

vnf

voies
navigables
de France

direction
de l'infrastructure
et de l'environnement

guides

Application des techniques **végétales** pour la protection des berges des voies navigables



Objet du guide

Ce guide s'adresse à tous les personnels en charge de travaux de protection des berges sur les voies navigables.

Il a pour objectif de développer l'utilisation des techniques végétales dans la protection des berges des voies navigables.

Il est divisé en trois parties :

- un manuel : cette partie présente les aspects généraux liés à l'application du génie végétal dans la protection des berges des voies navigables.
- des fiches techniques : elles présentent les différentes techniques qui peuvent être mises en œuvre sur la voie d'eau.
- des fiches de réalisations : elles présentent des retours d'expérience de chantiers pilotes.

Remerciements

Ce guide a été réalisé par Yannick BARBRY, élève ingénieur à l'École supérieure d'horticulture d'Angers lors d'un stage de 6 mois de mars à août 2002 au sein du département de l'eau et de l'environnement des Voies navigables de France.

Ce guide est un recueil des chantiers exemplaires menés depuis 1994 par les différents services mis à disposition de VNF. Sa rédaction s'est appuyée sur de nombreux entretiens et également sur des visites de terrain. Le département de l'eau et de l'environnement tient à remercier toutes les personnes qui ont participé à l'élaboration de ce guide et ont contribué ainsi à promouvoir des techniques particulièrement efficaces et respectueuses de l'environnement et plus particulièrement :

Messieurs Gérard DEMANGE et Eric PARIS de la Direction inter-régionale du Nord-Est

Messieurs Patrick DELBARRE de la subdivision de Maubeuge et Henri CATRISSE de la subdivision de Lille, Direction régionale du Nord-Pas-de-Calais

Monsieur Yves MAURICE, subdivisionnaire de Colmar, Direction inter-régionale de Strasbourg.

Monsieur Lionel VUITTENEZ, subdivisionnaire de Chaumont, délégation locale de la Haute-Marne

Monsieur Yves MAJCHRZAK de la mission environnement, Direction inter-régionale du bassin Rhône-Saône

Monsieur Christophe PINEAU du Conservatoire Régional des rives de la Loire et de ses affluents

Monsieur Henri ANDRÉ, entreprise Cofraco

Sommaire

■ Fonctions des berges des cours d'eau		
Fonctions physiques	4	
Fonctions biologiques	4	
Fonctions socio économiques	4	
Fonctions paysagères	5	
■ Historique des techniques de protection des berges chez VNF	6	
■ Réglementation		
Principe général	7	
La loi sur l'eau	7	
■ Généralités sur les techniques		
Qu'est-ce qu'une technique végétale et quels en sont les buts?	8	
Avantages et contraintes principaux	8	
Règles générales	9	
■ Géotextiles		
Types de géotextile	11	
Mise en place du géotextile	11	
Fixation du géotextile	12	
Installation des plantations dans le géotextile	12	
■ Techniques de pied de berge		
Rôles et caractéristiques principales	13	
Précautions lors de leur mise en œuvre	13	
■ Végétaux		
Règles générales	15	
Les saules	16	
Les hélophytes	16	
Les ensemencements - les mélanges grainiers	16	
La capacités d'enracinement des végétaux	16	
■ Les plantes indésirables	17	
■ Entretien		
Généralités	18	
Hélophytes	18	
Ensemencements	18	
Saules et ligneux	18	
Produits phytosanitaires	18	
■ Causes possibles d'échecs		
L'étude	19	
Mise en œuvre	19	
Problèmes possibles	19	
■ Critères de choix des techniques	20	
■ Précisions sur les fiches du guide	21	
■ Bibliographie	22	
■ Définitions utiles	23	
■ Acteurs	23	



Fonctions des berges des cours d'eau

Un cours d'eau est fondamentalement un écosystème, même si l'homme l'a aménagé pour ses propres besoins : navigation, production d'énergie, évacuation d'eaux usées...

Un canal conçu pour la navigation constitue également un écosystème qui, bien qu'artificiel, peut présenter un intérêt écologique manifeste.

Les berges, zones de transition entre le milieu aquatique et le milieu terrestre, possèdent une grande valeur écologique. Cette transition est naturellement une succession d'aires plus ou moins grandes constituant des biotopes propices au développement d'une flore et d'une faune typique.

Les berges des voies navigables ont de nombreuses fonctions. On peut les regrouper selon quatre fonctions :

Fonctions physiques

Les berges séparent l'eau de la terre, elles doivent donc permettre :

- le soutènement de l'ouvrage et sa pérennité : c'est l'une des raisons pour lesquelles des protections sont mises en place, afin d'empêcher toute dégradation.
- l'étanchéité : c'est surtout le cas pour des voies en remblai où les fuites peuvent avoir de lourdes conséquences.
- la circulation sur un côté de la voie d'eau : c'est le chemin de halage qui doit être présent sur un côté et qui agit directement sur la berge.
- l'effet brise-vent : la végétation des berges peut atténuer l'effet du vent sur la voie d'eau. Ceci atténue l'évaporation de l'eau et peut améliorer les conditions de navigation.
- l'atténuation des inondations : la végétation ralentit les courants lors de crues et atténue ainsi les effets érosifs de la crue.

Fonctions biologiques

C'est un terme complexe qui renferme de multiples fonctions.

La berge est tout d'abord un lieu d'échanges très riche :

- échanges d'eau entre la voie d'eau et la nappe d'eau. Les végétaux ou autres facteurs biologiques peuvent intervenir dans cet échange en concentrant l'eau dans leur racine.

- transferts de substances entre la voie d'eau et la terre, dans les deux sens. Des sels dissous (comme les nitrates) peuvent être véhiculés par l'eau vers la voie d'eau.
- dépôts ou départs de sédiments minéraux arrachés à la berge ou au contraire accumulés par les courants.
- circulation des animaux de l'eau vers la terre et inversement afin de trouver de la nourriture ou de changer d'habitat. Il est donc important qu'ils puissent changer librement de conditions (eau ; eau-terre ; terre) pour vivre.
- filtre de l'eau. La végétation de berge a un rôle très important de filtre. Elle filtre les eaux arrivant des terres voisines par absorption, assimilation ou transformation de substances. La végétation filtre les polluants éventuels et limite ainsi la pollution des eaux.

