE DYSFONCTIONNEMENTS CONCERNES |
|---|
| Homogénéisation des faciès, profondeur insuffisante en étiage, etc. |
| **NIVEAU D'AMBITION** |
| R2 |
| **SCORE GEODYNAMIQUE** |
| Tous |



## Généralités

### Contexte d'application

Des milliers de kilomètres de cours d'eau ont été chenalisés, les berges souvent protégées contre l'érosion, l'espace alluvial rétréci.

Dans un tel contexte, il est possible de se limiter à diversifier les écoulements avec des aménagements strictement piscicoles (fiche 1) en conservant le gabarit chenalisé (niveau d'ambition R1). Il est concevable aussi de donner plus d'espace au cours d'eau en supprimant les contraintes latérales (fiche 9) ou les digues (fiche 13), voire en créant un nouveau cours d'eau (fiche 15). Ce type de restauration de niveau R2 et R3 nécessite une emprise foncière élargie souvent difficile à obtenir.

Un « compromis » est parfois envisageable car il arrive que des maîtres d'ouvrages ou des riverains soient disposés à « céder » quelques parcelles pour une opération de restauration de cours d'eau, mais que cet espace reste limité à une emprise modeste (2-3 fois la largeur par exemple). On peut alors préconiser la *modification de la géométrie du lit mineur/moyen avec une augmentation limitée de l'emprise* du lit mineur.

**NOTA**

Ce type de restauration de cours d'eau est très courant en Suisse, où le foncier est cher et où les mesures de restauration sont généralement liées à des compensations écologiques de grands projets (routiers, ferroviaires, etc.). Ces surfaces de compensation sont alors clairement définies dans le cadre de ces projets.

### Principes généraux

Si l'emprise donnée au cours d'eau demeure limitée, il faut à la fois créer des aménagements relativement « aboutis » dès leur mise en place (concept de restauration active) et favoriser un maximum de diversité sur une surface « réduite ». On met alors en œuvre une juxtaposition de toute une série de techniques de restauration (alternance de zones profondes et de radiers, création de risbermes (végétalisées ou non), apport de graviers avec la création d'îlots et de mini-bancs alternés, plantation de végétaux adaptés, création d'un lit d'étiage méandriforme, etc.).

## Préconisations

### Etude préalable et éléments nécessaires à l'avant-projet

⇨ Idem fiche 15 « Reméandrage ou recréation de cours d'eau »

### Caractéristiques géomorphologiques à rechercher

⇨ Idem fiche 15 « Reméandrage ou recréation de cours d'eau »

### Contraintes de mise en œuvre et précautions à prendre

La modification de la géométrie du lit mineur/moyen dans un espace limité constitue une opération technique délicate à mettre en œuvre, puisqu'elle est toujours le résultat d'un compromis a priori antinomique, entre la volonté de produire un milieu alluvial élargi tout en étant néanmoins contraint. Une telle mesure nécessite des capacités évidentes « d'anticipation » de la part du concepteur concernant la dynamique future du cours d'eau (à la fois physique et végétale).

En effet, par comparaison, lorsque l'espace alluvial potentiel n'est pas limité en largeur, il est tout à fait possible de supprimer des contraintes latérales (par exemple fiche 9) et d'en étudier les effets plus ou moins intensifs dans le temps au rythme des crues. Dans le cas présent, il s'agit de favoriser une certaine dynamique tout en la « contraignant ».

On peut ainsi énoncer quelques principes techniques :

- seules les berges ou les arrières-berges soumises à des enjeux devront être protégées face à l'érosion (en privilégiant les techniques du génie végétal) ;



**Figure 60 :** Sur un tronçon de cours d'eau restauré, exemple d'alternance de radiers, de mouilles, de risbermes, de berges à pente douce et à profil plus abrupt, de bancs de graviers, d'îlots centraux, etc., avec une emprise limitée ici à 12 mètres pour un cours d'eau anciennement chenalisé sur une largeur de 5-6 mètres.

- s'il y a volonté de végétaliser dès le départ des risbermes ou des îlots centraux, ces surfaces devront également être protégées provisoirement par des géotextiles biodégradables par exemple ;
- si des petits seuils ou des rampes sont mis en place (fiche 6), la forme qui leur sera donnée sera volontairement cintrée, de façon à ce que ces éléments de diversification du lit ou des faciès ne soient pas eux-mêmes la source de dégradations des berges créées ;

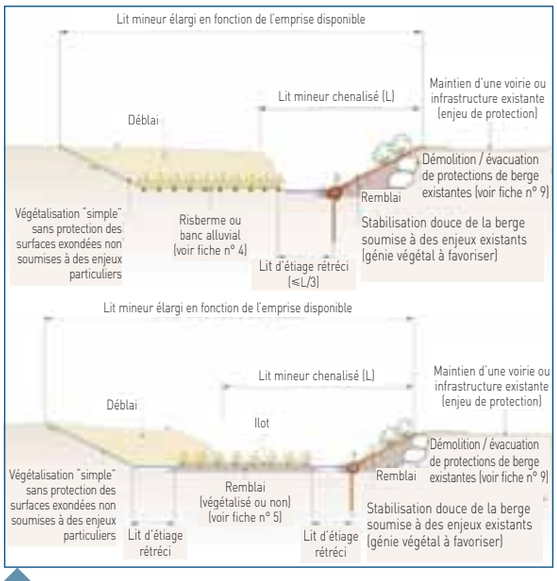



**Figure 61 :** En haut, exemple d'un profil type de restauration d'un cours d'eau anciennement chenalisé élargi avec la suppression d'anciennes protections de berges et la réalisation de risbermes et d'un lit d'étiage rétréci. En bas, idem avec la création d'un îlot central (figure Biotec).

- n'ayant pas « l'espace » suffisant à disposition pour créer un véritable méandrage du cours d'eau, le « méandrement » du lit d'étiage pourra être produit par un jeu d'alternances des pentes de berges gauche/droite (figure 122 en haut).

## Mesures connexes obligatoires

– Protection des berges soumises à enjeu.

– Simulation hydraulique nécessaire des écoulements « post-aménagement » en milieu construit ou si les riverains tolèrent « mal » le risque inondation.

## Mesures connexes facultatives

Sans objet.

## Techniques alternatives

Sans objet.

# Exemples

## Restauration du bras de la Mouche sur la Risle à St-Philbert sur Risle au droit de l'usine Nestlé Purina

### *Problématique*

Le bras de la Mouche à St-Philbert sur Risle (27) comprend environ 35 % du débit de la Risle, affluent de la Seine.

Dans le cadre de son programme de restauration de la libre circulation des poissons migrateurs dans la Risle et d'amélioration des écoulements,

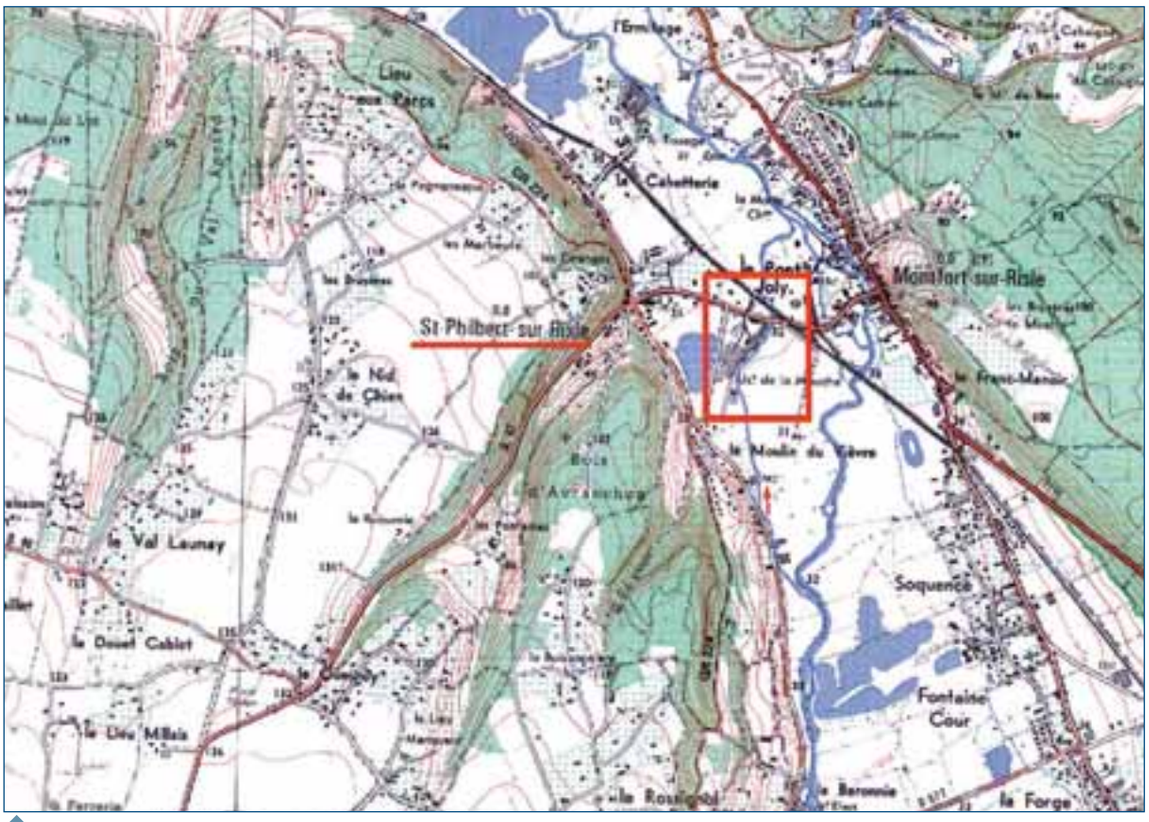



**Figure 62 :** Localisation du secteur d'étude (source : Géoportail, IGN).

le syndicat de la Basse Vallée de la Risle a désiré supprimer l'ouvrage de l'usine Nestlé Purina et réaménager le cours d'eau en conséquence en amont du seuil à déraser, ceci néanmoins sur une emprise limitée.

### ● *Objectifs des travaux de restauration envisagés*

Description des objectifs :

Rétablir la libre circulation piscicole en supprimant un obstacle transversal au cours d'eau puis réaménager le bief à l'amont du seuil dérasé pour retrouver des substrats diversifiés et favorables au frai des salmonidés, ceci sur un linéaire environ égal à 250 mètres.

Niveau d'ambition : R2

### ● *Description des aménagements*

Ces travaux, menés durant le printemps 2005, ont consisté en :

- le dérasement du seuil en béton existant (suppression d'une hauteur de chute de 1.4 mètre) ;
- le déplacement du lit mineur de quelques mètres sur la droite pour l'éloigner du mur de clôture de l'usine Nestlé-Purina présente sur sa rive gauche ;
- le terrassement du lit légèrement méandriforme et de façon à diversifier les faciès (sans apport de matériaux extérieurs) ;
- végétalisation simple des berges par la mise en place de géotextiles, l'ensemencement et la plantation de quelques ligneux ripicoles ;
- la mise en place d'une clôture de protection en rive droite face à d'éventuels dégâts du bétail présent sur la parcelle limitrophe ainsi que l'installation d'un abreuvoir en partie aval.

Le coût des travaux a été de 90 000 € HT pour ~ 250 mètres linéaires de cours d'eau réaménagé soit ~ 360 € HT/ml.

### ● *Evolution et appréciation générale*

La suppression du seuil a permis la reconstitution des écoulements naturels et des faciès qui leurs sont associés en lieu et place du bief. La végétation installée et spontanée ripicole s'est très bien développée avec un cordon d'hélophytes élargi sur les deux berges et encore plus densément sur la berge droite (figure 63).

**CONTACT**

→ **Christian Cozilis**
***Organisme :***
CE3E, 27180 Arnières-sur-Iton
E-mail : CE3E@ce3e.fr




**Figure 63 :** Vues du site en date du 26.02.07. **a)** Vue d'ensemble du lit restauré. **b**) Cordons d'hélophytes bien représentés en berges droite et gauche. **c)** Protection de berge localisée en début de tronçon restauré. **d)** Abreuvoir à bétail et clôture provisoire de protection des aménagements.

## Restauration de la rivière le Bolbec à Bolbec

### *Problématique*

Le Bolbec est un affluent du Commerce, lui-même affluent de l'estuaire de la Seine dans le département de Seine-Maritime (76).

Dans le cadre du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) de la Vallée du Commerce, une étude *« diagnostic lit et berges des cours d'eau de la Vallée du Commerce »*, a permis d'analyser l'état actuel d'un tronçon du Bolbec, objet de la présente description, de révé-

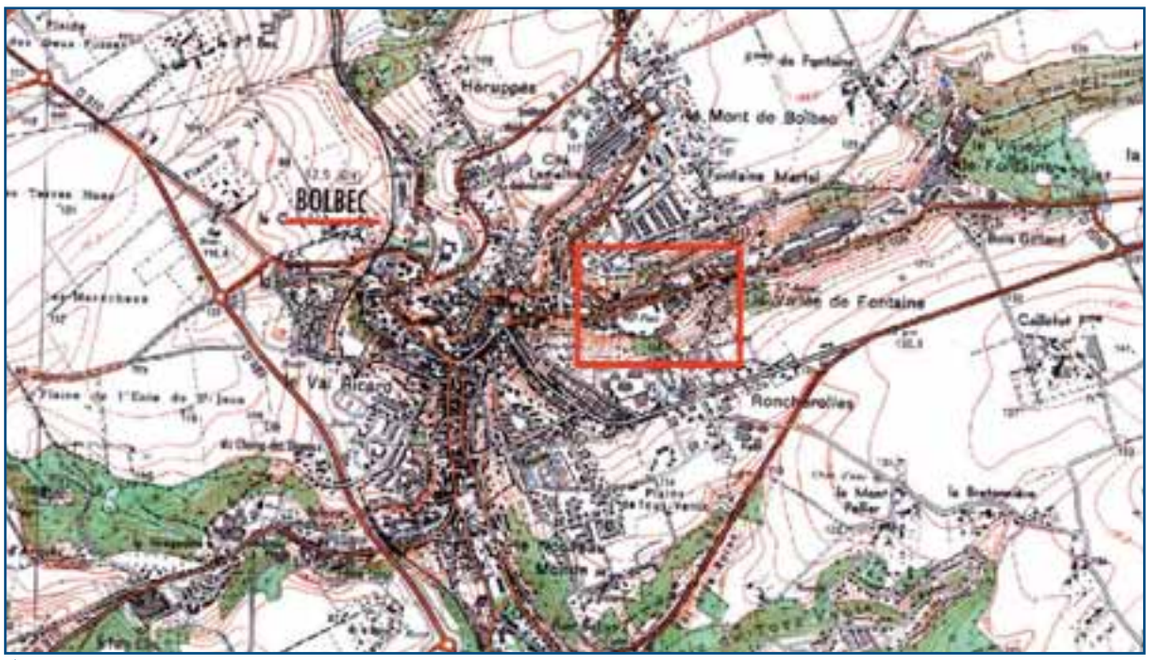



**Figure 64 :** Localisation du secteur d'étude (source : Géoportail, IGN).

ler ses dysfonctionnements majeurs et de proposer des principes d'interventions.

C'est pourquoi, le Syndicat des Rivières de la Vallée (Syrival), maître d'ouvrage, dans le cadre de ses missions de valorisation hydraulique, écologique et paysagère du lit et des berges des cours d'eau, a souhaité la restauration de ce tronçon.

Le lit du Bolbec a en effet été recalibré, rectifié et même couvert en plusieurs endroits de Bolbec, au travers de l'histoire de l'industrie textile. Dans le cadre de la réhabilitation d'anciens sites industriels, une résidence pour personnes âgées et une piscine cantonale ont été construites en bordure droite du tronçon de cours d'eau concerné par cette présentation, ce qui définit clairement l'espace foncier réservé à la restauration du cours d'eau. La rive gauche est occupée d'un coteau forestier qui fait place ensuite à un collège dont les étudiants transitent par le Bolbec (passerelles) pour se rendre au centre ville.

Sur le tronçon concerné, le cours d'eau n'était pas « couvert » mais totalement « chenalisé » avec des murs en briques en guise de berges. Le lit était à fond plat, homogène et uniforme, composé de briques tombées des murs et d'une forte proportion de sables ainsi que de dépôts fins brunâtres issus de mauvais raccordements des collecteurs d'eaux usées.

### ● *Objectifs des travaux de restauration envisagés*

*Description des objectifs :*

- **Développer l'image attractive de la rivière,** avec un lieu de promenade et un cadre naturel en ville et un lieu que l'on peut sentir et « toucher ».
- **Redécouvrir la rivière,** en profitant de l'abandon de celle-ci par les activités industrielles. Volonté que cet aménagement donne aux habitants de Bolbec :
  - l'envie de s'approprier la rivière ;
  - l'envie de respecter la rivière ;
  - la possibilité de découvrir l'importance patrimoniale d'un tel écosystème ;
  - l'explication des mutations de la rivière aux cours des siècles et l'intérêt d'un aménagement végétal.
- **Offrir l'espace aux piétons, handicapés et cyclistes,** en assurant la création d'un cheminement, au travers et le long du site.
- **Rendre un caractère naturel aux berges** et **améliorer la qualité biologique du milieu**, de façon à ce que la capacité d'autoépuration de la rivière (avant travaux de restauration totalement absente) soit améliorée.