C'est aussi un lieu d'habitats : la berge constitue un lieu très riche en végétation et en faune. La diversité végétale induit une diversité animale et un lieu de nourriture riche pour cette population. Les racines des plantes en bord de berge servent de refuge à la faune piscicole. Les oiseaux trouvent des abris dans les arbres de bordure de cours d'eau.

C'est encore un corridor biologique : cela signifie que les berges constituent, par leur linéaire, une voie privilégiée de communication pour la faune entre plusieurs milieux naturels. La berge est un axe de migration animale.

C'est enfin une protection contre le rayonnement solaire. Par son ombrage, la berge empêche l'ensoleillement excessif du canal et donc les problèmes tels que l'eutrophisation du milieu.

Fonctions socio-économiques

La première vocation des voies d'eau navigables est le transport de marchandises ou de personnes. Cela apporte des contraintes à la gestion des berges qui doivent donc être conçues de manière à permettre le passage des bateaux.

Le développement touristique a également induit des modifications dans le mode de gestion des berges, puisque celles-ci peuvent maintenant accueillir diverses activités telles la pratique du vélo, la randonnée ou la pêche. Les berges sont ainsi remodelées pour répondre à ces nouvelles attentes.

La protection des riverains vis-à-vis des risques d'inondations ou d'érosion des terrains engendre également de nombreuses interventions sur les berges.

Fonctions paysagères

Les trois fonctions précédentes ont un impact direct sur la fonction paysagère des voies d'eau. La recherche d'une esthétique est de plus en plus recherchée en raison de l'attrait touristique de la voie d'eau. Il ne faut toutefois pas confondre cette fonction esthétique avec la fonction biologique, comme on le fait souvent.

C'est pour répondre, chaque fois que cela est possible, à la totalité de ces fonctions que les techniques végétales doivent être privilégiées dans chaque opération de protection de berge. Si ces techniques s'avèrent, après examen, inutilisables, il est possible de recourir aux techniques mixtes qui allient génie végétal et génie civil. Le recours à des techniques minérales telles que les enrochements ou les palplanches ne doit être envisagé qu'en dernier lieu et pour des besoins bien spécifiques.

Historique des techniques de protection des berges chez VNF

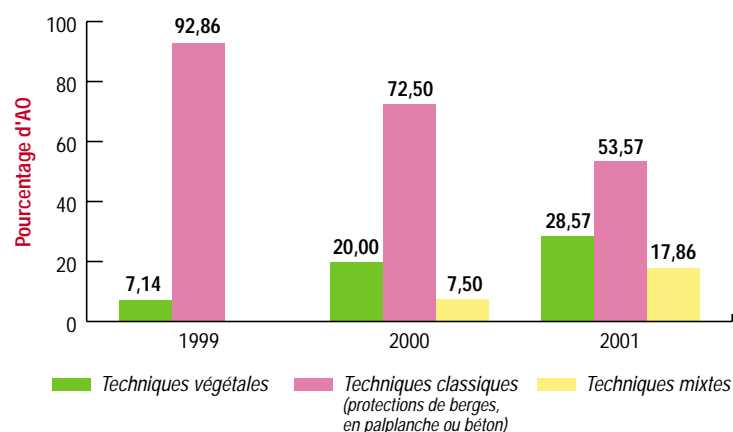
Les techniques les plus couramment employées actuellement, pour tenir les berges, sont des techniques de génie civil ayant des conséquences désastreuses sur le milieu aquatique. En effet, les protections type palplanches ou béton créent une barrière entre l'eau et la terre et induisent un milieu très pauvre biologiquement.

La circulaire de VNF du 12 novembre 1998 impose l'utilisation du génie végétal chaque fois que cela est techniquement envisageable.

et peut atteindre 53,00 €/mL si les travaux sont réalisés en régie. Ces chiffres varient évidemment en fonction de la hauteur du talus de berge, des conditions du site et de l'état initial de celui-ci.

Les techniques végétales en plus de leurs intérêts techniques, écologiques et paysagers sont aussi très intéressantes pour leur coût de mise en œuvre.

Répartition des différentes techniques sur 3 ans



Source : Autorisations d'Opérations données par VNF en France (AO) en investissements pour les protections de berges.

Comme nous le montre ce graphique, le nombre d'opérations incluant tout ou partie de techniques végétales est en constante augmentation depuis 3 ans. Cependant les techniques classiques sont encore largement utilisées au regard de l'ambition de la circulaire de 1998. Il est à noter de surcroît que ce sont les opérations les plus importantes qui ne bénéficient pas de ces techniques.

Sur voies navigables, les techniques végétales sont expérimentées depuis 1994 par VNF. Les résultats obtenus permettent d'affirmer qu'elles apportent, si elles sont correctement mises en œuvre une efficacité technique au moins équivalente à celle observée avec des techniques dures sur canaux ou rivières naviguées.

D'après les données disponibles pour les opérations d'investissements pour protection de berges, une technique classique revient en moyenne à 191,00 €/mL. Une technique végétale coûte en moyenne 137,00 €/mL

- Coût moyen d'une technique classique : 191,00 €/mL
- Coût moyen d'une technique végétale : 137,00 €/mL
- Les techniques végétales sont expérimentées depuis 1994 par VNF : les résultats obtenus sont positifs.

Réglementation

Principe général

La directive européenne établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (directive 2000/60/CE du 23 octobre 2000) précise que « les états membres protègent et améliorent toutes les masses d'eau artificielles ou fortement modifiées en vue d'obtenir d'ici 2015 un bon potentiel écologique ». Les cours d'eau navigables et les canaux où les techniques d'aménagement lourdes (béton, palplanche, enrochements...) ont été très largement utilisées et qui présentent une diversité biologique faible sont concernés au premier chef. Le recours à des techniques écologiques, notamment en matière de protection de berge, est un des facteurs d'atteinte de cet objectif.

La loi sur l'eau

Depuis le 13 février 2002 (décret n°2002-202 modifiant le décret N° 93-742 du 29 mars 1993 relatif à la nomenclature des opérations soumises à autorisation ou à déclaration au titre de la loi sur l'eau) intègre une rubrique spécifique à la consolidation et à la protection des berges :

Rubrique 2.5.5 : consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales :

- 1. pour un cours d'eau ayant un lit mineur d'une largeur inférieure à 7,5 m**
 - a. sur une longueur supérieure ou égale à 50 m
➔ Autorisation
 - b. sur une longueur supérieure ou égale à 20 m
➔ Déclaration

- 2. pour un cours d'eau ayant un lit mineur d'une largeur supérieure à 7,5 m**
 - a. sur une longueur supérieure ou égale à 200 m
➔ Autorisation
 - b. sur une longueur supérieure ou égale à 50 m
➔ Déclaration

Les seuils concernent les longueurs cumulées des protections de berges réalisées sur un même cours d'eau par le même maître d'ouvrage.

Les techniques mixtes sont considérées comme des techniques de génie civil, elles entrent dans le champ d'application de la rubrique 2.5.5 de la nomenclature.

Les protections de berges par techniques végétales ne

sont pas soumises à déclaration ou autorisation préalables au titre de la loi sur l'eau sauf si les travaux sont de nature à modifier l'écoulement des crues (rubrique 2.5.3) ou à limiter le champ d'expansion de celle-ci (rubrique 2.5.4). Elles doivent selon la circulaire d'application correspondante être proposées, sauf impossibilité technique, préférentiellement aux techniques de génie civil.

En cas de remplacement de protections de berges existantes, il appartient au service instructeur (service de police de l'eau compétent) de juger si les travaux sont de nature à modifier l'impact de l'ouvrage initial dans le sens d'une aggravation. Par exemple le remplacement d'une technique végétale par une technique mixte, le remplacement d'une technique mixte par une technique «dure»...

Le recours aux techniques végétales quand il est techniquement envisageable permet, en plus d'améliorer les qualités écologiques et paysagères de l'aménagement, de s'affranchir de procédures administratives préalables souvent longues et fastidieuses.

Généralités sur les techniques

Qu'est-ce qu'une technique végétale et quels en sont les buts?

Une technique végétale est une technique utilisant des végétaux ou parties de végétaux afin de protéger une berge contre l'érosion, de stabiliser une zone érodée et de régénérer son sol. C'est la copie de ce qui se fait naturellement sur les cours d'eau. Sur voies d'eau, une technique végétale se doit de :

- stabiliser la berge,
- empêcher son érosion,
- recréer un écosystème riche et typique des cours d'eau,
- assurer un aspect paysager convenable et cohérent avec le site,
- permettre une interface eau/terre adaptée,
- être cohérente avec les utilisations locales de la voie d'eau (pêche, loisirs, tourisme,...)
- assurer les différentes fonctions de la berge,
- ne pas être trop coûteuse,
- être mise en œuvre assez facilement,
- ...

Les techniques mixtes utilisent également des végétaux ou parties de végétaux mais sont couplées avec des techniques plus lourdes comme les enrochements, perrés bétons ou palplanches... Elles ont un rôle amoindri du point de vue écologique par rapport aux techniques végétales mais sont plus satisfaisantes que les techniques classiques utilisées seules.

Principaux avantages et contraintes

Les techniques végétales présentent différents intérêts :

- Elles sont **peu onéreuses**.
- Elles permettent la **stabilisation mécanique de la berge** :
 - par la résistance du système racinaire,
 - par l'absorption d'une partie de l'eau qui rend alors le sol moins fragile, qui augmente sa porosité et sa perméabilité,
 - par un effet de frein sur l'eau (vague de battillage, crue, courants importants...) grâce aux feuilles et ramilles des végétaux.
- Elles peuvent être mises en place sans perturber la circulation sur la voie d'eau.
- Le résultat est rapide et efficace. L'efficacité de

ces aménagements augmente avec le temps et dépasse même les résistances des techniques classiques au bout de plusieurs années.

- Elles ont également des **conséquences importantes du point de vue écologique**. Elles permettent un maintien du patrimoine botanique, elles augmentent les capacités d'abri et de refuge de la faune. Elles sont une protection efficace contre la pollution en absorbant une partie des produits nocifs. Elles créent des zones d'ombre et de lumière.
- L'**impact des chantiers sur le site est limité**. La mise en œuvre des techniques végétales ne nécessite pas de matériel lourd. La plupart des matériaux utilisés sont 100% biodégradables.
- Du point de vue paysager, **ces techniques améliorent l'esthétique du site et lui permettent de s'intégrer dans le paysage de la voie d'eau**. Elles permettent une diversification des aménagements.
- L'entretien de telles techniques (taille, recépage...) peut être l'occasion **d'avoir des matières premières afin de réaliser d'autres aménagements**.

Néanmoins, les techniques végétales ont quelques



Il n'y a pas besoin d'abaisser le niveau d'eau pour réaliser l'aménagement.

contraintes qu'il est important de connaître avant de se lancer dans un aménagement de ce type :

Ce type de réalisation n'est pas efficace dès sa mise en place. Des procédés comme la mise en œuvre de géotextiles en fibre de coco (*voir page 11 - Géotextiles*) permettent d'améliorer la stabilité du sol avant le développement de la végétation. Il faut savoir que la végétation doit se développer pour jouer son rôle de stabilisateur ou écologique... Il faut donc

souvent patienter une saison "végétale" pour voir les effets de l'aménagement.

- Certaines opérations demandent une main d'œuvre conséquente pour leur réalisation, qui doit, de plus, être qualifiée. Le nombre d'entreprises ou bureaux d'études capables de répondre à ce genre de marché est limité, surtout si cela concerne de grands linéaires. Ces entreprises sont cependant en plein essor.
- La réalisation des travaux s'effectue à des périodes données. Le plus souvent au printemps avant la reprise des plantes ou en automne, pendant le repos des végétaux. L'hiver est une saison dont les conditions extérieures rendent difficiles des opérations de ce type. Une réalisation dans les autres périodes (fin de printemps, été) affecte les plantes qui se développent moins bien.
- Ces aménagements peuvent demander un certain entretien dans les années qui suivent leur réalisation ceci afin de permettre un meilleur développement de la plante, de favoriser un développement buissonnant de la végétation ou d'éviter les emprises trop importantes sur la voie d'eau.
- Une étude préliminaire à l'aménagement doit être faite dans la plupart des cas afin d'adapter l'aménagement au site (choix des végétaux, type de techniques...). Cette étude peut être plus ou moins importante suivant le site aménagé.
- Ces techniques ne sont pas applicables sur tous les sites, c'est le cas, par exemple lorsqu'il est nécessaire d'étanchéifier la berge.