Niveau d'ambition : R2

### ● *Description des aménagements réalisés*

Les travaux, menés durant le printemps/été 2006, ont consisté en :

- la décorrection des murs bordiers au cours d'eau ;
- le terrassement des berges en pente plus douce (variable entre ~ 2H/1V et 4H/1V), avec l'élargissement de l'emprise du cours d'eau ;
- mise en place de deux petites rampes en enrochements de stabilisation du profil en long ;
- mise en place de techniques végétales de stabilisation des berges avec des lits de plants et plançons, des tressages de saules, des fascines d'hélophytes, des plantations d'arbustes, la pose de géotextiles biodégradables, l'ensemencement des berges, etc.

Le marché de travaux prévoit un entretien/garantie des végétaux sur trois ans.

Le coût total des travaux de restauration (sans les cheminements et passerelle) a été de 250 000 € HT pour ~ 140 mètres linéaires de cours d'eau réaménagé, soit ~ 1 800 € HT/ml.



**Figure 65 :** Etat du Bolbec avant sa restauration.

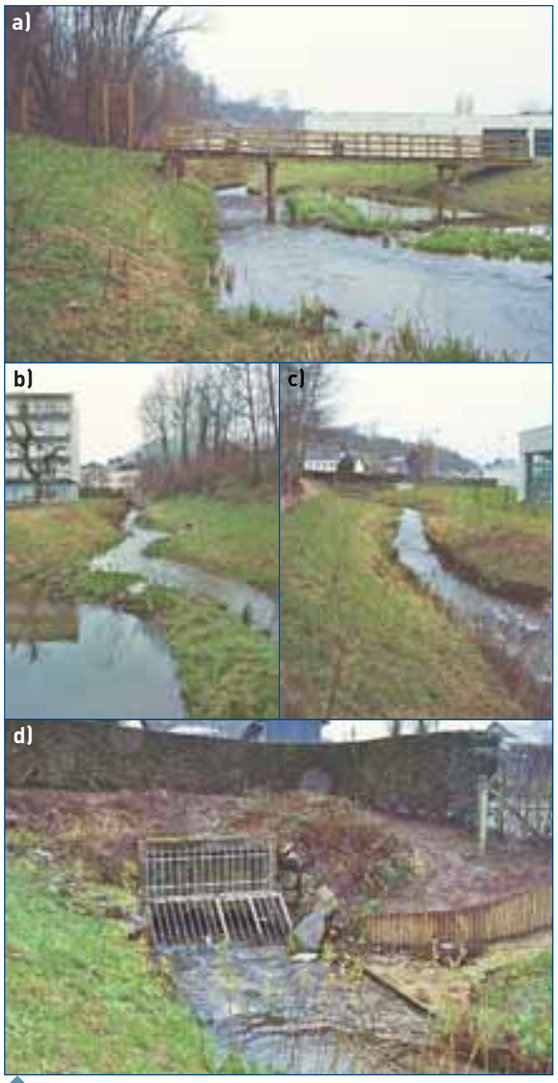



**Figure 66 :** Vues du site en date du 26.02.07. **a)** Tronçon médian avec un élargissement du lit mineur et la création d'un bras mort. **b)** Lit « méandriforme » réalisé à l'amont de la passerelle. **c)** Lit restauré à l'aval de la passerelle. **d)** Détail de la grille à l'aval du tronçon restauré, où le Bolbec « replonge » dans sa canalisation.

### ● *Evolution et appréciation générale*

Le cours d'eau transporte une grande quantité de sédiments fins, de sorte que très rapidement des dépôts naturels se sont formés en intrados de courbure, ce qui concourt à la dynamique naturelle de « recolonisation » végétale.

Ce site restauré présente une bonne qualité d'ensemble avec des aménagements très construits et finalisés dès leur mise en place en raison du contexte urbain qui ne laisse pas de place à une évolution géodynamique latérale du cours d'eau.

### CONTACT

➔ **Rachel Le Neveu**
***Organisme :***
SYRIVAL, 32 rue de la République,
76170 Lillebonne
E-mail : r.leneveu@smi-port-jerome.fr

# Diversification de berges sur les grands cours d'eau navigués

| TYPES DE DYSFONCTIONNEMENTS CONCERNES |
|---|
| Modification de la nature des berges |
| **NIVEAU D'AMBITION** |
| R1-R2 |
| **SCORE GEODYNAMIQUE** |
| Scores faibles |





## Généralités

### Contexte d'application

La plupart des grands cours d'eau du bassin Seine-Normandie ont été aménagés pour la navigation. Ces différents aménagements ont très fréquemment conduit à la « minéralisation » des berges face aux effets érosifs du batillage provoqué par le passage des bateaux. Sur certains tronçons de cours d'eau comme sur la Seine à l'aval de Poses (estuaire), aux contraintes de batillage s'ajoutent les effets de marnage dus aux marées.

Compte tenu de l'usage navigation qui demeure prioritaire, les propositions de restauration des grands cours d'eau navigués se limiteront essentiellement à des travaux de diversification des berges, en faisant appel autant que possible aux techniques du génie végétal.

## Principes généraux

Si l'on désire revaloriser d'un point de vue écologique les berges de grands cours d'eau navigués, il faut définir des pentes de berges les plus douces possibles, selon des profils de berge ⩽ 3H/1V s'il y a uniquement des contraintes de batillage et ⩽ 5H/1V en estuaire. Si l'emprise foncière est insuffisante, on misera sur la souplesse des aménagements réalisés, afin de limiter l'effet de « résistance » face à la dissipation des forces hydrauliques.

Ce sont ces principes qui sont recherchés dans les aménagements : créer un bourrelet végétal souple qui puisse amortir l'onde de choc, en plus de l'effet de la pente douce précité.

## Préconisations

### Etude préalable et éléments nécessaires à l'avant-projet

Les éléments suivants sont nécessaires à la définition et au dimensionnement des principes de restauration :

- **analyse des contraintes hydromécaniques en présence :**
  - batillage : type de navigation, fréquence du trafic, répartition saisonnière, etc. ;
  - marées : amplitude de marnage en fonction des coefficients de marée, localisation du front salé, etc. ;
  - autres usages : présence d'activités sportives sur le cours d'eau à restaurer, type d'urbanisation ou d'aménagement anthropique en bordure du cours d'eau, etc. ;
- **analyse et repérage de la végétation existante** en amont, en aval ou au droit du site à restaurer. Cette analyse dessert deux objectifs, à savoir d'une part le repérage de xénophytes dont il faudra se méfier et d'autre part la mise en exergue de modèles naturels *(selon le principe général qui veut que si de la végétation indigène réussit à se développer spontanément sous certaines contraintes hydromécaniques particulières, il n'y a pas de raison que l'on ne puisse pas l'implanter artificiellement sous couvert de procédés techniques spécifiques : emploi de géotextiles particuliers, mise en place de substrats adaptés, etc.)* ;
- **analyse des protections de berges existantes :** type de protection de berge et état de dégradation, réflexion sur l'évolution du lieu si rien n'est entrepris, etc.

### Caractéristiques techniques à rechercher

La présence de trafic de navigation sur les grands cours d'eau nécessite très fréquemment la réalisation de profils « mixtes » de stabilisation des berges, avec une base sous-fluviale et de pied de berge en enrochement et un haut de berge végétalisé. C'est à la fois l'analyse de l'emprise disponible mise en relation avec l'intensité des contraintes hydromécaniques en présence qui permettra d'adapter la cote supérieure des enrochements de cas en cas.

Il est ainsi possible d'imaginer un profil semi-végétalisé dont les caractéristiques générales

seraient globalement les suivantes *(figure 129 ci-après)* :

- **maintien d'une plage sous-fluviale ou mise en place d'un socle en enrochement libre (granulométrie différenciée 40-80 cm), sur géotextile non tissé synthétique ou filtre en déchets de carrière, en protection sous-fluviale.** En berge d'estuaire, un tel ouvrage peut également être couplé à un gabion d'ancrage et matelas-gabion, destinés à absorber une partie des contraintes présentes en pied de berge. Cet ouvrage permet de reprendre en butée les remblais, limite l'aspiration des particules fines vers le chenal et offre un effet brise-vagues tant en situation émergée qu'en situation immergée (effet hydromécanique similaire à celui que procure un récif corallien) ;
- **terrassement de la berge en pente douce (dans tous les cas ⩽ 3H/1V et si possible selon un profil encore plus réduit) avec apport de matériaux gravelo-terreux en couverture,** épaisseur environ 30 cm au maximum, pour assurer une bonne cohésion de l'ensemble ;
- **mise en place d'un géotextile tissé biodégradable en coco (en estuaire éventuellement « treillage métallique ») sur l'ensemble de la berge.** Du sommet de l'enrochement au sommet de berge, un tel géotextile tissé peut être avantageusement doublé en sous-couverture d'un feutre aiguilleté en fibres de coco renforcé par un filet de jute (en estuaire éventuellement renforcé par un coulage de latex naturel). Ces géotextiles sont fixés au substrat de berge au moyen d'agrafes métalliques. Ils ont en outre pour fonctions principales :
  - d'éviter tout risque d'érosion superficielle avant la parfaite reprise des végétaux implantés (lessivage dû au batillage, ruissellement dû à la pluie et aux crues, flux et reflux de la marée, etc.) ;
  - de favoriser le démarrage du développement végétal par le micro-effet de serre et la rétention en eau qu'ils engendrent ;
  - de favoriser le développement végétal à plus long terme de par leur décomposition lente (hors très fortes sollicitations environ 2-3 ans), qui constitue un engrais retardant ;
- **plantation de mottes d'essences végétales hélophytes (semi-humides) juste au-dessus du sommet des enrochements, à raison de 4-5 pces/m².** Ce type de végétaux (non ligneux) offre une grande souplesse des tiges aériennes, de même qu'un réseau racinaire particulièrement dense, traçant et profond, capable de stabiliser efficacement le bas de berge. Même en hiver, ces essences conservent leurs chaumes, ce qui permet a priori une protection efficace durant toute l'année ;
- **mise en place de boutures de saules à mi-berge, à raison de 3-5 pces/m².** Les essences proposées feront volontairement partie de la palette de la saulaie buissonnante pour favoriser, même à plus long terme, une stabilisation efficace de la berge de par la grande souplesse des tiges aériennes ;
- **en haut de berge et jusqu'au sommet, plantation d'arbustes en racines nues,** sous forme de massifs (densité de massifs variable, densité de plantation 1.5 pces/m2 à l'intérieur des massifs), avec des essences plus diversifiées, de manière à créer des mosaïques et strates variées, tout en offrant un complément de stabilisation à la berge ;
- **ensemencement de l'ensemble des surfaces travaillées avec des mélanges graniers spécifiques.** Ces ensemencements permettent de couvrir rapidement l'ensemble de la surface du sol avant la reprise des autres végétaux implantés (hélophytes, boutures et plantations). De plus, ils permettent de limiter le développement d'espèces indésirables sur les surfaces travaillées, telles qu'orties, ronces, xénophytes, etc.

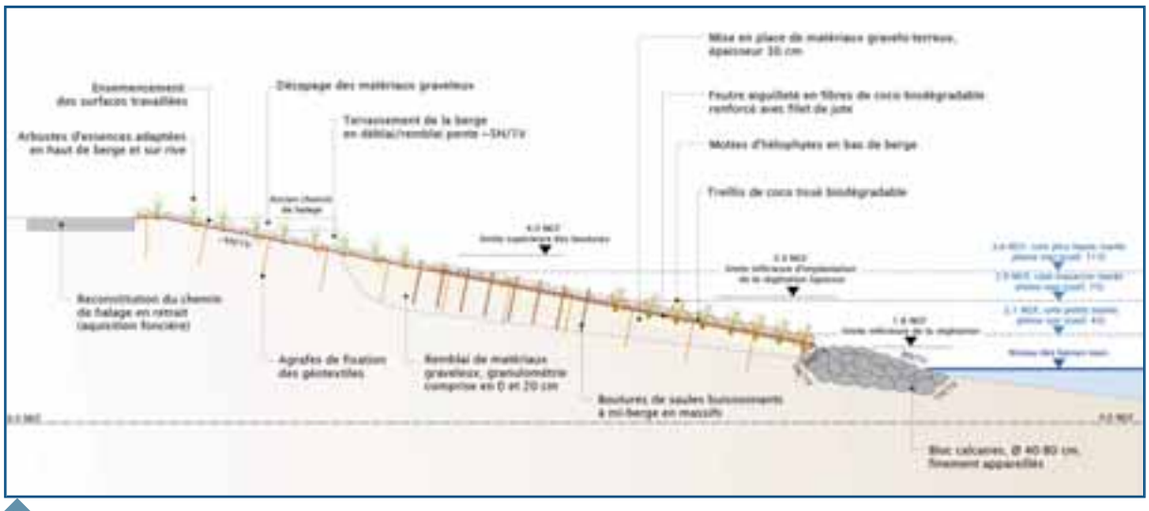



**Figure 67 :** Exemple de profil semi-végétalisé qui illustre cette séquence mixte : – *protection minérale – hélophytes – saulaie (ligneux à bois tendre) – ligneux à bois dur* –, réalisé en berge d'estuaire de Seine, avec de très fortes contraintes de batillage et de marée.

## Contraintes de mise en œuvre et précautions à prendre

- En berge d'estuaire, nécessité d'adapter le chantier aux horaires de marées, les travaux ne pouvant se dérouler que 5-6 heures par jour en partie basse.
- Réaliser si possible les travaux en période de « chômage » ou « d'écourue » de la voie navigable, qui intervient généralement en automne.
- Limiter la vitesse des bateaux au droit du site travaillé lors des travaux et durant les premiers mois qui entourent le développement des végétaux.

## Mesures connexes facultatives

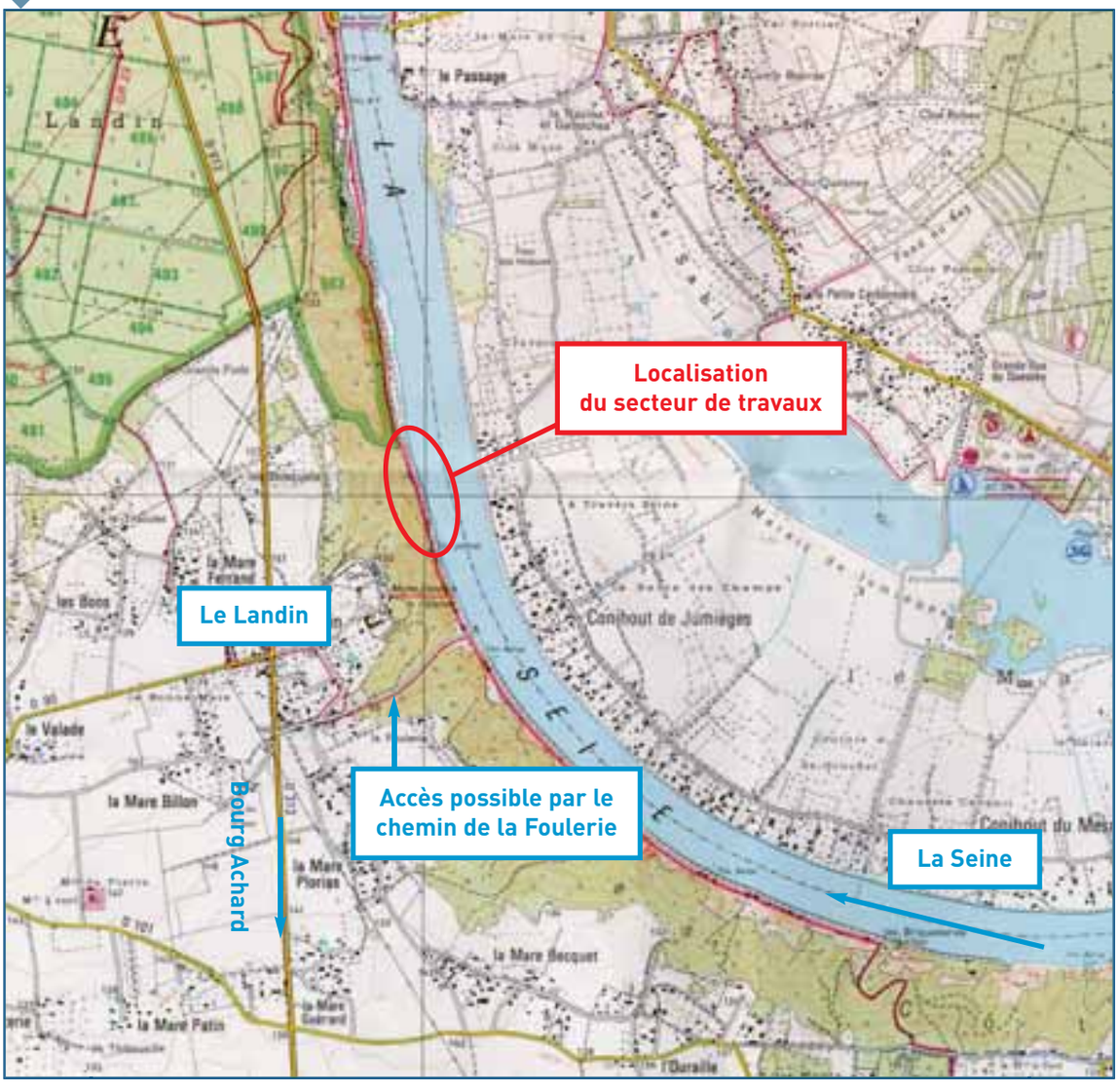
Sans objet.