Besoin de main d'œuvre pour plusieurs phases du chantier.

Règles générales

Des règles générales sont propres à toute technique mixte ou végétale lors d'aménagements de berges. Il faut tout d'abord éviter de reprendre des techniques toutes faites sans se soucier du contexte de l'aménagement et sans vérifier leur adaptation au problème réel de dégradation.

Une étude préalable de l'existant doit être faite avant de concevoir le projet de protection d'une berge. En effet, il est nécessaire de connaître les contraintes du site, dans un premier temps, pour choisir la bonne technique, puis pour choisir les végétaux adaptés. De plus, il est intéressant de raisonner sur un linéaire assez conséquent de voie d'eau.

La direction inter-régionale de Lyon a lancé une étude sur le canal du Rhône au Rhin afin de gérer les actions sur les berges pendant plusieurs années. L'action ne se fait plus au coup par coup mais par zones prioritaires (pour plus d'informations, contacter la mission environnement de Lyon).

Cette étude permet donc d'agir au bon endroit avec des techniques adaptées.

- 1- Il faut d'abord se demander si l'intervention est réellement nécessaire.
- 2- Si cela est le cas : envisager prioritairement les techniques végétales et vérifier qu'elles peuvent répondre aux objectifs fixés pour l'aménagement.
- 3- Si les techniques végétales ne sont pas applicables, envisager les techniques mixtes.
- 4- Si vraiment les techniques mixtes ne peuvent répondre aux attentes de protection et ne peuvent s'appliquer aux contraintes du site, envisager les techniques classiques.

La dernière solution ne devrait pas être majoritaire pour les voies d'eau navigables car les techniques mixtes ou végétales applicables au site sont en général assez riches pour permettre une adaptation à la plupart des sites ou à leurs contraintes.

Si la mise en œuvre de telles techniques ne se fait pas dans les périodes propices, le risque d'échec est accru, de plus, la période d'intervention ne doit pas troubler les exigences de vie des espèces riveraines présentes (exemple : période de reproduction des poissons). Il faut, tant que possible, alterner les techniques aux besoins de protection.

L'entretien des sites aménagés avec de telles techniques doit se faire d'après un plan d'entretien rigoureux. Il est nécessaire de prévoir une planification d'intervention en entretien dans les années qui suivent et de suivre l'évolution du végétal dans l'aménagement. (Voir page 18 - Entretien)

Ces techniques sont basées sur la mise en place de végétaux, matériel vivant et facilement perturbé. Il est indispensable d'avoir recours à des personnes compétentes et expérimentées.

Les entreprises intervenant directement dans la réalisation de l'aménagement doivent être spécialisées dans la manipulation et la mise en place de végétaux dans les conditions particulières que présente un tel projet. Le personnel de ces entreprises doit avoir été spécifiquement formé.

En cas d'aménagement de grandes longueurs, il est conseillé de **découper le marché en lots**. Ceci permet à un plus grand nombre d'entreprises de répondre au marché et donne la possibilité de trouver une entreprise locale compétente dans les techniques végétales.

S'entourer de personnes compétentes est un atout de plus pour réussir un aménagement de ce type et pour éviter une mauvaise sélection des végétaux.

Il est aussi intéressant de **former et d'informer les équipes qui travaillent sur les zones aménagées**. Il est important de s'assurer que les agents comprennent les objectifs des nouveaux aménagements et qu'ils les acceptent. Certains services ont formé des équipes qui réalisent, en régie, la restauration des berges en techniques végétales. L'implication et la motivation des hommes sont alors complètes.

- Une étude préalable est indispensable pour concevoir correctement le projet.
- Choisir la période de travaux en fonction de la période de reprise des végétaux implantés.
- Nécessité de prévoir un planning d'entretien avant la réalisation du projet.
- S'entourer de personnes compétentes.
- Former et informer les équipes de travail.

Mise en œuvre

Spécifications techniques

En matière de système de protections de berges en techniques végétales, les spécifications doivent principalement porter sur :

- les matériaux de construction
- les techniques de construction
- le traitement de la végétation

Chacun de ces trois éléments est détaillé ci-après.

Sur ce chantier, les opérations sont effectuées en régie, les agents ont été formés et sont impliqués dans le projet.



Géotextiles

Les géotextiles assurent une protection du sol contre le courant, le ruissellement, les contraintes hydrauliques et les effets du battillage, ils limitent le départ des fines de la berge grâce à leur maillage serré. Ils favorisent également le développement de la végétation en conservant une température optimale au sol, en protégeant les végétaux et en libérant des substances telles que la cellulose ou la lignine lors de leur décomposition, substances utilisées par la plante pour se développer.

Types de géotextile

Les géotextiles synthétiques non dégradables

Il est peu habituel de se servir de ce type de produit pour les techniques végétales sauf en cas de besoin d'étanchéité ou de résistance dans le temps de la toile. Il en existe de nombreux types différents déjà utilisés en génie civil.

Les géotextiles biodégradables sont des nattes de fibres naturelles

Ils peuvent être **tissés**. Ce sont alors des treillis de jute ou de coco. Ils existent différents maillages suivants l'utilisation faite : 400 g/m² à 1400 g/m². 740 g/m² est le maillage généralement utilisé, permettant le meilleur compromis entre protection contre l'érosion et développement de la végétation.

Leur résistance et leur poids diffèrent suivant la nature des fibres et la densité des mailles. Un géotextile tissé en coco sera plus résistant qu'un géotextile tissé en jute pour un même maillage. Pour les techniques végétales, le géotextile le plus utilisé est la fibre de coco. Il est utilisé en pied de berge et sur la partie médiane de la berge, là où les contraintes sont les plus importantes. La jute peut être employée plus haut mais se dégradera plus vite, 1 à deux ans contre 2 à 4 ans pour le coco.

Les géotextiles **non tissés** (aussi appelés aiguilletés) sont constitués de fibres de coco agglomérés. Ce sont des feutres de fibres. Ils peuvent être renforcés par un filet en nylon, en jute ou en coco. Une nouvelle technique l'entoure d'un coulage de caoutchouc naturel. Ces géotextiles non tissés sont employés en technique végétale pour retenir les fines. Ils sont souvent renforcés par un géotextile biodégradable tissé.



Rouleau de géotextile coco.

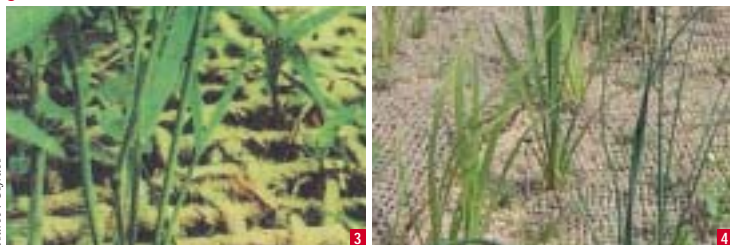
Les géotextiles en coco venant d'Inde sont les plus intéressants, de par leur qualité d'assemblage, à l'heure actuelle.

Mise en place du géotextile

Sur le talus, le géotextile est appliqué par bande. Ces bandes sont parallèles au sens de l'écoulement de l'eau. Celles du bas sont placées en premier pour que le géotextile du haut recouvre celles du bas. Les recouvrements se font sur 30 à 50 cm. Sur la longueur, le géotextile le plus à l'amont recouvre celui à l'aval afin d'empêcher une entrée de l'eau entre les bandes de géotextile. Les bandes peuvent être cousues entre elles ou attachées.

Des agrafes sont placées de façon à éviter le soulèvement de bandes et pour plaquer le géotextile au sol (voir p 12 - Fixation du géotextile).

Différents maillages de géotextile biodégradables (1-2)
Hélophytes plantées sur géotextile (3-4)



En général, dans les différentes techniques, un ensemencement est réalisé sous et au dessus du géotextile afin d'éviter une colonisation de l'aménagement par des plantes indésirables ou envahissantes (Renouée du Japon, Orties...).

Les géotextiles pré ensemencés ne permettent pas un développement satisfaisant des graminées. Il est préférable d'ensemencer au dessous et au dessus du géotextile avec un mélange grainier adapté aux conditions hydriques et à la nature du sol.

Dans certains cas, en pied de berge, le géotextile est replié en arrière des branches anti-affouillement. Il ne doit pas être en contact direct avec les branches. Il faut un minimum de terre entre les branches et le géotextile pour permettre une bonne reprise de celles-ci.

La mise en place des géotextiles est une phase essentielle des techniques végétales. En effet, ce sont ces bandes de géotextiles qui protègent l'aménagement les premières années. Si ce géotextile s'abîme, se déchire ou est mal installé, l'aménagement complet est remis en cause. Une mauvaise mise en place de ce matériau peut entraîner des problèmes de stabilité de la berge.

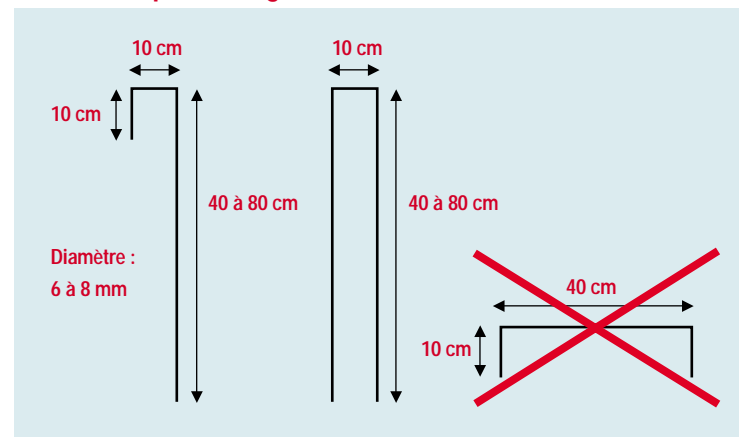
Géotextile installé depuis le bas sur une berge à pente douce



Fixation du géotextile

Les géotextiles sont fixés à la berge par des agrafes. En général, pour assurer une bonne résistance de l'aménagement, on utilise des agrafes de 6 à 8 mm de diamètre et rentrant de 60 à 80 cm dans le sol. Leur forme est déterminante. Les agrafes sont réalisées à partir de fers à béton torsadés. Elles sont en général fabriquées par l'entreprise qui réalise les travaux ou par le fournisseur de géotextile.

Caractéristiques des agrafes



Installation des plantations dans le géotextile

Pour installer une plante ou un arbuste dans le géotextile ou faire passer un pieu, il est nécessaire de réaliser une découpe propre de la toile. Cette découpe peut être une simple lèvre, un X (pieux).

Le géotextile doit être refermé après plantation ou mise en place du pieu pour éviter tout arrachage de la toile par l'eau. L'ouverture sera cousue ou maintenue fermée par des agrafes.

Le géotextile doit être bloqué en pied et en haut de talus. Pour cela, il est glissé dans une tranchée pour éviter tout soulèvement ou est solidaire du géotextile de la fascine (voir fascine d'hélophytes et fascine de saules).

- Rôle important du géotextile pendant la reprise des végétaux.
- Veiller à la bonne fixation du géotextile au sol (type d'agrafes...).
- Le recouvrement des bandes doit se faire dans le bon sens.
- Pré-découper le géotextile pour implanter les végétaux et le refermer ensuite.
- Possibilité d'ensemencer sous et sur le géotextile pour éviter la prolifération d'espèces indésirables.

Techniques de pied de berge

Rôles et caractéristiques principales

Les techniques de pied de berge sont utilisées en bas de talus, elles sont en contact avec l'eau. Leur rôle est de protéger la berge au point le plus sensible : au miroir. C'est cette protection qui subira le plus l'effet du courant et du batillage. Ces techniques de pied de berges soutiennent également les techniques mises en place sur le talus de berge.

Leur lieu d'implantation et leur rôle excessivement important dans une défense de berge mérite que l'on prenne le plus grand soin pour les mettre en œuvre.