## Techniques alternatives

- Suppression totale des contraintes latérales si emprise élargie (fiche 9).
- Eventuellement aménagements strictement piscicoles sous la forme d'agencements de blocs (fiche 1).
- Eventuellement mise en place de bancs de graviers (fiche 4).

## Exemple : aménagement « mixte » de la berge gauche de Seine sur la commune du Landin (estuaire)

**Figure 68 :** Localisation du secteur de travaux (source : extrait de carte IGN).



### ● *Problématique*

La Seine, second fleuve de France de par sa longueur (776 km), draine un bassin versant d'environ 78 000 km$^2$, avec notamment la majeure partie du bassin parisien. L'estuaire de la Seine entre Rouen et Tancarville fait l'objet d'une intense activité de navigation, et dans ce but a été fortement aménagé, principalement dès le XIX$^e$ siècle.

Pour permettre la navigation des bateaux dits de « grand gabarit » jusqu'au Port de Rouen, le dernier programme d'approfondissement a permis d'atteindre les objectifs suivants : 10.30 m de tirant d'eau à la descente et 10.70 m de tirant d'eau à la montée et ceci pour 97 % des marées.

Dans ce cadre des travaux d'aménagements, les berges naturelles ont progressivement disparu au profit de berges artificialisées. Les liaisons hydrauliques avec les milieux connexes et les fonctionnalités écologiques diverses ont fortement régressé. La végétation ripicole, initialement développée sur une largeur de plusieurs dizaines de mètres, a fait place à des ouvrages de protection de berge durs, tels que parpaings béton, perrés, gabions ; ouvrages fréquemment positionnés au-dessus de palplanches, et ceci sur plusieurs dizaines de kilomètres *(figure 131)*.



**Figure 69 :** Exemple de protections de berges de Seine avec palplanches et perrés puis détail de détérioration des perrés.

Sous l'impulsion du Conseil Général de l'Eure, puis de la DIREN de Haute-Normandie, un projet expérimental de protection des berges de Seine avec des techniques « douces » a été initié sur la commune du Landin, dans le but de développer une alternative aux aménagements susmentionnés.

### ● *Objectifs des travaux de restauration envisagés*

**Description des objectifs :** Les objectifs de la présente opération expérimentale consistent en la proposition de solutions d'aménagement des berges pérennes, mieux intégrées dans le paysage, visant à développer de nouvelles fonctionnalités et à recréer des supports pour la vie biologique.

**Niveau d'ambition :** R2

### ● *Description des aménagements*

Le projet étant « expérimental », il a été réalisé en trois phases accompagnées de suivis techniques :

- **automne 2001 :** adoucissement de la berge selon un profil à 5H/1V et développement d'un aménagement mixte (enrochement/végétalisation) avec la cote inférieure de la végétalisation à 1.8 NGF et la mise en place de géotextiles 100 % biodégradables en berge ;



**Figure 70 :** (18.08.00) Etat initial de l'érosion avant les travaux de réfection de la berge, juste à l'aval de perrés existants maintenus et d'anciens gabions détruits par les contraintes du site.



**Figure 71 :** (12.09.01) Les restes des anciens gabions sont démolis, l'ensemble de la berge est terrassé en pente douce, les blocs de la protection sous-fluviale et de pied de berge sont acheminés sur le site. Les terrassements se déroulent de l'amont à l'aval.



**Figure 72 :** (07.11.01) Jour de la réception des travaux. Vue d'ensemble de la berge réaménagée avec en premier plan la transition amont (berge raide/berge en pente douce), les plantations d'arbustes en haut de berge et le début de reprise des ensemencements à travers les géotextiles.



**Figure 73 :** (27.03.02) Evolution de la berge aménagée 4 mois après les travaux, avec à gauche de nombreux déchets et pas que « végétaux » qui sont apportés par la marée. A droite : par endroits, les végétaux ont déjà totalement disparu avec les géotextiles qui sont déchirés.

- **une plage d'essai réduite au printemps 2003 :** vu les dégradations encourues de la 1ère réalisation expérimentale, il a été décidé de la mise en place d'une nouvelle plage d'essai sur un linéaire plus réduit (25 mètres) en « remontant » la cote inférieure de végétalisation à 2.3 NGF et non plus 1.8. Cette nouvelle réalisation a également introduit la mise en place d'un gabion et matelas gabion d'ancrage en pied de berge avec également des « treillages » métalliques pour le maintien des hélophytes et des géotextiles biodégradables ;



**Figure 74 :** (13.03.03) Vues d'ensemble de la plage d'essai en fin de travaux à gauche, avec des ancrages de ceinture en enrochement, les matelas-gabions susmentionnés et le haut de berge végétalisé et deux ans après les travaux à droite (27.06.05). Les saules ont connu un développement de 3 à 4 mètres en deux ans. La Seine a apporté quelques dépôts de vase sur les matelas-gabions ainsi que diverses graines de végétaux herbacés, ce qui fait que deux ans à suivre des travaux, bien que non végétalisés lors du chantier, les matelas-gabions sont colonisés par un développement spontané et indigène d'hélophytes. Aucune érosion n'est constatée mais un léger tassement de la partie basse en matelas-gabions. Ces derniers ont précisément été prévus pour « absorber » de façon souple d'éventuels tassements ou enfoncements des enrochements sous-fluviaux maintenus.

- **la généralisation du nouveau profil sur 250 mètres à l'automne 2005 :** suite au bon comportement de la plage d'essai menée en 2003 sur 25 mètres, il a été décidé de procéder aux travaux selon le même profil type mais sur les 250 mètres linéaires de l'opération.



**Figure 75 :** (27.10.05) Les hélophytes sont « prédisposés » sur la berge et plantés entre les mailles du treillage métallique avec une légère découpe préalable des géotextiles biodégradables. Le treillage métallique en couverture est ensuite agrafé avec des « doubles agrafes » métalliques.

### *Evolution et appréciation générale*

Cette réalisation expérimentale a permis de montrer qu'il était possible de réaliser une protection semi-végétale en présence de contraintes hydromécaniques très fortes de batillage (navigation de grand gabarit) et de marées, et ceci pour le tiers du prix (~ 1 200 € HT/mètre linéaire) d'une protection « classique » composée d'un rideau de palplanches surmonté de parpaings béton ou de perrés.

Cependant, ce choix technique nécessite inévitablement une emprise foncière supplémentaire et fait encore pour l'instant malheureusement appel à des artifices techniques non vivants (enrochements de pied, matelas-gabions et treillages métalliques), limitant la pleine expression des fonctions biologiques qu'assurerait une berge 100 % végétale et naturelle.



**Figure 76 :** Vue d'ensemble et de détail du site de travaux un an après sa réalisation.


**CONTACT**

➔ **Philippe Adam**
***Organisme :***
Biotec Biologie appliquée sarl – 65-67, cours de la Liberté - 69003 Lyon
E-mail : biotec@biotec.fr

# Suppression des digues, élargissement de l'intra-digues

| TYPES DE DYSFONCTIONNEMENTS CONCERNES |
|---|
| Homogénéisation des faciès, incision du lit.<br>Perte de connectivité lit majeur/lit mineur, etc. |
| **NIVEAU D'AMBITION** |
| R2-R3 |
| **SCORE GEODYNAMIQUE** |
| Tous |





## Généralités

### Contexte d'application

De très nombreux cours d'eau français ont été endigués, parfois sur de très longues distances, ce qui a entraîné de profonds dysfonctionnements *(voir 2e partie)*.

Dès lors, **« désendiguer »** un cours d'eau ou au moins **augmenter la largeur de la zone intra-digues** peut être une solution de restauration fonctionnelle globale de l'hydrosystème fluvial :

- grâce à la restauration de la connectivité entre le lit mineur et sa plaine alluviale ;
- grâce à la restauration d'un espace de mobilité sur les rivières actives ou potentiellement actives.

### Principes généraux

Pour mémoire, un **hydrosystème fluvial naturel** *(Roux, 1982 ; Amoros et al., 1987)* est caractérisé par une diversité écologique dont le moteur est la dynamique fluviale *(Bravard et Gilvéar, 1993)* et dont la richesse est liée, entre autres, à différentes fréquences de connexion et de submersion *(flood pulse concept)*.

En suivant la coupe transversale théorique du lit majeur d'un cours d'eau, et sans entrer dans le détail des processus de colonisation des milieux et de successions écologiques, on observe généralement, en progressant du lit vif vers les marges externes de la vallée :

- le **lit mineur** presque toujours submergé, où ne se développe pas de végétation ligneuse et qui peut être considéré comme **l'écosystème d'eau courante** ;
- le **lit moyen**, dont il est généralement admis que la submersion complète est de fréquence annuelle à quinquennale (en moyenne biennale). C'est le milieu où se succèdent spatialement et temporellement diverses espèces et strates végétales : les espèces herbacées pionnières, occupent les marges du lit actif et les bancs alluviaux fraichement créés ; elles sont relayées (dans l'espace et dans le temps) par les fourrés de saules et la ripisylve de saules blancs, régulièrement immergés, puis par la forêt d'aulnes ;
- le **lit majeur** enfin, plus rarement inondé (en moyenne à partir de la **crue de fréquence bien-nale**) et où se développe la forêt alluviale des bois durs (frênes, ormes, chênes). Dans ce lit majeur, les sous-systèmes de bras morts peuvent présenter une grande diversité d'associations végétales, depuis les roseaux jusqu'aux bois durs du stade le plus ultime.

La suppression des digues ou l'élargissement de l'espace intra-digues permet donc de retrouver les connexions entres ces différents milieux fluviaux.

**NOTA**

Plus l'endiguement est étroit plus les impacts sont forts.

## Préconisations

L'objectif des préconisations présentées ci-dessous est essentiellement de fournir les éléments permettant d'aboutir au meilleur **compromis** possible **entre la restauration d'un lit majeur fonctionnel** et la **préservation des usages économiques** au sein de ce lit majeur.

La priorité d'intervention devra être donnée aux endiguements :

- bilatéraux ;
- étroits ;
- à fort niveau de protection ;
- dont l'enlèvement se traduira par le plus fort gain écologique.

**NOTA**

Le gain hydraulique en terme de champ d'expansion des crues est un critère complémentaire.

## Etude préalable et éléments nécessaires à l'avant-projet

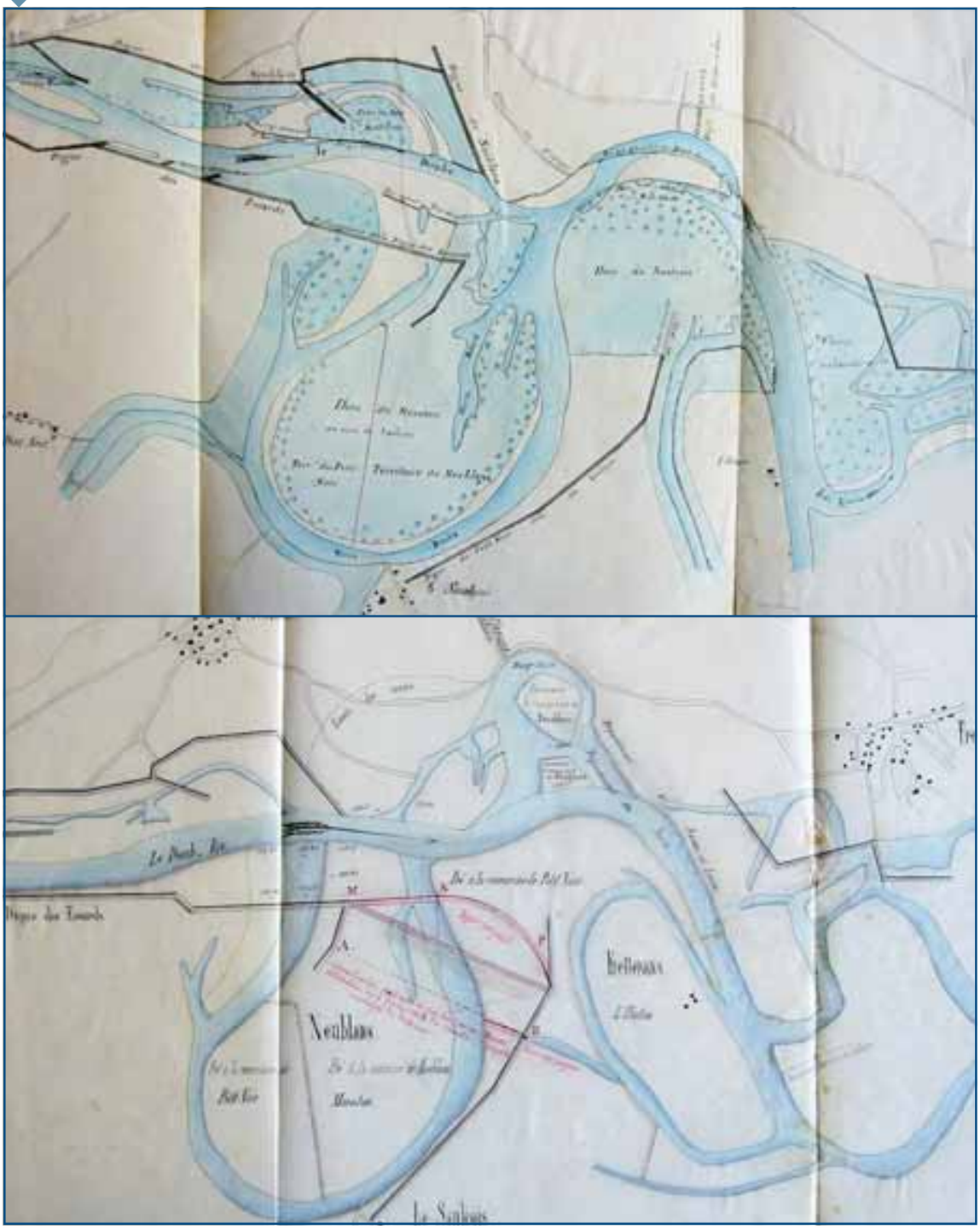
**– Diagnostic géomorphologique, hydraulique et écologique global**

Historique et type de travaux réalisés : simple endiguement (étroit, large) ; endiguement + recalibrage + rescindements, etc.

**NOTA**

Les études spécifiques présentées ci-après concernent les digues « vraies ». L'enlèvement de merlons de curage le long des petits cours d'eau pourra être réalisé à moindres coûts et sans nécessiter un tel niveau d'étude préalable.

**Figure 77 :** Exemple d'analyse historique de la construction d'un réseau de digue suite à un rescindement artificiel de méandre (1859 puis 1882) *(source : Archives départementales du Jura).*



Impacts identifiés de ces travaux :

- géodynamiques : incision du lit, perte de mobilité, etc. ;
- hydrauliques : modification du régime d'inondation local, amont et aval ; niveau de protection fourni par les digues existantes (Q2, Q10, Q100 etc.) ;

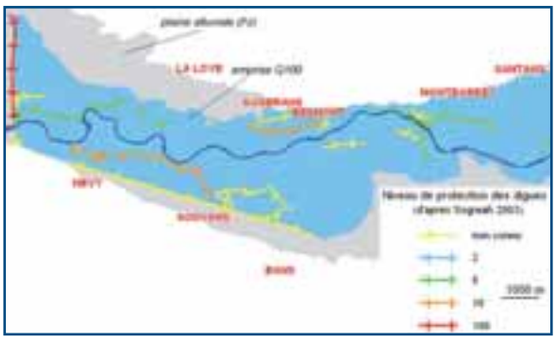


**Figure 78 :** Exemple d'informations concernant le réseau de digues (positionnement, fréquence de submersion) *(source : Malavoi, Safège, 2006).*

- écologiques : perte de biodiversité, perte d'habitats, perte de zones de refuge ou de reproduction. Evaluation du gain écologique à attendre du désendiguement.

– **Cartographie précise du réseau de digue et cotes altimétriques.**

– **Cartographie des enjeux actuellement protégés et analyse fine de la relation digue/enjeu.**

➔ Ainsi une digue très rapprochée du cours d'eau et qui protège un village situé à plusieurs centaines de mètres, voire kilomètres, pourra éventuellement être déplacée plus près du village.

– **Etablissement d'une topographie du lit majeur dans toute la zone concernée par le projet de désendiguement (zone à désendiguer et plusieurs kilomètres de part et d'autre).**

➔ **Semis de point.**

➔ **Profils en travers comprenant le lit mineur, les digues, le lit majeur.**

– **Analyse des propriétés foncières dans la zone concernée par le projet.**

– **Modélisation hydraulique des effets d'un désendiguement et évaluation des impacts géomorphologiques.**

### ● *Modélisation hydraulique*

Une étude hydraulique très poussée doit être réalisée, dont le niveau de précision sera fonction des enjeux actuellement protégés par les digues et du linéaire à désendiguer.

Il s'agira de modéliser le fonctionnement hydraulique actuel, a minima à l'échelle du tronçon géomorphologique homogène, puis l'évolution de ce fonctionnement en fonction de divers scénarii de suppression, d'abaissement ou d'écartement des digues. Il est évident en effet que la **modification des caractéristiques actuelles du réseau de digues aura des incidences tant sur le site lui-même que sur l'amont et sur l'aval**.

### ● *Evaluation des impacts géomorphologiques.*

Le désendiguement va généralement se traduire par une augmentation de l'activité géodynamique




**Figure 79 :** Exemple de réseau de digue pouvant être modifié pour conserver le même niveau de protection de l'enjeu principal (le village). On perdra par contre la protection des terrains agricoles actuellement peu submersibles mais on gagnera, outre une meilleure fonctionnalité écologique, un meilleur écrêtement des crues pour l'aval *(source : Malavoi, Safège, 2004).*

de la rivière : reprise des processus d'érosion latérale, modification du régime du transport solide, risques d'avulsion éventuels (reprise d'anciens tracés par exemple). Ces effets devront être analysés de la manière la plus précise possible.

- *Analyse socio-économique*

Une analyse socio-économique est indispensable pour cerner les éventuelles compensations à prévoir en cas de retour à une fréquence de submersion naturelle des terres agricoles qui seront concernées par le désendiguement.

## Caractéristiques géomorphologiques à rechercher

Comme il a été vu, l'objectif principal d'un projet de désendiguement ou d'élargissement de l'emprise du réseau de digues est de retrouver :

– une meilleure connectivité entre le lit mineur et son lit majeur ;

– une dynamique fluviale naturelle dans un espace de mobilité restauré.

### *Restauration de la connectivité et de la fréquence de submersion*

Le projet de désendiguement doit permettre de restaurer la connectivité entre le lit mineur et son lit majeur et notamment de retrouver une **fréquence de submersion proche du régime naturel**.

Ce régime naturel de submersion est très variable selon les cours d'eau, notamment en fonction de la topographie de la plaine alluviale. Quelques éléments de ce fonctionnement hydrologique naturels sont cependant aujourd'hui couramment acceptés par la communauté scientifique.

On sait que le **début de submersion** du lit majeur (c'est-à-dire le début de débordement) correspond généralement à la **crue journalière de fréquence 1 à 2 ans**.

Cette submersion s'étend ensuite progressivement vers les marges de la plaine alluviale au fur et à mesure que l'on se rapproche de crues de fréquences plus rares. On considère souvent que la submersion quasi-totale de la plaine alluviale holocène (Fz sur les cartes géologiques) intervient pour des crues comprises entre Q10 (la Loire en Bourbonnais par exemple) et Q100.

### *Restauration d'un espace de mobilité*

Une dynamique fluviale naturelle dans un espace de mobilité suffisant est un gage de réussite d'une restauration fonctionnelle globale.

Selon les lois de la géomorphologie fluviale *(fiche 15 « Reméandrage »)*, cet espace doit être au minimum de l'ordre de **10 fois la largeur « naturelle » du lit mineur à pleins bords**.

## Contraintes de mise en œuvre et précautions à prendre

La suppression ou le déplacement des digues sera inévitablement réalisée au moyen d'engins lourds de chantier (trax, pelles, tracto-pelles, camions etc.). Des précautions adaptées à chaque cas devront être ainsi prises pour réduire les effets négatifs de ces travaux sur la flore et la faune, aquatique et terrestre *(voir paragraphe « Mesures de limitation des impacts lors des opération de restauration », en fin de 3e partie)*.

Les matériaux constituant ces digues pourront au cas par cas, soit être réinjectés dans le cours d'eau (s'ils sont d'une qualité et d'une granulométrie adaptée, notamment les anciens merlons de curage) ou emmenés en décharge, ou encore réutilisés pour construire les nouvelles « arrières-digues » prévues dans le projet, s'il s'agit d'un « simple » élargissement.

## Mesures connexes obligatoires

Nécessité d'une étude hydraulique de simulation des écoulements en situation de digues supprimées ou déplacées.

## Mesures connexes facultatives

- Si le cours d'eau, outre l'endiguement, a subi des interventions de type rectification, recalibrage, extractions, etc. il sera probablement nécessaire de procéder à des travaux de restauration adaptés spécifiques à ces interventions (voir fiches correspondantes).
- Si le désendiguement d'un secteur conduit à une augmentation de la fréquence ou de la hauteur de débordement sur un autre secteur, il pourra être nécessaire de procéder à des travaux pour réduire ces effets, s'ils sont jugés négatifs.

## Techniques alternatives

- Abaissement de la cote des digues (pour augmenter la fréquence de submersion).
- Ouverture maîtrisée des digues : pertuis ouverts ou fermés par des structures de régulation.

**ATTENTION**

Le seul objectif hydraulique (notamment les systèmes de casiers destinés à écrêter les pointes de crues) peut n'avoir aucun effet positif sur l'amélioration de la fonctionnalité écologique de l'hydrosystème.

## Exemple de la restauration de la Scie

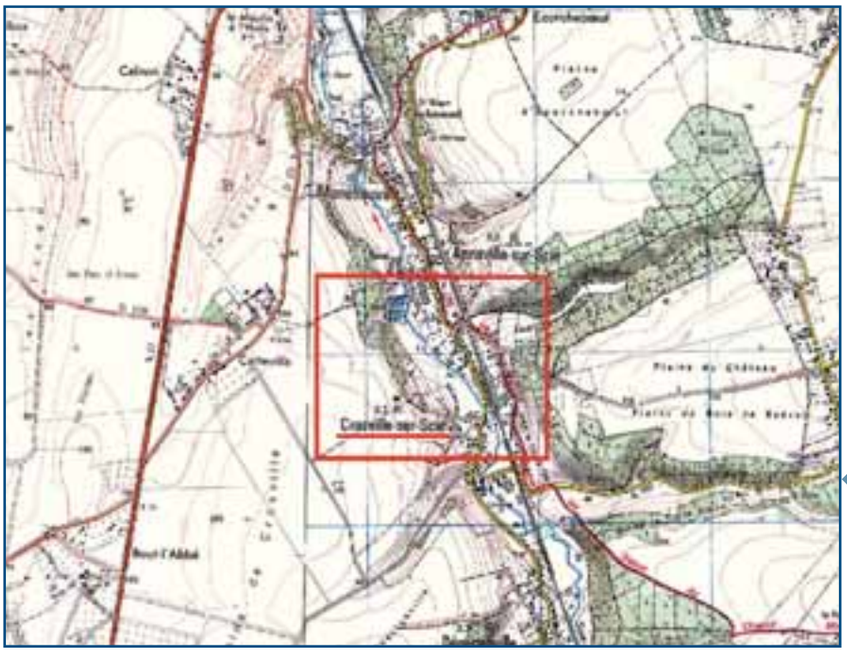


**Figure 80 :** Localisation du secteur (source : Géoportail, IGN).

### Problématique

La Scie est une petite rivière côtière de la Manche. Elle est « gérée » par l'Association Syndicale Autorisée (ASA) de la Scie.

Après une crue spectaculaire en 1999, d'importants travaux de curage ont eu lieu avec par endroits le creusement de « fosses » de plus de 2,5 mètres de profondeur. Les matériaux de curage avaient été déposés sur les berges, constituant ainsi d'importants linéaires de merlons, limitant l'expansion des crues en lit majeur.

Voyant d'elle-même les effets négatifs induits par ces curages, l'ASA a pris une nouvelle orientation de gestion et d'aménagement.

### Objectifs des travaux de restauration envisagés

L'objectif prioritaire des travaux menés et encore actuellement en cours sur la Scie vise à la **réhabilitation des zones d'expansion des crues**, car pour l'ASA, il s'agit d'hydraulique douce à faible coût, puis bénéfique au cours d'eau et aux habitants de la vallée.

Outre cet objectif hydraulique prioritaire, les travaux de l'ASA visent à remettre en état ce qui préexistait, à améliorer les connexions du lit mineur avec son lit majeur et à la restauration de zones humides. Un accent tout particulier a été mis sur la communication avec les riverains, avec des entretiens individuels et exhaustifs avec tous les riverains concernés.

Niveau d'ambition : R2-R3

### Description des aménagements

***En 2003 :***

- Validation des nouveaux statuts de l'ASA (compétences études et travaux sur le lit mineur et berges).
- Elaboration d'un programme pluriannuel d'aménagement de la Scie.
- Etude de la modélisation hydraulique de la basse vallée de la Scie (coût étude 16 300 € HT et topographie 7 300 € HT).
- Premier chantier végétal (réalisé en régie) à Auffay, soit 120 mètres linéaires pour ~ 3 500 € HT.

***En 2004 :***

- Recensement et enlèvement d'embâcles, abattage de 175 peupliers et réalisation de 10 chantiers de techniques végétale et mixte.
- Réhabilitation de 25 hectares de zones d'expansion de crues (capacité de stockage de 73 000 $m^3$ pour $Q_{10}$), avec la suppression d'un merlon de 1,2 mètre de haut et intervention sur des parcelles privées avec convention écrite de passage, ceci pour un coût de ~ 50 000 € HT.

***En 2005 :***

- 15 chantiers de techniques végétales, études sur des projets d'aménagements de barrages, réalisation d'une passe à poissons, etc.
- réhabilitation de 16 hectares de zones d'expansion de crues (capacité de stockage de 86 000 $m^3$ pour $Q_{10}$), avec la suppression de merlons pour un montant de ~ 50 000 € HT.

**Ces travaux de réhabilitation de champs d'expansion des crues qui se poursuivent ainsi en 2006,2007, etc. consistent en :**

- la suppression des merlons de curages ;
- l'adoucissement des berges en pente très douce (variable entre 4H/1V et 5H/1V) au droit des parcelles agricoles et la protection en techniques végétales des parcelles habitées ;
- le « remplissage » des fosses de curage (essentiellement dans un but de stabilisation des parties sous-fluviales de berges), avec du tout-venant de ballastière.



**Figure 81 :** Photos de Christophe Lebas, technicien de rivière à l'ASA. Remblaiement de « charge solide » dans le cours d'eau.



**Figure 82 :** (27.02.07) Aménagement encore en cours à Croville avec suppression des merlons, recharge alluviale, adoucissement de la berge gauche au droit des parcelles agricoles et techniques du génie végétal (ici alternance de tressages de saules et de fascines d'hélophytes) en rive droite .



**Figure 83 :** (27.02.07) Vues des travaux d'arasement de merlons réalisés en 2005 à St-Aubin-sur-Scie.

## CONTACT


→ **Christophe Lebas**
***Organisme :***
Association Syndicale Autorisée (ASA) de la Scie, Ancien Moulin, 76550 Offranville
E-mail : asa.scie@wanadoo.fr

# Suppression d'étangs

| TYPES DE DYSFONCTIONNEMENTS CONCERNES |
|---|
| Modification des flux liquides, solides et biologiques, effets « retenue » et « point dur » |
| **NIVEAU D'AMBITION** |
| R2 et R3 |
| **SCORE GEODYNAMIQUE** |
| Tous |





## Généralités

### Contexte d'application

De nombreux étangs ont été implantés sur les cours d'eau, généralement dans un objectif halieutique. Leur ligne d'eau est le plus souvent calée en aval par un ouvrage de type digue (perpendiculaire à la vallée), comportant parfois un seuil et un vannage. Le lit majeur est parfois surcreusé.

Cette situation est source de dysfonctionnements biologiques et géomorphologiques majeurs. Chaque fois que la justification socio-économique d'un étang sur cours d'eau n'est plus justifiée, il est donc fortement recommandé de le supprimer.

### Principes généraux

Si l'on désire supprimer les dysfonctionnements liés à la présence d'un étang sur cours d'eau, une variété de solutions est envisageable, fonction du contexte socio-politique et topographique local *(cf. figure 84)* :

- **Suppression de l'ouvrage de retenue (digue)** ; *(voir fiche 8 « arasement/dérasement de seuils »)*. Dans l'espace occupé par l'ancienne retenue, il peut être recommandé, selon les résultats de l'analyse morphodynamique, soit de « laisser-faire » le cours d'eau, soit de réaménager le cours d'eau au plus près de ce qu'il était avant la création de l'étang (voir fiche 15 « reméandrage ou recréation de cours d'eau »).

Dans la même logique, l'emprise de l'ancienne retenue peut être, soit « laissée » à une recolonisation naturelle et spontanée, soit « revégétalisée » avec des essences indigènes et adaptées *(voir fiche 2 « création d'une ripisylve »)* ;

- **création d'un cours d'eau en dérivation du plan d'eau :** si, pour des raisons socio-politiques ou économiques, on souhaite conserver le plan d'eau (pour la pêche, la baignade, etc.), on peut proposer la création d'un nouveau cours d'eau qui court-circuite le plan d'eau *(fiche 15)* ;
- si aucune de ces deux options (de niveau R2 ou R3) n'est envisageable, il est possible de se limiter à un niveau R1, en procédant à des terrassements en « déblais/remblais » à l'intérieur de l'étang, afin de créer un chenal préférentiel, limitant les dysfonctionnements identifiés.

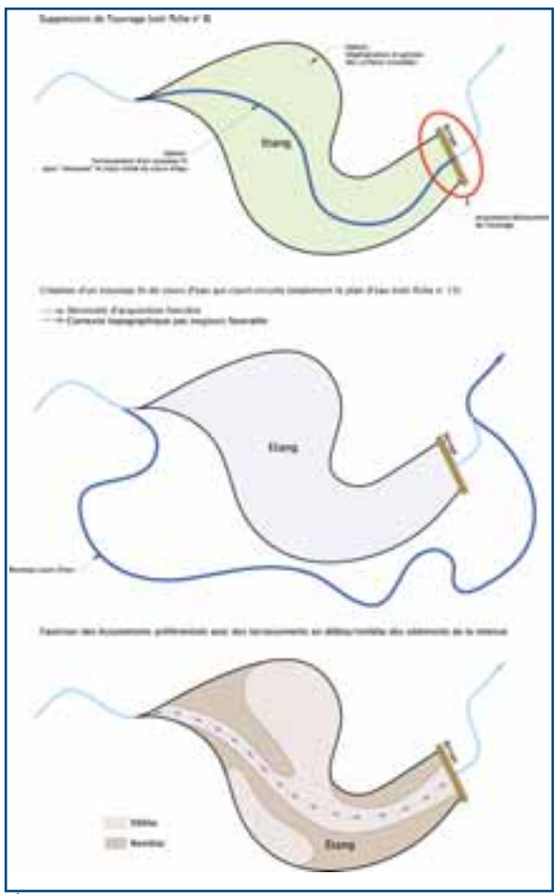


**Figure 84 :** Illustrations des différentes options d'intervention possibles sur un étang implanté sur un cours d'eau.

### Contraintes et préconisations particulières

La première solution nécessite une étude précise des gains écologiques attendus d'une telle option au regard des impacts négatifs éventuels *(voir fiche 8 « arasement/dérasement de seuils »)*.

La deuxième solution nécessite l'acquisition foncière des parcelles attenantes au plan d'eau ainsi que la vérification de la « faisabilité topographi-

que » du projet. En effet, un étang sur un cours d'eau étant généralement implanté en fond de thalweg, le cours d'eau de dérivation peut se retrouver en situation « perchée ».

Cette analyse topographique doit permettre de positionner le tracé optimal du nouveau cours d'eau *(figure 85)*.

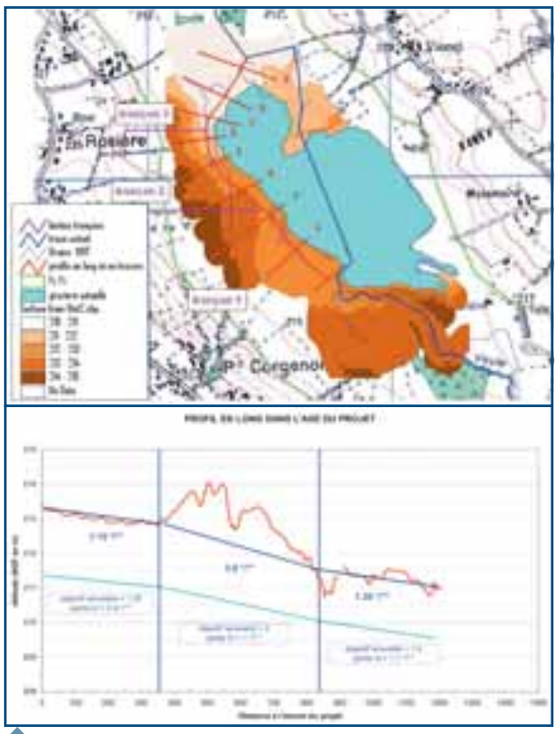



**Figure 85 :** Projet de dérivation de la Veyle au droit de la gravière de St-Denis-les-Bourg. Etude fine de la topographie avec en haut un plan de situation et en bas le profil en long du tracé le plus favorable (étude Biotec-Malavoi, 2005).