Précautions lors de leur mise en œuvre

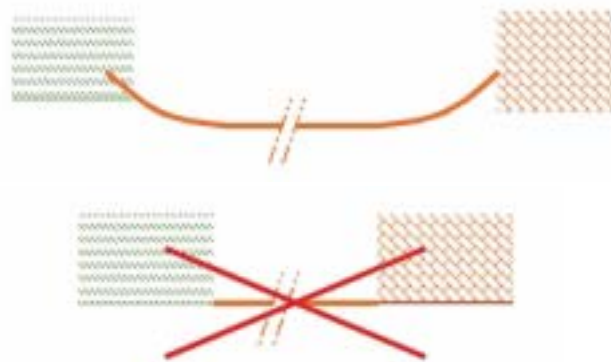
Le niveau d'implantation par rapport aux eaux : La qualité et la réussite de l'aménagement sont directement liées à la mise en place au bon niveau de cette protection. Il faut impérativement connaître le niveau moyen des eaux.

Les fiches "techniques" précisent le lieu optimal d'implantation par rapport au niveau de l'eau de chaque technique.

- Fascine de saules : 1/3 de la fascine sous l'eau.
- Tressage de saules : 1/3 du tressage sous l'eau
- Fascine d'hélophytes : 1/3 en dehors de l'eau.
- Les hélophytes doivent se situer à environ 10-15 cm de l'eau.

Il faut également veiller à ancrer l'aménagement en amont et en aval aux lieux de transition, avec les aménagements existants. Il est nécessaire de faire entrer l'aménagement de pied de berge dans la berge afin d'éviter qu'il soit dégradé. Cette transition est le point de fragilité de la protection, en raison des possibilités de pénétration de l'eau.

Transition entre différents types de protection de berges. Il est nécessaire d'ancrer la protection dans la berge.

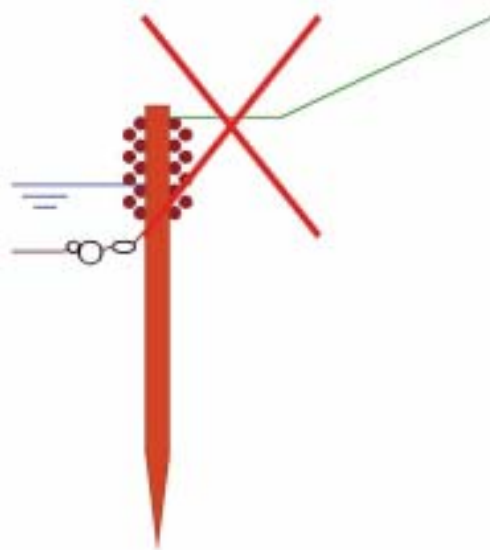
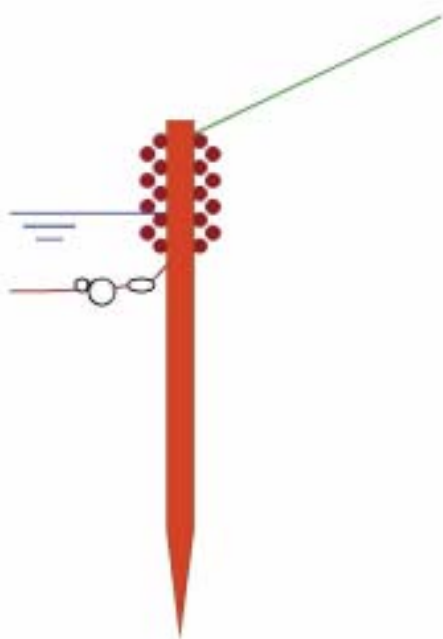


Egalement pour une bonne tenue de la protection de pied de berge, il est conseillé d'éviter les replats en arrière de la protection. Il faut démarrer le talus juste sur le dessus de la protection. L'arrivée d'eau, sur le replat, en arrière de la protection lors de crue ou de forte vague de batillage peut, créer un affouillement.

Avant de choisir le type de technique en pied de berge, il faut vérifier l'utilisation qui est faite de la berge. Suivant le type de technique utilisé, la berge sera formée d'un rideau de buissons (saules ou autres) ou d'une petite hauteur d'hélophytes. L'impact visuel n'est pas le même et l'accès à la voie d'eau est modifié (pêcheurs...), nécessité de service.

Il est important de choisir les bonnes variétés de saules dans le cas d'un aménagement avec cette essence. Les saules blancs sont à éviter à proximité même de l'eau car cette espèce forme un arbre à l'âge adulte. Son tronc peut créer des turbulences, notamment lors de crue, provoquant une érosion accélérée de la berge. Cette espèce est donc à éviter en pied de berge, d'autant plus si l'on souhaite limiter l'entretien de l'aménagement à terme.

Dans le cas de fascines d'hélophytes, prescrire les pieux vivants pour soutenir l'aménagement. Leur reprise et leur développement étoufferaient les jeunes pousses d'hélophytes.



Le replat en arrière de pied de berge fragilise le talus et peut provoquer un affouillement arrière de l'aménagement

- Veiller à implanter la protection à la bonne côte par rapport au niveau d'eau.
- Ancrer la protection dans la berge aux extrémités du nouvel aménagement.
- Éviter les replats en arrière de protection.
- Choisir la technique en fonction de l'utilisation des berges.
- Choisir judicieusement les essences employées.
- Attention au type de pieux employé (vivant ou mort, essence).

Végétaux

Règles générales

- Les techniques décrites dans ce guide utilisent des matériaux de construction vivants.
- Il faut choisir les espèces en fonction des conditions d'implantation (sol, variations du niveau d'eau...) des végétaux déjà présents sur le site, de leur capacités à assurer la stabilité de la berge et de leur rapidité de croissance par rapport aux autres espèces implantées.
- Le plus grand soin sera apporté au stockage des végétaux car celui-ci ne peut dépasser 48h pour les boutures, branches et ramilles de saules. Les végétaux doivent être sains et ne pas présenter d'éraflure ou de trace de mauvaise coupe.
- Il est nécessaire de donner une certaine diversité végétale au site aménagé en diversifiant les variétés pour les plants bouturés et en variant les genres pour les plantes.

- Végétaux = matériaux vivants.
- Planter à la période qui permettra une reprise des végétaux (automne, printemps).
- Conditions de stockage importantes ; éviter un stockage trop long des végétaux.
- Adapter les végétaux apportés au site (sol, eau, niveau d'eau...).
- S'assurer de la qualité des végétaux mis en place.