## Exemple de la suppression des étangs Narlin à Villiers-le-Duc (21)

### *Problématique*

Le ruisseau du Val des Choues (affluent de l'Ource) coule dans un vallon calcaire totalement forestier. Sur la commune de Villiers-le-Duc (21), à la confluence avec son affluent rive gauche (combe Narlin), un complexe de 5 étangs à vocation de production piscicole avait été construit en 1968, à l'emplacement d'un étang plus ancien (13e siècle ?) créé par les moines d'une abbaye proche mais disparu depuis au moins 1 siècle.

L'impact de ce complexe d'étang était multiple :

- obstacle à la libre circulation piscicole et astacicole (chabot, lamproie de Planer, écrevisse à pattes blanches), d'où une forte fragmentation des populations ;
- modification physico-chimique des eaux du ruisseau à l'aval (augmentation thermique) ;
- dévalaison d'espèces non adaptées aux ruisseaux de première catégorie et incompatibles avec la présence des espèces patrimoniales.

### *Objectifs des travaux de restauration envisagés*

Dans le cadre d'un programme LIFE « ruisseau de têtes de bassin » (2004-2009), l'Office National des Forêts, le Parc naturel régional du Morvan, le Conseil Supérieur de la Pêche, la Fédération Départementale des Associations Agréées de Pêche et Protection du Milieu Aquatique (FDAAPPMA 21) et l'AAPPMA « La truite châtillonnaise », ont souhaité supprimer ce complexe d'étangs pour restaurer la connectivité amont/aval de ce secteur et remplacer un fonctionnement artificiel de plan d'eau par un fonctionnement naturel de ruisseau.

Niveau d'ambition : R3

### *Description des aménagements réalisés*

La volonté des partenaires de ce projet était de réaliser les travaux les plus simples et les moins coûteux possibles (vidange puis ouverture des digues aval) et de suivre scientifiquement les processus d'ajustement géomorphologique et de recolonisation écologique.

La vidange des plans d'eau a été réalisée en deux temps :

- juin 2006, vidange des trois étangs amont et ouverture des digues en août ;
- septembre 2006, vidange des deux étangs aval et ouverture des digues en novembre.




**Figure 86 :** Localisation du secteur restauré (source : Géoportail IGN).

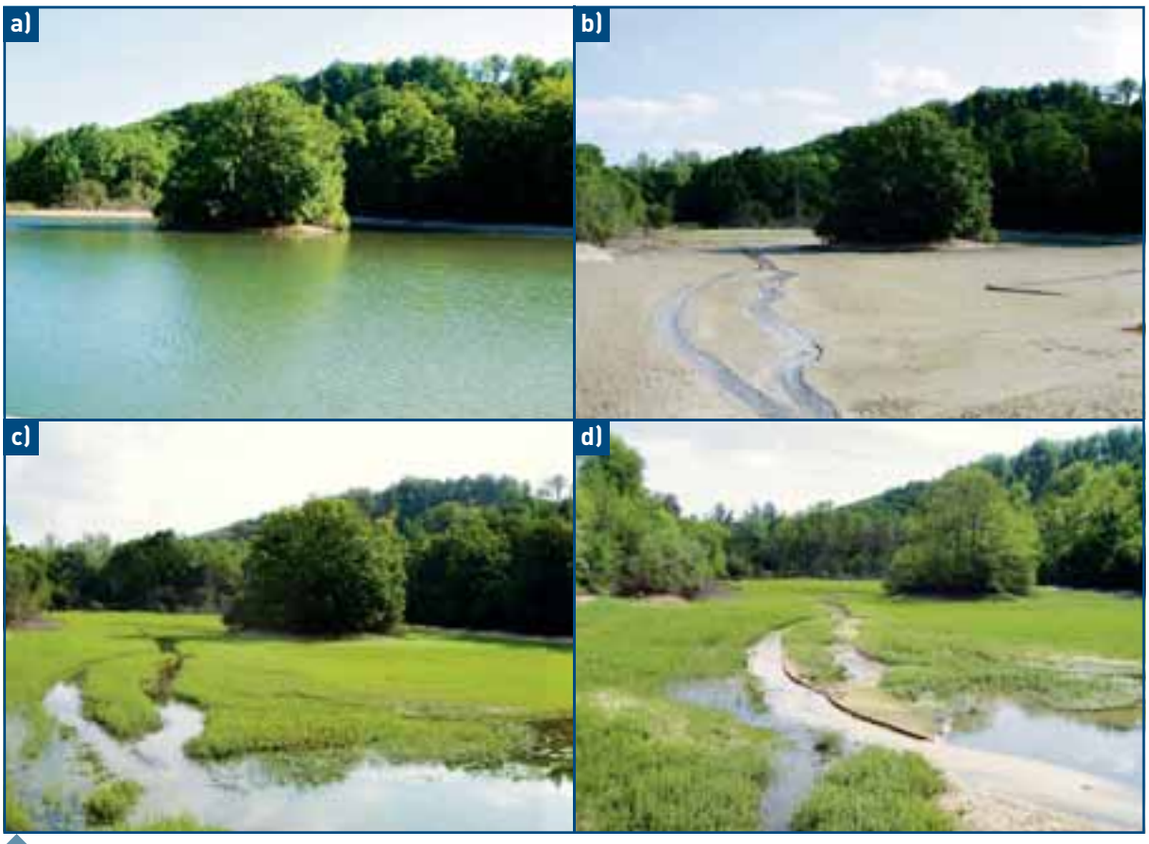



**Figure 87 :** Vue d'un des étangs supprimés. **a)** L'étang en eau. **b)** Immédiatement après la vidange (juin 2006). **c)** 2 mois après la vidange (septembre 2006). **d)** Mai 2007.

Le coût total des travaux de restauration (2006) a été d'environ 28 000 € HT (animation, dossiers réglementaires, pêches électriques d'inventaire, vidange, destruction des digues) soit, sur la base du linéaire de cours d'eau « regagné » (700 m), **environ 40 € HT/ml**.

### ● *Evolution et appréciation générale*

Les bienfaits écologiques de cette suppression d'étangs sont évidents : disparition d'obstacle à la libre circulation des espèces, renaissance progressive du cours d'eau, suppression des impacts thermiques. Rappelons que l'un des objectifs des partenaires du projet était de laisser le cours d'eau faire lui-même le « travail » de restauration hydromorphologique et de suivre cette évolution.

Du point de vue écologique, on observe, un an après les travaux, une explosion végétale dans le fond des anciens étangs avec un tapis quasiment monospécifique de saules blancs. Certaines biocénoses aquatiques semblent aussi se réinstaller, notamment celles des milieux annexes (batraciens et amphibiens). Pour ce qui concerne l'ajustement hydromorphologique, on constate que le cours d'eau reprend effectivement ses droits avec un tracé légèrement sinueux dans un lit globalement très peu encaissé (berges de 10-20 cm de hauteur). Les alluvions grossières (petits galets, graviers et sables) étant très peu nombreuses, le fond du lit reste vaseux et l'on voit fréquemment apparaître le substrat marno-calcaire blanchâtre **très peu biogène**.

Il est possible que ce manque d'alluvions grossières en transit se traduise par une très faible capacité d'accueil pour les biocénoses aquatiques d'eau courante (notamment truites, chabots et astacidés). Des apports de matériaux pourraient donc être envisagés à terme, après 1 ou 2 années de suivi, si ce déficit d'habitat était avéré.

### CONTACT

➔ **Bertrand Barré ou Vincent Godreau**
***Organisme :***
Office National des Forêts
E-mail : bertrand.barre@onf.fr
vincent.godreau@onf.fr

# Reméandrage ou recréation de cours d'eau

| TYPES DE DYSFONCTIONNEMENTS CONCERNES |
|---|
| Homogénéisation des faciès, etc. |
| **NIVEAU D'AMBITION** |
| R2-R3 (avec espace de mobilité ou de fonctionnalité) |
| **SCORE GEODYNAMIQUE** |
| Tous mais à recommander plutôt sur les cours d'eau peu puissants |





## Généralités

### Contexte d'application

La technique du reméandrage est adaptée aux cours naturellement sinueux dont les sinuosités ont été artificiellement rescindées sur de longues distances.

### Principes généraux

Le reméandrage consiste à remettre le cours d'eau dans ses anciens méandres si ceux ci sont encore identifiables (sur carte, sur le terrain) et mobilisables (fonction des contraintes techniques et foncières) ou à créer un nouveau cours d'eau sinueux ou méandriforme[1] correspondant au type fluvial naturel, dans le respect des lois morphologiques connues (géométrie en plan, en long et en travers).

**Ces lois morphologiques, bien qu'encore aujourd'hui objet d'investigations et de recherches scientifiques, peuvent néanmoins être esquissées :**

#### *Tracé en plan*

Il est couramment admis que les cours naturels dans un contexte de plaine alluviale érodable, développent au fil du temps un tracé en plan d'équilibre présentant des caractéristiques récurrentes. On adimensionnalise généralement ces caractéristiques géométriques en plan en les divisant par la largeur du cours d'eau à pleins bords.

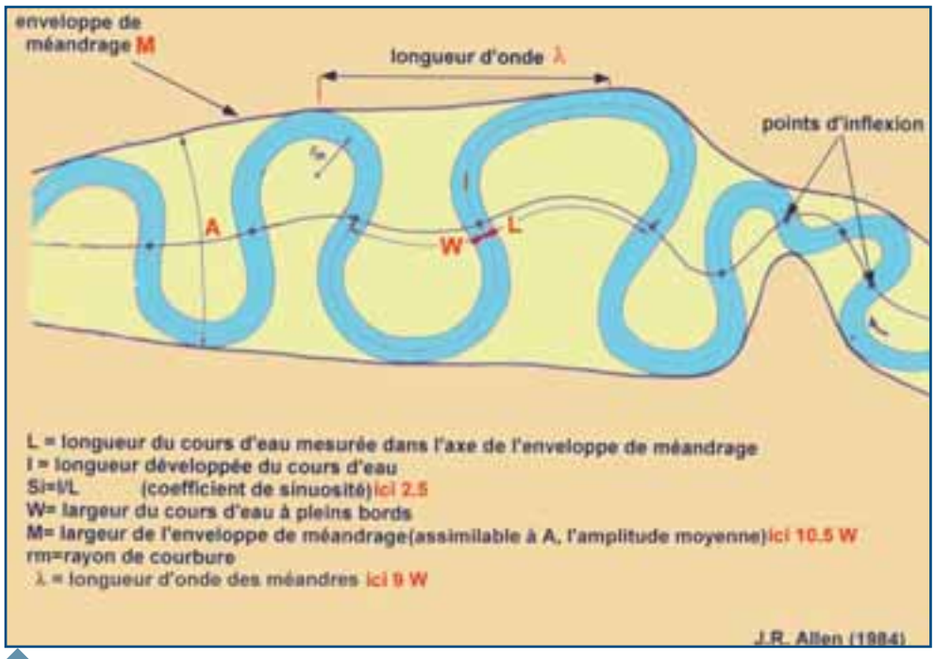



**Figure 88 :** Mesures morphométriques sur un cours d'eau sinueux. Nota : la largeur « à pleins bords » (sur cette figure « W ») d'un cours d'eau se mesure au droit des points d'inflexion où le profil en travers est le plus symétrique (d'après J.-R. Allen, 1984).

1. On considère généralement qu'un cours d'eau est sinueux si son coefficient de sinuosité (rapport de la longueur du lit mineur par celle de la vallée) est compris entre 1.1 et 1.25 et très sinueux si celui-ci est compris entre 1.25 et 1.5. On dit qu'un cours d'eau est méandriforme si ce coefficient est supérieur à 1.5.

### ● *Coefficient de sinuosité*

Le coefficient de sinuosité d'un cours d'eau coulant dans une plaine alluviale (par opposition aux cours d'eau contraints) est fonction de sa puissance mais aussi, et peut être surtout, de la nature plus ou moins cohésive de ses berges. Van den Berg (1995) a montré que plus les berges sont cohésives (% de limon et d'argile dans la berge), plus le cours d'eau est méandriforme, probablement sous l'effet de « compression » mécanique liée à la résistance des alluvions.

**NOTA**

Lorsque les berges sont peu cohésives et qu'il y a une très forte charge solide, le cours d'eau peut développer un **tressage** avec un tracé en plan du lit moyen rectiligne.

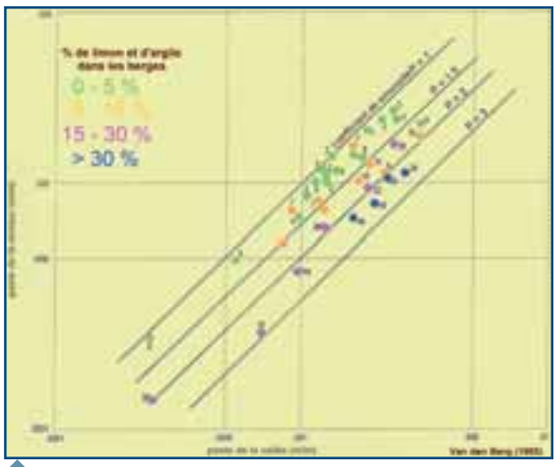



**Figure 89 :** Relation entre le coefficient de sinuosité (ici mesuré par le rapport pente de la vallée/pente du lit) et la nature des berges. Noter que les cours d'eau sinueux à très sinueux sont caractérisés par des berges non cohésives. Les cours d'eau très méandriformes (P>2) ont eux des berges plutôt très cohésives (d'après Van den Berg, 1995).

### ● *Longueur d'onde des sinuosités*

- Elle est généralement de l'ordre de **10 à 12 fois la largeur L** (10 à 12 L).
- Elle est d'autant plus grande que le cours d'eau est très dynamique car les sinuosités ont tendance à « s'écarter » du fait de leur migration rapide vers l'aval. Elle peut alors atteindre des valeurs de 12 à 15 L.
- A l'inverse, sur les cours d'eau peu dynamiques, les méandres sont plus prononcés, plus « écrasés » et la longueur d'onde plus faible (7 à 10 L).

### ● *Amplitude des sinuosités*

- Elle est en moyenne de 10 à 12 fois L.
- Elle est d'autant plus faible que le cours d'eau est très dynamique car le tracé a tendance à s'aplatir du fait de la migration rapide des sinuosités vers l'aval. Elle atteint alors généralement 6 à 10 L.
- A l'inverse, sur les cours d'eau peu dynamiques, les méandres sont plus prononcés, l'amplitude plus élevée. On observe alors des valeurs comprises entre 10 et 20 L.

**NOTA**

Dans des conditions sédimentologiques parfaitement homogènes, le tracé en plan peut être extrêmement régulier. C'est ce que l'on observe sur des modèles réduits expérimentaux.

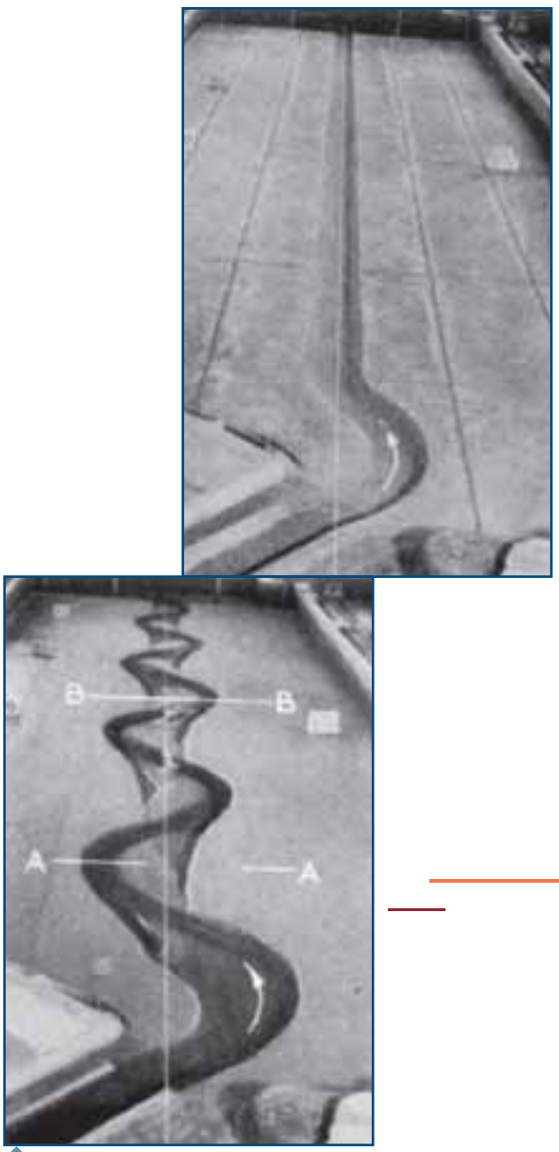



**Figure 90 :** Exemple de tracé en plan très homogène tel que l'on en obtient en laboratoire. Berges et fond sableux : en haut, conditions initiales, en bas, après 3 h d'écoulement (Friedkin, 1945).

## ● *Profil en travers*

### *La section du lit mineur à pleins bords*

Il existe un grand nombre de « formules » et d'équations permettant d'évaluer la largeur moyenne théorique d'un cours d'eau (voire sa section) en fonction généralement de la superficie du bassin versant et de l'érodabilité des berges. La dispersion des valeurs est telle lorsque l'on applique ces formules, qu'il nous semble préférable de proposer une approche plus empirique basée sur le concept de « débit de pleins bords ».

On sait que sur les cours d'eau naturels, la **capacité d'écoulement** d'un lit mineur avant débordement correspond généralement à une **crue journalière de fréquence annuelle à biennale**. Partant de ce constat, il paraît plus simple de calculer la section à donner au nouveau cours d'eau sur la base d'une modélisation du débit de fréquence 1 à 2 ans, celui-ci devant s'écouler sans débordement (la pente du futur cours d'eau est à prendre en compte aussi).

### *La géométrie en travers*

La géométrie en travers d'un cours d'eau sinueux ou méandriforme est généralement dissymétrique dans les courbures et symétrique au droit des points d'inflexion entre les sinuosités. Il sera donc important de respecter cette morphologie dans la création du nouveau chenal si la puissance est faible.

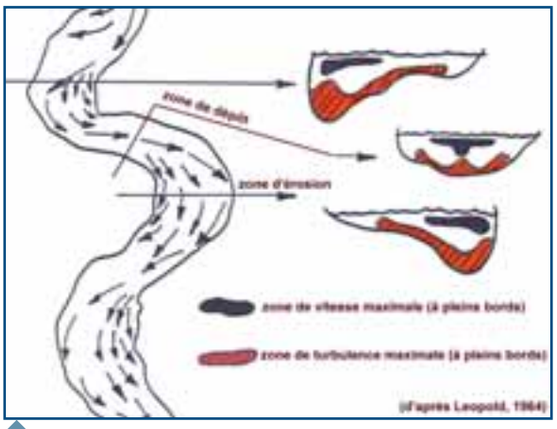



**Figure 91 :** Profils en travers « classiques » sur un cours d'eau sinueux (d'après Léopold, 1964).

## ● *Profil en long*

### *Pente moyenne du lit mineur*

Les lois morphologiques de détermination de la pente d'un cours d'eau sont loin d'être aussi bien établies que pour la morphométrie en plan ou en travers. Comme pour la section d'écoulement, une règle simple peut consister à déterminer la pente moyenne à donner sur la base de la capacité d'écoulement à pleins bords.

On donnera ainsi au cours d'eau une pente moyenne qui couplée à la section permettra d'écouler une crue journalière de fréquence 1 à 2 ans.

**NOTA**

Il s'agira aussi de respecter le tracé en plan d'équilibre.

### *Forme longitudinale*

La rythmicité des formes élémentaires du tracé d'une rivière sinueuse ou méandriforme se traduit par un profil en long du talweg présentant une forme caractéristique. Les concavités (aux profils en travers dissymétriques) se manifestent par des creux *(les mouilles)* et les points d'inflexion entre deux sinuosités (aux profils en travers symétriques), par des bosses *(les seuils ou radiers)*.

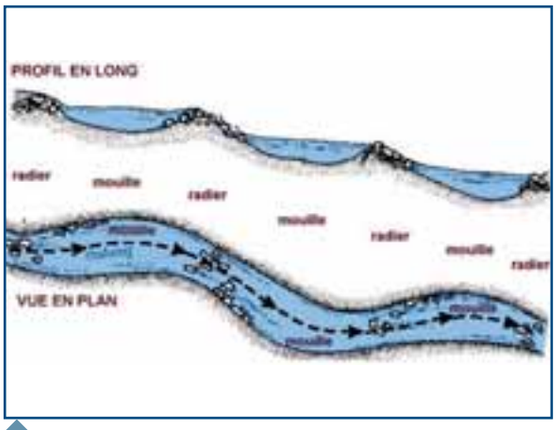



**Figure 92 :** Forme typique du profil en long d'un cours d'eau sinueux.

## ● *Conclusion*

La géométrie en plan, en long et en travers à donner au nouveau cours d'eau sera donc déterminée sur la base de la confrontation de deux contraintes :

- se rapprocher le plus possible du tracé en plan naturel d'équilibre (coefficient de sinuosité) ;
- selon une pente et une géométrie en travers compatible avec l'écoulement d'un débit de projet compris entre la crue journalière de fréquence annuelle ou biennale (QJ1 et QJ2 ans).

## Préconisations

### ■ Etude préalable et éléments nécessaires à l'avant-projet

Informations à recueillir en complément des données nécessaires pour tout type de travaux :

- Dates des travaux de rescindement, plan des travaux, profils types, etc.
- Evaluation des impacts physiques : intensité de l'incision, comparaison des faciès naturels avec les faciès actuels, état de connexion avec les annexes hydrauliques et le lit majeur en général.

- Caractéristiques géomorphologiques locales du cours d'eau :
  - Nature des alluvions du lit majeur dans l'emprise verticale du projet (sondages à la pelle ou autre méthode sur 2 à 3 m).
  - Granulométrie des alluvions grossières transportées (dans des secteurs de référence si possible).
  - Géométrie en plan, en long et en travers de référence (soit sur la base de mesures préalables aux travaux, soit sur la base de tronçons non perturbés, soit sur la base d'estimations théoriques).
- Contexte foncier et emprise disponible, contexte sociopolitique.
- Profil en long du chenal rectiligne actuel et des anciens méandres s'ils sont encore visibles.
- Semis de points topographiques dans la plaine alluviale dans le secteur du projet.
- Etude hydraulique simplifiée (fréquence de débordement actuelle et après restauration).

## Caractéristiques géomorphologiques à rechercher

### *Longueur d'onde et amplitude des sinuosités*

Si des documents cartographiques ou d'autres données de terrain permettent d'identifier de manière certaine l'ancien tracé (et d'évaluer s'il s'agit bien d'un tracé naturel...) la référence sera cet ancien tracé. Sinon, on utilisera les approches théoriques présentées plus haut.

**CONSEIL**

Essayer de diversifier le tracé afin d'éviter une morphologie trop régulière et peu naturelle, particulièrement si la mobilité future du cours d'eau n'est pas tolérée (niveau R2, voir ci-dessous).



**Figure 93 :** Exemple de tracé sinueux trop régulier, qui de plus est destiné à être figé (seuils au droit des points d'inflexion + protection de toutes les berges concaves).

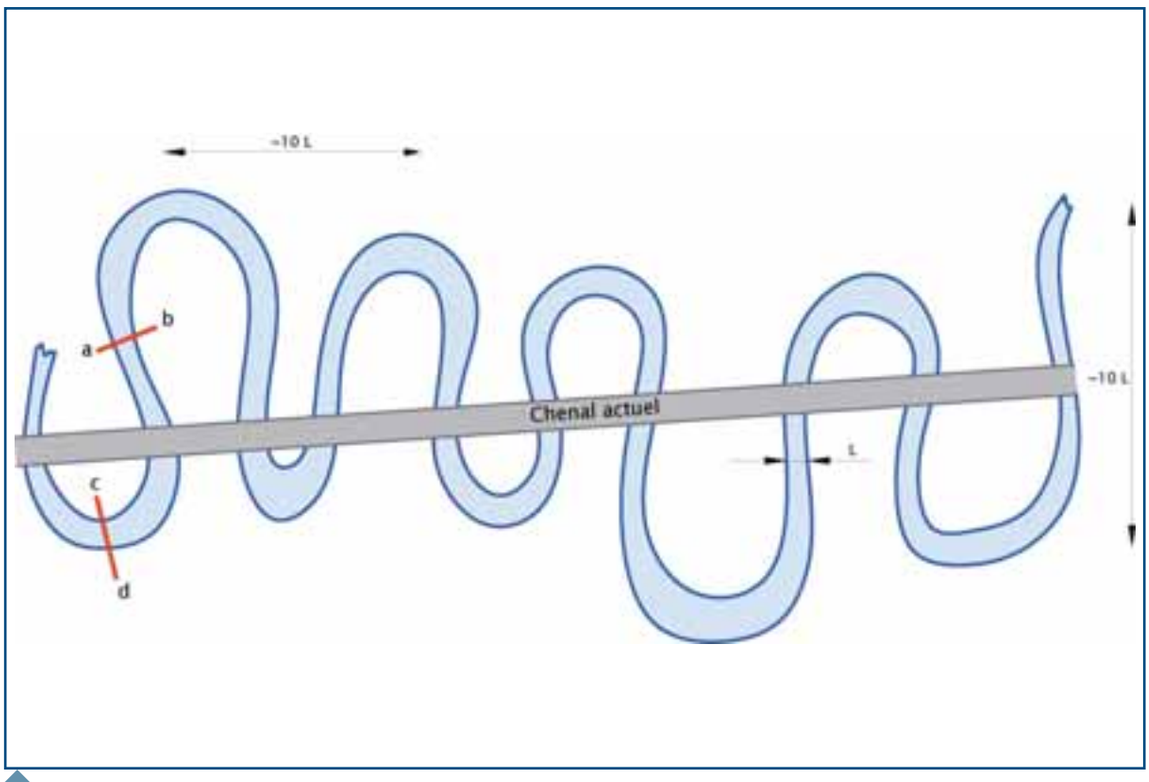



**Figure 94 :** Exemple de tracé en plan méandriforme irrégulier (voir § suivant pour les profils types).

- *Largeur et profondeur à pleins bords, géométrie du profil en travers*

### *Section du lit mineur*

Si l'on retrouve des documents cartographiques permettant de connaître la section d'écoulement naturelle, on se basera sur ces éléments. En l'absence de données antérieures aux travaux de rescindement, il a été vu que l'on cherchera à obtenir une section permettant l'écoulement à pleins bords d'un débit journalier de fréquence 1 à 2 ans.

Dans certains cas, le Maître d'Ouvrage souhaitera garantir un débit de pleins bords plus élevé (Q5, Q10). Il conviendra alors de proposer un système à lits emboîtés (fiche 11).

### *Profils types*

Les profils en travers devront se rapprocher des profils caractéristiques des rivières sinueuses : symétriques dans les portions rectilignes et les points d'inflexion des sinuosités. Dissymétrique dans les courbes.

### *Substrat*

Si le transport solide est suffisant ou si le substrat sous-jacent à l'emprise du projet est constitué d'alluvions de même type que le cours d'eau naturel, on n'apportera pas d'alluvions. A l'inverse, s'il n'y a pas ou peu d'apports solides naturels à attendre, ou si le sous-sol dans l'emprise du projet ne correspond pas aux alluvions transportées, il pourra être envisagé d'apporter sur place des matériaux d'une granulométrie adaptée, voire de récupérer la charge solide du tronçon de cours d'eau à réaménager.

**CONSEIL**

Il faut absolument éviter les « sur-largeurs » qui sont difficiles à corriger par la suite et sont souvent à l'origine de résultats décevants en matière de restauration écologique. Il est donc préférable de légèrement sous-dimensionner le gabarit du cours d'eau qui s'ajustera lui-même en quelques années. Cet ajustement sera d'autant plus rapide que le cours d'eau aura un score géodynamique élevé. Le score géodynamique permettra aussi d'évaluer la valeur du sous dimensionnement : de l'ordre de 20 à 25 % pour les cours d'eau à score élevé, de 5 à 10 % sur les cours d'eau à score faible qui auront plus de mal à se réajuster naturellement. Pour les cours d'eau à faible puissance, il est important d'essayer de créer le « juste profil », le surdimensionnement étant très décevant, même à long terme, d'un point de vue écologique, alors qu'un sous-dimensionnement trop prononcé peut produire des effets néfastes, notamment des inondations plus fréquentes de secteurs à enjeux.

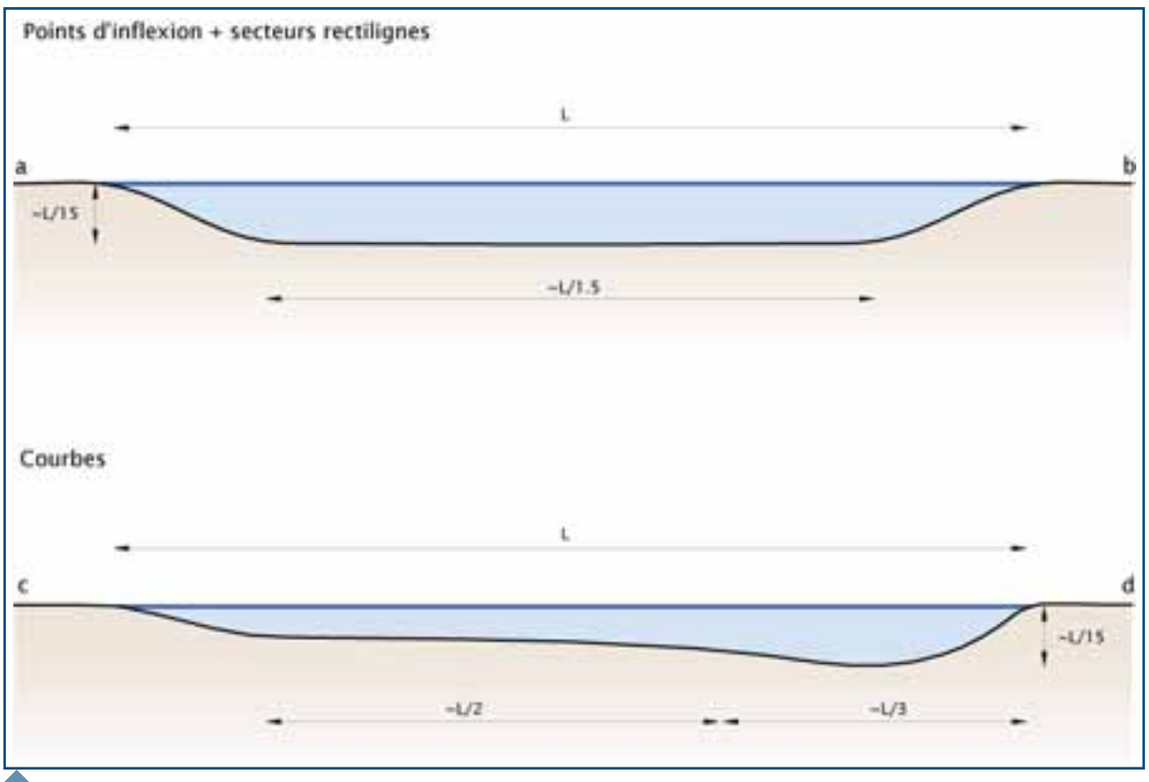



**Figure 95 :** Exemple de profils en travers (voir le paragraphe précédant pour l'implantation des profils).

## Contraintes de mise en œuvre et précautions à prendre

***Si forte incision du lit mineur***

Si le cours d'eau s'est fortement incisé suite aux rescindements et que des seuils de stabilisation ont été construits pour limiter l'incision, il sera nécessaire de procéder par étapes et plutôt de l'aval vers l'amont. Un espace de mobilité sera nécessaire pour garantir la recharge alluviale, indispensable si l'on veut pouvoir supprimer rapidement les ouvrages de stabilisation du fond. Il est possible que le reméandrage (tracé et espace de mobilité) soit limité par la nécessité de conserver les ouvrages de stabilisation du fond.

***Problème des collecteurs de drains***

Si l'on fait reméandrer, on réduit la pente du lit mineur et on relève la cote du fond et de la ligne d'eau : risque de non évacuation des drains.

***Augmentation de la fréquence des débordements***

Du fait de la réduction de la pente et de l'augmentation de la perte de charge liées aux sinuosités, ainsi que de l'excavation d'une section d'équilibre, on retrouve une fréquence de débordement « naturelle » autour de la crue annuelle à biennale.

## Mesures connexes obligatoires

- Protection des rives concaves si le projet ne prévoit pas d'espace de mobilité.
- Végétalisation simple des surfaces terrassées pour limiter le développement des espèces xénophytes.

## Mesures connexes facultatives

- « Rebouchage » du chenal rectiligne avec des matériaux étanches pour éviter le drainage de la nappe par celui-ci aux dépens du nouveau cours d'eau (à déterminer au cas par cas en fonction des conditions locales). Ce « rebouchage » peut également être partiel en maintenant à chaque méandre la partie aval de l'ancien chenal sous forme de bras mort ou d'annexe hydraulique.
- Plantation d'une ripisylve ou d'une forêt alluviale.
- Reconnexion des annexes hydrauliques.
- Détermination d'un espace de mobilité et de fonctionnalité (R3).

## Techniques alternatives

Les cours d'eau présentant un score géodynamique élevé ne nécessitent pas de travaux de terrassement aussi poussés que ceux à score faible, sauf si l'on souhaite des résultats rapides. Une simple suppression des contraintes latérales, éventuellement complétée par des épis (fiche 3) pour activer les processus géodynamiques, peuvent suffire au cours d'eau pour s'auto-ajuster et recréer un tracé et une géométrie d'équilibre en quelques années.