Les saules

Il existe différents types de saules plus ou moins utilisés en techniques végétales. Il est important de varier le type de saules employés dans un aménagement pour des raisons autant écologiques que techniques. De plus, en cas de problème sanitaire (parasites, champignons...) les impacts sur l'aménagement sont réduits, une seule partie de la population étant affectée.

On distingue les saules arbustifs et les saules à développement arborescent :

- les saules arbustifs peuvent être utilisés en pied de berge : le saule pourpre (*Salix purpurea*) - le saule à trois étamines (*Salix triandra*) - le saule cendré (*Salix cinerea*) - le saule des vanniers (*Salix viminalis*),
- les saules à développement arborescent sont à évi-

Développement de saules sur une berge



ter en pied de berge mais peuvent être utilisés en milieu et haut de talus : le saule blanc (*Salix alba*) - le saule fragile (*Salix fragilis*).

On peut aussi utiliser le saule roux - *Salix atrocinerea*, le saule marsault - *Salix caprea* et le saule à oreillettes.

Les hélophytes

Ce sont des plantes qui peuvent vivre les pieds dans l'eau. Elles supportent un certain temps de submersion. Elles sont généralement plantées en godets.

Elles sont choisies en fonction de leur adaptation au sol (notamment suivant le taux d'humidité). Elles n'aiment pas être éloignées de la ligne d'eau mais ne supportent pas non plus d'être totalement immergées.

Il est donc important de les planter à bonne hauteur, au niveau de l'eau ou au dessus (en dépassant les 50 cm au dessus de l'eau, certaines variétés montrent déjà des signes de faiblesse dans leur développement). Lors de la plantation, les différentes espèces sont mélangées pour permettre des plantations diversifiées.

Certaines reviennent très souvent dans les aménagements en techniques végétales :

Iris pseudoacorus (iris des marais) qui a un très bon développement ; *typha latifolia* (massette à larges feuilles) qui a tendance à envahir si elle est plantée en excès ; *Phragmites communis* (roseau commun) dont le système racinaire est vigoureux ; les *Carex* (laiches) ;

Les ensemencements - les mélanges grainiers

Toutes les techniques végétales utilisent les ensemencements car ceux-ci empêchent le développement de plantes indésirables pendant la reprise des végétaux (saules, hélrophytes, ligneux...).

Lors d'ensemencement, il est important de mettre en place des mélanges grainiers adaptés au site (conditions hydriques, climat, contraintes mécaniques (pente du talus...)).

Chaque mélange sera différent dans sa composition (pourcentage de chaque type de végétaux), suivant le site.

Quelques genres sont rencontrés régulièrement, on les rencontre naturellement sur les cours d'eau :

Festuca (fétuque); Agrostis (agrostide); Poa (pâturin); Alopecurus pratensis (Vulpin des prés); Phalaris arundinacea (Phalaris faux-roseau); Lotus; Trifolium(trèfle); Medicago (luzerne); Achillea millefolium (Achillée millefeuille); Plantago (plantain).

Il faut éviter les mélanges grainiers 100% graminées. Il faut y insérer des légumineuses ou autres plantes en semences (5 à 10 % du mélange). En effet, les graminées et légumineuses se complètent du point de vue racinaire (ancrage différent = stabilisation augmentée), du point de vue aérien (développement différent, meilleure occupation du sol), les légumineuses peuvent s'adapter aux sols pauvres et résistent mieux aux périodes de sécheresse.

Il est également nécessaire de varier fortement les espèces semées. Les conditions de croissance sur une berge sont souvent hétérogènes suivant la hauteur sur le talus, le type de remblai... Des zones se délimitent alors naturellement suivant le sol en place. En diversifiant le mélange, on augmente les chances de reprise de chaque « mini zone » où les propriétés du sol diffèrent sur un même site.

Il peut être nécessaire de changer le mélange grainier suivant la hauteur sur le talus, afin que les plantes soient mieux adaptées aux conditions hydriques du sol. Ces conditions varient en effet considérablement avec la distance par rapport à l'eau.



Iris
pseudocorus

Pour plus de renseignements sur les hélrophytes, voir rapport Romain Drucik, bibliographie p 23

Les capacités d'enracinement des végétaux

Les végétaux sont utilisés en matière première pour leur grande capacité d'enracinement, ce facteur est à prendre en compte lors du choix des végétaux à mettre en place.

Capacités d'enracinement des végétaux (rapport racine / tige en volume) :

Viorne obier 2,3
Saules 2,0

Saule pourpre 1,5
Peuplier noir < 0,4

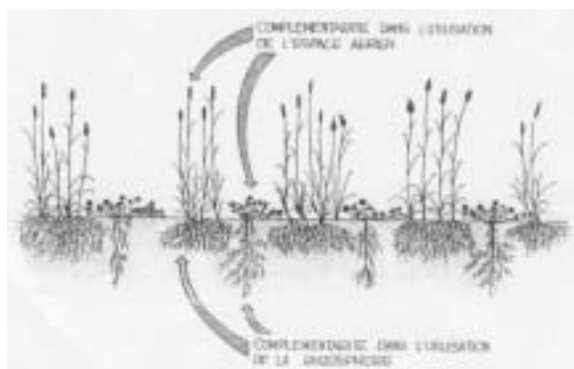
L'enracinement des végétaux est directement en rapport avec leur résistance à la traction exercée par le courant et par le batillage sur les voies d'eau. Pour les différentes techniques décrites dans les fiches, il est précisé, quand celle-ci est connue, la résistance de la technique à la traction. Cette résistance est exprimée en N/m².

A titre de comparaison, un **enrochement** en bon état possède une résistance de 200 N/m². Pour l'enrochement, la résistance ne change pas au fur et à mesure du temps. **Des saules de 20 ans possèdent une résistance de 800 N/m², les fascines de saules 250 N/m², les tressages de saules 180 N/m², les couches de branches à rejet 300 N/m².** Ces techniques ont toutes les capacités requises pour résister aux forces de tractions de la voie d'eau. Cette résistance est de plus en plus forte au fur et à mesure des années.

Enracinement d'une fétuque faux roseau



Source : Guide Bernard Lachet - 1994



Ensemencement : complémentarité nécessaire des racines et du feuillage

Plantes indésirables

Certaines plantes, en raison de leur inaptitude à stabiliser une berge, de leur développement important et anarchique, de leur comportement envahissant vis à vis des végétaux déjà existants, sont considérées comme indésirables en bordure de voie d'eau.