# Quelques exemples

## Restauration de l'Orge à Ste-Geneviève-des-Bois - Parc du Perray




**Figure 96 :** Localisation du secteur restauré (source : Géoportail, IGN).

### *Problématique*

L'Orge est un affluent direct rive gauche de la Seine avec laquelle elle conflue à Athis-Mons (91). Sa partie aval est gérée par le SIVOA (Syndicat Mixte de la Vallée de l'Orge Aval : 32 communes dont deux communautés d'agglomération. **Missions :** entretien de la rivière et de ses berges, gestion hydraulique, assainissement, surveillance de la qualité de l'eau, etc.).

Cette rivière a été très fortement chenalisée depuis le 18ème siècle. Elle a, souvent été rectifiée et déplacée sur l'un des cotés de sa vallée, afin, notamment, de favoriser l'alimentation de très nombreux moulins. Cette chenalisation s'est traduite par une banalisation du paysage fluvial et des milieux naturels. Elle a aussi généré, du fait de la rectification du tracé et de la réduction des zones d'écrêtement, une accélération des crues vers l'aval et une augmentation des inondations.

### *Objectifs des travaux de restauration réalisés*

Dans le cadre de sa politique de réhabilitation des fonds de vallée initiée depuis 1995 environ, le SIVOA a souhaité dans le cadre du projet de restauration du Parc du Perray :

- améliorer l'écrêtement des crues, notamment grâce à l'alimentation d'une zone inondable (10 ha environ) capable de stocker 60 000 $m^3$ et à une meilleure gestion des débordements de l'Orge vers cette zone naturelle d'expansion ;
- restaurer un paysage fluvial plus proche du naturel, avec notamment un cours plus sinueux et des berges végétalisées.

Niveau d'ambition : R2

### *Description des aménagements réalisés*

Les travaux, menés en 2005, ont consisté en :

- la recréation de légères sinuosités ;
- l'adoucissement des pentes des berges pour limiter l'érosion et permettre l'implantation spontanée de végétation de bord de rivière ;

- la plantation de végétaux aquatiques et semi-aquatiques et arbustifs ;
- le réaménagement de la promenade en suivant le nouveau tracé plus sinueux ;
- la création de déversoirs vers la zone humide connexe.




**Figure 97 : a)** Vue d'une portion non restaurée et rectiligne en aval d'une passerelle. **b)** Vue d'une portion restaurée en amont de la même passerelle (nota : la faible vitesse de l'écoulement dans les deux cas est liée à la présence d'un seuil en aval).

Le coût total des travaux de restauration a été de 233 000 € HT pour 500 m linéaires de cours d'eau réaménagé (1 000 m de berges), soit ~ **470 € HT/ml de cours d'eau**.

### *Evolution et appréciation générale*

Le cours de l'Orge était probablement méandriforme avant les travaux de chenalisation du 18e siècle voire vraisemblablement antérieurs. Les travaux de « reméandrage » réalisés par le SIVOA sont très enthousiasmants car ils remettent en question plus de deux siècles d'aménagements et d'interventions sur cette rivière. Toutefois, il aurait sans doute pu être intéressant de viser une ambition plus forte en recherchant par exemple un méandrage plus prononcé.

D'autre part, la présence de nombreux seuils et notamment celui situé en aval de la zone restaurée, oblitère en partie l'intérêt des travaux : l'écoulement reste lentique et les faciès peu diversifiés. Le résultat de ces travaux est donc plus à attendre du côté de l'amélioration paysagère que de l'amélioration écologique. Celle-ci existe néanmoins par l'amélioration de l'interface berges/eau avec l'implantation d'hélophytes et d'hydrophytes qui constitue le gain biologique principal.

### CONTACT

→ **Michel Valois**
***Organisme :***
Syndicat de l'Orge aval - 163, Route de Fleury 91172 Viry-Châtillon Cedex
E-mail : sivoa@sivoa.fr

## Autres exemples hors bassin

- *Le Bief de Nanchez a Prenovel (39)*



**Figure 98 :** En haut, localisation. Au milieu, partie non restaurée et à en bas partie reméandrée.

**CONTACT**

➔ **MM. Bruneel et Ecoiffier**
***Organisme :***
Parc Naturel Régional du Haut-Jura, Maison du Haut-Jura, 39310 Lajoux
E-mail : ch.bruneel@parc-haut-jura.fr

- *Le Colostre à Gréoux les Bains (04)*

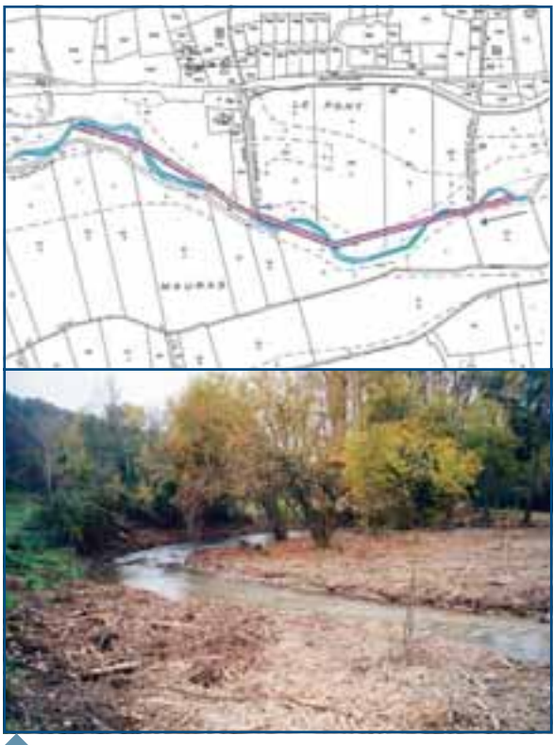


**Figure 99 :** En haut, localisation. En bas, méandre remis en eau.

**CONTACT**

➔ **MM. François Raynaud et Claude Roustan**
***Organisme :***
Fédération des Alpes de Haute-Provence pour la pêche et la protection du milieu aquatique, 04000 Digne les Bains
E-mail : fdpeche04@wanadoo.fr

# Travaux en limite des opérations de restauration



Un certain nombre de types d'interventions sur les cours d'eau peuvent être plus ou moins apparentées à des opérations de restauration. Nous considérons que ces interventions sont toutefois en limite des concepts de restauration développés dans ce manuel et elles ne sont donc pas détaillées ici. Ces interventions sont d'ailleurs déjà largement décrites dans d'autres publications auxquelles le lecteur est renvoyé.

Il s'agit notamment des actions suivantes :

- réalisation de passes à poissons ;
- gestion des espèces envahissantes ;
- entretien de la végétation aquatique, de la ripisylve, curage d'entretien ;
- lutte contre le piétinement du bétail ;
- aménagements hydroécologiques de franchissements.

## Réalisation de passes à poissons

De très nombreux seuils et barrages ont été (et sont encore) réalisés sur les cours d'eau. Les principaux dysfonctionnements occasionnés par ces ouvrages ont été présentés plus haut. L'un de ces dysfonctionnements est lié à l'obstacle que constitue un tel ouvrage sur la libre circulation des poissons, qu'ils soient migrateurs ou non.

Si l'utilité d'un ouvrage transversal existant (seuil ou barrage) n'est plus démontrée, le type de restauration à favoriser est sa suppression totale (dérasement) ou partielle (arasement). Cette mesure permet non seulement le rétablissement de la libre circulation piscicole, mais aussi la « reconstitution » du profil en long naturel du cours d'eau, avec la diversité de faciès et d'habitats qui lui sont associés. Cependant, tous les seuils et barrages présents sur les cours d'eau ne pourront être supprimés. Dans le cas de la nécessité du maintien d'ouvrages existants, les actions à promouvoir viseront alors à limiter certains dysfonctionnements (catégorie d'action notée L). C'est typiquement ce type d'action que représente la réalisation d'un ouvrage de franchissement pour la faune piscicole.



**Figure 100 :** Différents types de passes à poissons.

Si l'aménagement de dispositifs de franchissement sur des ouvrages existants a très largement fait ses preuves, il faut néanmoins préciser que *« la passe à poissons la mieux conçue et la plus attractive induira toujours un retard de migration et l'effet cumulatif des aménagements sur un cours d'eau peut très vite atteindre des proportions non compatibles avec le maintien d'une population de migrateurs. De plus l'aménagement d'une passe à poissons ne règle pas le cas d'avalaison qui peut s'accompagner de mortalités conséquentes au passage de turbines ou d'évacuateurs de crue »* (selon Larinier, Porcher, Travade, Gosset, 2000).

La réalisation de passes à poissons n'est donc pas à considérer comme une opération de restauration écologique à proprement parler et ne fait pas partie du présent manuel. De plus, ce type d'aménagements fait déjà l'objet de nombreuses études et ouvrages spécialisés très bien documentés.

### POUR EN SAVOIR PLUS

- **Larinier M., Porcher J.-P., Travade F. et Gosset C. (2000) :** *Passes à poissons ; expertise, conception des ouvrages de franchissement.* Collection mise au point.
- **Larinier M., Croze O. (2001) :** *Libre circulation des poissons migrateurs et seuils en rivière. Guide technique n° 4.* SDAGE Rhône Méditerranée Corse.
- **Larinier M., Courret D., Gomes P. (2006) :** *Guide technique pour la conception des passes naturelles.* Rapport GHAAPPE RA 06.05.VI.
- **Richard A. (2000) :** *La libre circulation des poissons migrateurs sur les rivières de Basse-Normandie.* Conseil Supérieur de la Pêche.

## Gestion des espèces envahissantes

On constate aujourd'hui partout dans le monde, la présence de plus en plus marquée dans les milieux naturels d'espèces végétales (et animales) non indigènes. Ces espèces, introduites accidentellement ou non, ont souvent tendance à connaître un très fort développement, du fait de conditions de concurrence souvent plus modérées que dans leur région d'origine. Ni la France en général, ni le bassin de Seine-Normandie en particulier, n'échappent à ce fléau.

Par définition, les bords de cours d'eau sont régulièrement remaniés par les crues, laissant d'importantes surfaces nues après chaque événement hydrologique. C'est ainsi que des espèces végétales indigènes pionnières se retrouvent directement en concurrence avec des essences *xénophytes*.

De telles essences, pour « assurer » leur suprématie sur leurs concurrents indigènes, ont su faire preuve d'un « opportunisme » souvent spectaculaire et propre à chaque espèce ou famille. Leur mode de reproduction est souvent végétatif, de sorte qu'un éclat de rhizome, un segment de tige abandonné par un animal, par une crue ou par un engin de chantier, etc., peut suffire à assurer leur prolifération. Certaines espèces développent et diffusent des substances allélopathiques de croissance face à leurs concurrentes. D'autres plantes développent un gigantisme et une croissance extrêmement rapide, privant de lumière leurs concurrentes, etc.

De cette façon, leur développement est souvent monospécifique sur des surfaces importantes, pénalisant très fortement la biodiversité. A ce titre, il est intéressant de rappeler que le conseil de l'Europe a considéré que la prolifération d'espèces végétales xénophytes dans les milieux naturels était la 2e cause d'altération de la biodiversité après la destruction des habitats.

Dans ce contexte, on peut notamment citer de manière non exhaustive les espèces végétales non indigènes suivantes sur le territoire du bassin Seine-Normandie :

- la renouée du Japon *(Reynoutria japonica)* ;
- le buddleia *(Buddleja davidii)* ;
- le robinier faux acacia *(Robinia pseudoacacia)* ;
- les cultivars de peuplier *(Populus sp)* ;
- la balsamine de l'Himalaya *(Impatiens glandulifera)* ;
- l'ailante *(Ailanthus altissima)* ;
- la jussie *(Ludwigia)* ;
- le raisin d'Amérique *(Phytolacca americana)* ;
- etc.

Sans entrer dans un discours très spécialisé que le lecteur averti pourra trouver dans la littérature, notons les quelques principes fondamentaux suivants à respecter pour éviter, ou tout au moins limiter l'expansion de végétaux xénophytes lors de travaux :

- éviter de planter des espèces végétales non indigènes, que ce soit en bordure de milieu naturel ou non (plusieurs services environnementaux de différents pays dont ceux de la France et aussi de la Suisse ont publié des listes noires d'espèces à proscrire de tout aménagement) ;
- lorsque la présence d'espèces végétales xénophytes est détectée sur un site de travaux, redoubler de précaution dans la circulation des engins de chantier, la manipulation des matériaux, etc. ;
- être très vigilants sur la provenance de matériaux inertes d'apport lors de chantiers (terre végétale contaminée, cailloux, graviers, etc.) ;




**Figure 101 :** Quelques exemples de végétaux xénophytes et inadaptés : **a)** Renouée de Sakhaline *(Reynoutria sachalinensis)*. **b)** Renouée du Japon *(Reynoutria japonica)*. **c)** Raisin d'Amérique *(Phytolacca americana)*. **d)** Jussie *(Ludwigia)*. **e)** et **f)** Buddleia *(Buddleja davidii)*. **g)** Epicéas *(Picea abies)* ; même si elles ne sont pas « exotiques », certaines espèces inadaptées en bordure des cours d'eau peuvent être très pénalisantes (acidité des sols, trop fort ombrage, etc.).

- dans les sites potentiellement colonisables (parce que plusieurs foyers sont connus à l'amont d'un secteur de travaux par exemple), prévoir une végétalisation simple (ensemencement par exemple) de l'ensemble des surfaces travaillées exondées afin de favoriser la concurrence entre espèces ;
- dans toute opération de restauration de cours d'eau, prévoir un entretien/garantie des surfaces végétalisées ; entretien s'étalant généralement sur une période minimale de trois ans et permettant la surveillance et l'élimination de toute espèce xénophyte détectée.

Si la présence d'essences envahissantes végétales peut généralement être localisée sous forme de « foyers » clairement identifiables, il en est tout autre des espèces animales non indigènes dont la localisation dépasse souvent largement le secteur de travaux concerné par une opération de restauration. De ce fait et en raison de leur évidente plus forte mobilité, la gestion des espèces animales non indigènes relève d'une plus grande difficulté d'approche que la gestion des espèces végétales xénophytes. C'est ainsi que l'on peut notamment citer les quelques espèces suivantes : le ragondin *(Myocastor coypus)*, le rat musqué *(Ondatra zibethicus)*, l'érismature rousse *(Oxyura jamaicensis)*, la moule zébrée *(Dreissena polymorpha)*, l'écrevisse américaine *(Orconectes limosus)*, l'écrevisse de Louisiane *(Procambarus darkii)*, la grenouille taureau *(Rana castesbeiana)*, etc.

### POUR EN SAVOIR PLUS

- **Muller S. (2004) :** *Plantes envahissantes en France. Etat des connaissances et propositions d'actions. Volume 62 de la Collection Patrimoines Naturels des publications scientifiques du Museum national d'Histoire Naturelle.*
- **Comité rédactionnel animé par la DIREN des Pays de la Loire, l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne, le Forum des Marais Atlantiques et le Conservatoire régional des rives de la Loire et affluents (2004) :** *Gestion des plantes exotiques envahissantes en cours d'eau et zones humides. Guide technique.* Comité des Pays de la Loire.
- **Comité français pour l'union internationale pour la conservation de la nature (UICN)**, dont le siège est à 36, rue Geoffroy Saint-Hilaire à Paris **(site internet : uicn@uicn.fr)**.

## Entretien de la végétation aquatique, de la ripisylve et curage d'entretien

L'entretien de la végétation aquatique, de la ripisylve et la gestion des bords de cours d'eau comprennent des opérations très diverses telles que abattage, recépage, débroussaillage, enlèvement de bois mort, évacuation d'embâcles, arasement d'atterrissements, curage d'entretien, etc. Si ce type d'interventions est réalisé très régulièrement sur les cours d'eau, on peut souvent regretter la systématisation des procédés et des techniques sur de grands linéaires, sans définition précise des objectifs, ni véritable analyse des conséquences de ces actions, ce qui peut conduire à une banalisation et à une uniformisation du milieu alluvial.

Sans revenir sur le détail des différentes actions d'entretien et de gestion de la végétation aquatique et ripicole, qui fait déjà l'objet de nombreuses études très bien documentées, on se limitera dans le cas présent à rappeler les fondements d'une démarche de gestion globale et raisonnée, la nature s'accommodant assez mal du *« faire-propre »* et de *l'uniformisation* :

- **la base d'une telle démarche passe par l'analyse permanente des conséquences de nos actions**. Par exemple, plusieurs embâcles ponctuent un secteur de cours d'eau. Quels sont leurs rôles sur les écoulements ? Sur la microfaune ? Quels sont les risques s'ils sont maintenus en place ?
- **les cours d'eau ont tous leurs spécificités propres, avec leur patrimoine naturel, leurs contraintes, leurs enjeux, leurs usages, etc.** Tous ces éléments sont à décrypter, lister, mettre en balance, etc. C'est la connaissance et la comparaison, à la fois du patrimoine naturel, des enjeux et des contraintes qui s'appliquent sur un site qui permettra la définition d'objectifs de gestion raisonnés et réfléchis.

### POUR EN SAVOIR PLUS

- **Calandre P., Jacono D. (2006) :** *Protection et gestion des rivières du secteur Seine Aval ; Bassin Seine-Normandie.* Agence de l'eau Seine-Normandie.
- **Frossard P.-A., Jund S., Lachat B., Paillard C. (2000) :** *Guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau.* Agence de l'Eau Rhin-Meuse.
- **Ledard M., Gross F., Haury J., Lafontaine L, Hubaud M.-O., Vigneron T., Dubos C., Labat J.-J., Aubry M., Nioche-Seigneuret F., Vienne L., Craipeau F. (2001) :** *Restauration et entretien des cours d'eau en Bretagne. Guide technique.* DIREN Bretagne et société Rivière-Environnement.
- **Michelot J.-L. (1995) :** *Gestion patrimoniale des milieux naturels fluviaux. Guide technique.* Réserves Naturelles de France.

## Lutte contre le piétinement du bétail

En milieu rural, la divagation du bétail dans le cours d'eau peut être la cause de diverses perturbations : disparition ou appauvrissement de la végétation ripicole par broutage ou piétinement des animaux, colmatage du fond du lit par la mise en suspension de matériaux de berge, surcharge fertilisante des eaux en particulier sur les petits cours d'eau, etc.

Pour ces différentes raisons, il est nécessaire de mettre en place des aménagements spécifiques tels que des clôtures de protection, des abreuvoirs à nez, etc., qui permettent de protéger le milieu naturel tout en garantissant pour le bétail un abreuvement adéquat.

Ces mesures particulières sont essentiellement destinées à la limitation des dysfonctionnements (catégorie L) et non à des opérations de restauration à proprement parler (catégorie R), c'est pourquoi elles ne sont pas revues en détail dans le cadre de la présente étude.

Diverses publications et études techniques très bien documentées fournissent des informations détaillées et chiffrées sur la mise en place de clôtures, de sites d'abreuvement, de pompes de prairies, de moyens de franchissement, etc.

### POUR EN SAVOIR PLUS

→ **Caudron D., Jolimaître J.-F., Weil S. (2002) :** *Gestion des cours d'eau de Basse-Normandie*. Cellule d'Animation Technique pour l'Eau et les Rivières (CATER) de Basse-Normandie.



**Figure 102 :** Exemples d'aménagements pour éviter que le bétail n'ait accès à l'ensemble des rives d'un cours d'eau.

## Aménagements hydroécologiques de franchissement

Les cours d'eau sont très fréquemment traversés par des ouvrages divers (routiers, ferrés, canalisations, etc.). Ces ouvrages transversaux sont très souvent responsables d'impacts écologiques pour le milieu alluvial, avec la « fragmentation » des habitats, la limitation de la fonction de « corridor » écologique assurée par le cours d'eau, ou l'effet de « fixation » de l'espace alluvial qu'ils génèrent.

Sans représenter de réelles mesures de restauration, il est fortement recommandé de respecter certains principes fondamentaux pour une implantation de tels ouvrages qui limitent les impacts sur les milieux naturels ; principes, directives et mesures particulières que le lecteur averti trouvera aisément dans la littérature spécialisée.

Par exemple et de manière générale, on veillera à toujours réserver un minimum d'espace « sec » sous un ouvrage de franchissement, avec le développement de « banquettes », de berges à pente douce, etc.



**Figure 103 :** Exemple d'un « tunnel » de franchissement avant travaux de diversification du lit en haut et après « réaménagement » en bas.

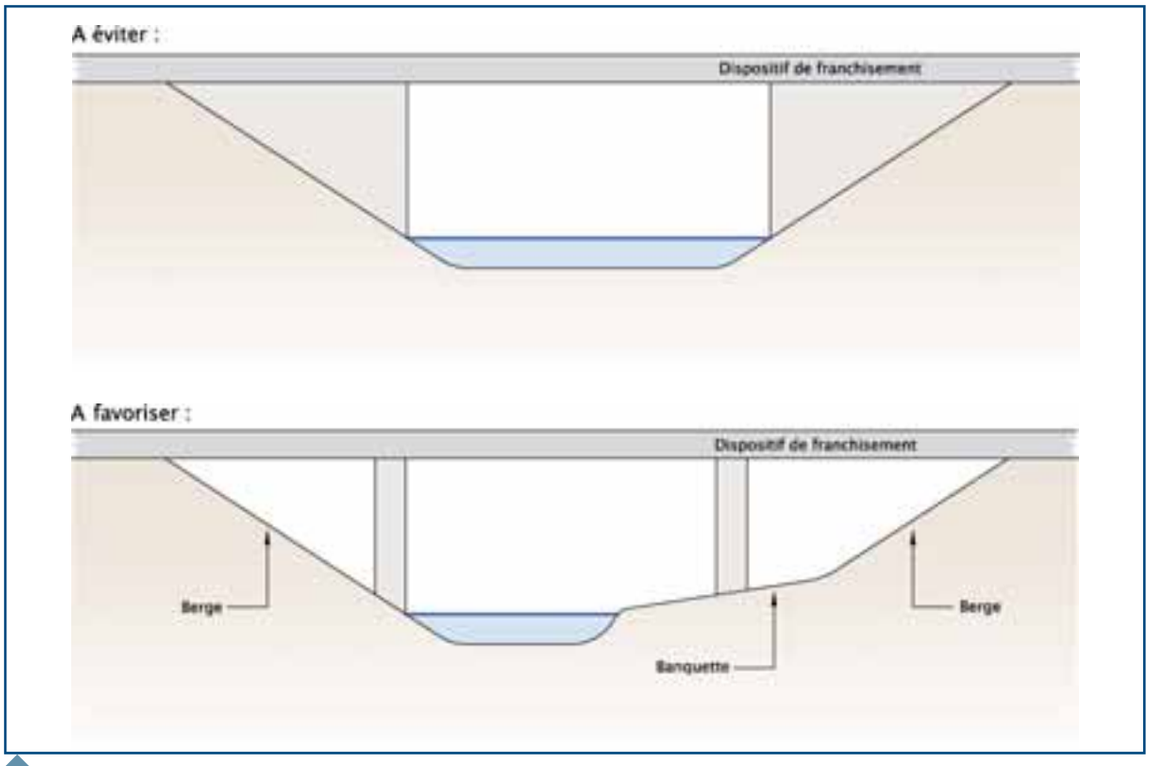



**Figure 104 :** Exemple de configuration de franchissement à éviter en haut et à favoriser en bas.

## POUR EN SAVOIR PLUS

➔ **Carsignol J., CETE de l'est (2005)**. *Guide technique « Aménagements et mesures pour la petite faune »*. Ministère des Transports de l'Equipement du tourisme et de la Mer puis ministère de l'Ecologie et du Développement durable.

# Mesures de limitation des impacts lors des opérations de restauration





La plupart des actions de restauration sont susceptibles d'induire des travaux assez « lourds » de terrassement en lit mineur et en lit majeur. Il est donc important de limiter au maximum les impacts négatifs liés à cette phase de travaux.

**On veillera notamment au respect des principes suivants :**

- **procéder à des pêches électriques de sauvegarde** préalablement aux travaux, voire également lors des travaux ;
- **éviter tous travaux de terrassement du lit des cours d'eau en période de frai des poissons.** Cette condition peut être particulièrement pénalisante sur les cours d'eau peuplés par les « grands migrateurs » puisque la remontée des poissons peut s'étaler sur toute l'année avec des pics en avril, mai, juin, juillet (cas du saumon par exemple). Quelle que soit la période d'intervention, il faudra être particulièrement vigilant pour limiter la mise en suspension de sédiments fins ;
- **éviter des « va-et-vient » inutiles avec des engins en fond de lit ;** privilégier lorsque c'est possible un positionnement des machines en rive et non dans le lit vif des cours d'eau ;
- **sur les petits cours d'eau, favoriser la dérivation partielle et provisoire des eaux avec des canalisations temporaires. Sur des plus grands cours d'eau, prévoir des batardeaux,** par exemple sous forme de remblais de graviers, et procéder aux travaux par moitié de la largeur du lit en basculant les écoulements de l'autre côté ;
- **lorsque des opérations de pompages sont inévitables, prévoir des bacs ou des bassins provisoires de décantation des eaux** avant leur retour dans le cours d'eau ;
- **sur les petits cours d'eau, procéder à la pose provisoire lors des travaux de terrassement de**



**Figure 105 :** Journée de « visite » d'une opération de restauration de cours d'eau !

**barrages de filtration des eaux** en bottes de paille, en géotextiles biodégradables en coco, etc. ;

- **ne pas favoriser la prolifération d'espèces xénophytes indésirables lors de travaux,** notamment avec les engins de chantier (des segments de tiges, de racines, des graines, etc. peuvent être transférés d'un chantier à un autre avec les chenilles des engins, les godets de pelles, etc.) et avec la fourniture de matériaux d'apport extérieurs au site qui peuvent être contaminés (graviers, terre végétale, argile, etc.) ;
- lorsqu'un nouveau cours d'eau est créé en parallèle à un chenal rectifié par exemple (opérations de reméandrage, de découverture de cours d'eau, de création de nouveau cours d'eau, etc.), procéder aux travaux de l'aval vers l'amont et terrasser le « bouchon » amont au dernier moment, c'est-à-dire lorsque le nouveau lit est pratiquement terminé, de manière à éviter le départ inutile de particules fines dans le cours d'eau ;
- **favoriser l'utilisation d'huiles végétales et biodégradables dans les circuits hydrauliques des engins de chantier pour limiter les risques de pollution du milieu naturel.** Dans le même registre, prévoir sur le site une quantité suffisante de produits absorbants d'éventuels produits dangereux pour le milieu naturel (diesel, essence, etc.). Prévoir des zones éloignées du cours d'eau pour procéder au remplissage de carburant des engins de chantier, et le soir ou le week-end entreposer les machines hors de tout secteur de débordement potentiel des écoulements.

D'autre part et pour terminer, veiller à ce que les aspects pédagogiques et démonstratifs d'une opération de restauration de cours d'eau ne soient pas eux-mêmes source d'impacts, avec un excès de fréquentation du milieu nouvellement créé *(cf. figure 105)*.



## CRÉDIT PHOTOGRAPHIQUE ET ICONOGRAPHIQUE

### MANUEL

**Photos de la couverture :**
Patrick Dieudonné

**Figure 1 :** photos Malavoi **7**
**Figure 2 :** **a)** photo Malavoi, **b)**, **c)**, et **d)** photos Biotec **e)** et **f)** photos Pro Natura **8**
**Figure 4 :** photos Malavoi **10**
**Figure 5 :** photos Malavoi **11**
**Figure 8 :** photos Biotec et Malavoi **14**
**Figure 9 :** **a)** photo TP Delémont, **b)** et **c)** photos Biotec **15**
**Figure 10 :** photos Biotec et Malavoi **15**
**Figure 12 :** photos Biotec **16**
**Figure 14 :** Biotec, Malavoi, 2006 **18**
**Figure 17 :** photos Malavoi **25**
**Figure 18 :** photos Biotec **25**
**Figure 20 :** photo Biotec **27**
**Figure 21 :** photo Luc Terraz, photo : DIAE du canton de Genève **27**
**Figure 25 :** photos C. Thévenet **31**
**Figure 26 :** photos Biotec **31**
**Figure 27 :** photos Biotec **32**
**Figure 28 :** photos Biotec **32**
**Figure 29 :** photos Biotec **33**
**Figure 31 :** photo Biotec, photo J. Bertran **35**
**Figure 32 :** photos Malavoi **35**
**Figure 35 :** photos Malavoi **37**
**Figure 37 :** **a)** photo IGN, **b)** et **c)** photo Malavoi **40**
**Figure 39 :** la Moselle, photos Malavoi **42**
**Figure 41 :** **a)** photo L. Sarteau, **b)** photo Biotec, **c)** photo Biotec **43**
**Figure 42 :** photos Biotec **44**
**Figure 43 :** photos Biotec **45**
**Figure 44 :** photos Biotec **46**
**Figure 45 :** figure Biotec **47**
**Figure 46 :** figure Biotec **47**
**Figure 47 :** photos Adèle David-Vaudey **48**
**Figure 48 :** photos Biotec **49**
**Figure 49 :** figure Biotec **49**
**Figure 50 :** photo Biotec **50**
**Figure 51 :** figure Biotec **50**

### GUIDE TERRAIN

**Figure 1 :** photos Biotec ***Fiche 1*, p. 4**
**Figure 2 :** photos Malavoi. ***Fiche 1*, p. 4**
**Figure 3 :** photos Malavoi ***Fiche 1*, p. 5**
**Figure 4 :** photos Biotec ***Fiche 2*, p. 7**
**Figure 5 :** illustration et photo Biotec ***Fiche 2*, p. 8**
**Figure 6 :** photos Biotec ***Fiche 2*, p. 9**
**Figure 7 :** photos Biotec ***Fiche 3*, p. 11**
**Figure 11 :** photos Biotec ***Fiche 3*, p. 15**
**Figure 12 :** photos Biotec ***Fiche 3*, p. 15**
**Figure 13 :** photos Biotec ***Fiche 3*, p. 16**
**Figure 14 :** photos Biotec ***Fiche 3*, p. 16**
**Figure 15 :** photos Biotec ***Fiche 3*, p. 17**
**Figure 19 :** photos Malavoi ***Fiche 5*, p. 24**
**Figure 20 :** photos C. Lebas ***Fiche 5*, p. 25**
**Figure 21 :** **En haut**, photo Malavoi, **En bas**, photo C. Lebas ***Fiche 5*, p. 25**
**Figure 22 :** photos Biotec ***Fiche 6*, p. 27**
**Figure 23 :** photos Biotec ***Fiche 6*, p. 28**
**Figure 24 :** figure Biotec ***Fiche 6*, p. 29**
**Figure 25 :** photos Biotec ***Fiche 6*, p. 29**
**Figure 30 :** photos Malavoi ***Fiche 7*, p. 36**
**Figure 31 :** photos Biotec ***Fiche 7*, p. 37**
**Figure 33 :** photo Biotec ***Fiche 7*, p. 39**
**Figure 34 :** photos Biotec ***Fiche 7*, p. 39**
**Figure 35 :** photo Biotec ***Fiche 7*, p. 39**
**Figure 36 :** photos Biotec ***Fiche 7*, p. 40**
**Figure 37 :** photos Biotec ***Fiche 7*, p. 40**
**Figure 38 :** photos Biotec ***Fiche 7*, p. 41**
**Figure 43 :** photos Biotec ***Fiche 8*, p. 46**
**Figure 44 :** photos Biotec ***Fiche 8*, p. 41**
**Figure 47 :** photos Biotec ***Fiche 8*, p. 47**
**Figure 48 :** photos Malavoi ***Fiche 9*, p. 49**
**Figure 51 :** **a)** et **c)** photos Malavoi, 1995 ; **b)** et **d)** photos Baran, 2006) ***Fiche 9*, p. 52**
**Figure 54 :** **a)** et **b)** photo Biotec. **c)** et **d)** photos SIVOA ***Fiche 9*, p. 54**
**Figure 57 :** **a)** et **d)** Malavoi **b)** et **c)** atelier Cepage ***Fiche 10*, p. 57**
**Figure 59 :** **a)** et **b)** SIVOA **c)** photos Malavoi ***Fiche 10*, p. 59**
**Figure 60 :** photos Biotec ***Fiche 11*, p. 62**
**Figure 63 :** photos Biotec ***Fiche 11*, p. 64**
**Figure 65 :** photos Silène-Biotec ***Fiche 11*, p. 65**
**Figure 66 :** photos Biotec ***Fiche 11*, p. 66**
**Figure 67 :** figure Biotec ***Fiche 12*, p. 68**
**Figure 69 :** photos Biotec ***Fiche 12*, p. 70**
**Figure 70 :** photos Biotec ***Fiche 12*, p. 70**
**Figure 71 :** photos Biotec ***Fiche 12*, p. 71**
**Figure 72 :** photos Biotec ***Fiche 12*, p. 71**
**Figure 73 :** photos Biotec ***Fiche 12*, p. 71**
**Figure 74 :** photos Biotec ***Fiche 12*, p. 72**
**Figure 75 :** photos Biotec ***Fiche 12*, p. 72**
**Figure 76 :** photos Biotec ***Fiche 12*, p. 73**
**Figure 81 :** Photos C. Lebas ***Fiche 13*, p. 80**
**Figure 82 :** photo Biotec ***Fiche 13*, p. 80**
**Figure 83 :** photos Biotec ***Fiche 13*, p. 80**
**Figure 84 :** figure Biotec ***Fiche 14*, p. 81**
**Figure 87 :** **a)**, **b)** et **c)** B. Barré – ONF **d)** photo Malavoi ***Fiche 14*, p. 83**
**Figure 98 :** IGN et photos Malavoi-Biotec ***Fiche 15*, p. 92**
**Figure 94 :** figure Malavoi-Biotec ***Fiche 15*, p. 88**
**Figure 95 :** figure Malavoi-Biotec ***Fiche 15*, p. 89**
**Figure 97 :** photos Malavoi ***Fiche 15*, p. 91**
**Figure 99 :** **En haut :** F. Raynaud **En bas :** photo Biotec ***Fiche 15*, p. 92**
**Figure 100 :** photos Biotec **93**
**Figure 101 :** photos Biotec **95**
**Figure 102 :** photos Biotec **97**
**Figure 103 :** photos Biotec **97**
**Figure 104 :** figure Biotec **98**
**Figure 105 :** photo Biotec **99**