En effet, ces végétaux forment rapidement des peuplements purs, sans biodiversité pour la faune et ayant généralement une fonction stabilisatrice réduite. Il est donc important de comprendre comment intervenir auprès de ces espèces envahissantes afin d'obtenir des résultats intéressants.

Parmi les plantes indésirables, les plus courantes sont : la renouée du Japon, la renouée de Sakhaline, le robinier faux acacia, la balsamine de l'Himalaya, les peupliers de culture, les résineux.

Prenons l'exemple de la Renouée du Japon, très connue pour son développement sur bord de voie d'eau. C'est une plante non stabilisatrice de la berge, qui reprend très facilement après fauchage et qui étouffe les plantes présentes sur le site.

Il est premièrement inutile de lutter contre la renouée du Japon sans penser à occuper la place laissée libre. La plante se réinstallera alors très facilement.

Les produits phytosanitaires permettent de lutter contre la renouée du Japon, mais leur utilisation a également des effets sur les autres végétaux présents sur le site. Dans ce cas, cela facilite la réinstallation de la renouée du Japon ou de toute autre espèce indésirable qui possède un développement rapide.

Le meilleur moyen de lutte contre les plantes indésirables est la reconstitution de la végétation diversifiée de la berge. La réimplantation des végétaux et le fauchage régulier des plantes indésirables permet un rétablissement de la diversité floristique de la berge. Ainsi, au bout de quelques temps, les végétaux implantés seront plus forts que les plantes indésirables qui ne seront plus en mesure de gêner le développement de la végétation indigène.

C'est, bien sûr, un travail sur plusieurs années, qui ne conduit pas à l'éradication totale de l'espèce indésirable mais qui permet tout au moins de maîtriser leur développement.

Les techniques végétales favorisent le développement d'une végétation diversifiée adaptée au site et qui a la capacité de lutter contre les plantes indésirables. L'ensemencement des parties aménagées et la mise en place des géotextiles permettent également une maîtrise de la colonisation du site par des plantes indésirables pendant les premières années de développement de l'aménagement.

Entretien

Généralités

Les aménagements sont faits avec des matériaux vivants qui évoluent au fur et à mesure des années, il est donc indispensable de les entretenir (taille, abattage...) pour éviter un développement anarchique. Ces aménagement doivent être surtout suivis dans les 5 premières années de l'entretien.

Par la suite, l'entretien favorise le rajeunissement et l'enracinement de la végétation. Il limite l'emprise trop importante des végétaux sur la voie d'eau, évite les formations arborées sources de problèmes et de turbulences. Il évite également le développement de plantes indésirables.

L'entreprise qui réalise les travaux d'aménagement assure généralement cet entretien et garantit la reprise des végétaux (pour trois ans).

Cet entretien doit être effectué par des personnes connaissant les caractéristiques des techniques végétales. Ce personnel doit être formé.

Pour les plantes indésirables, il est indispensable d'évacuer les déchets de coupe.

Hélophytes

Les aménagements avec hélophytes demandent très peu d'entretien. Ces plantes font une autogestion de leur développement.

Ensemencement

Faucher une à deux fois par an pour favoriser l'enracinement. Eviter le développement d'espèces indésirables. Faucher tardivement dans l'année (au mois de septembre) pour ne pas perturber la faune et favoriser les ensemencements naturels. Ne pas faucher trop près du pied de berge, ce qui risquerait d'affaiblir la protection.

Saules et ligneux

Pour les végétaux **en pied de berge**, favoriser un entretien tous les deux à cinq ans suivant le besoin. Cela permet de maîtriser l'emprise de la végétation sur la voie mais également de palier à des problèmes spécifiques tel que le cassage de glace. Les ports buissonnants et arbustifs en pied de berge doivent être favorisés. Faire un recépage complet. À l'échelle d'un ou plusieurs biefs, il est intéressant de planifier

l'entretien à différentes périodes de l'année pour limiter l'impact sur la faune ou le paysage. Si l'entretien est planifié pour cinq ans, sélectionner cinq séquences et traiter une séquence chaque année.

Pour le **milieu de talus**, réaliser un recépage, ou une coupe sélective tous les cinq à dix ans suivant la situation et les enjeux du site. Si des zones ne sont pas bien protégées, il est possible lors de l'entretien, de coucher les branches au sol sans les couper et de favoriser ainsi le marcottage.

Le **haut de berge** est à traiter de la même manière qu'un aménagement paysager traditionnel. Un entretien régulier des arbres favorise la conservation de port esthétique, la sécurité en cas de tempête et limite les problèmes sanitaires.

Lors de recépage ou de taille de ligneux, il faudra évacuer les branches coupées pour éviter le développement de problèmes sanitaires et permettre le bon développement des végétaux taillés. Cela permet également d'éviter l'amoncellement de branchages, dangereux en cas de crue.

L'élimination des ligneux indésirables (peupliers...) évite leur développement excessif.

Produits phytosanitaires

L'utilisation de produits phytosanitaires n'est généralement pas nécessaire. Si l'aménagement est correctement mis en œuvre, les plantes indésirables ne se développent pas en excès. L'ensemencement permet de limiter leur développement pendant la croissance des ligneux.

Lorsqu'il est indispensable d'utiliser ces produits, il est impératif de suivre les règles élémentaires d'utilisation (notamment la circulaire VNF du 4 mai 1998 relative à l'utilisation des phytosanitaires).

Causes possibles d'échecs

Il peut arriver, comme pour tout aménagement, qu'une réalisation en techniques végétales échoue par effondrement de la berge, mauvaise reprise des végétaux, glissement de berge, érosion...

Différentes causes expliquent ces phénomènes. Souvent, l'association de plusieurs facteurs négatifs minimes entraîne cet échec. Ces facteurs sont :

L'étude

- L'étude préalable n'était pas assez poussée. Le diagnostic sur l'existant n'était pas suffisant. Le choix de la technique à utiliser a été mal fait. Celle-ci n'était pas adaptée aux contraintes du site.
- Le fonctionnement hydrique de la voie d'eau était mal connu. Des facteurs importants d'érosion n'ont pas été pris en compte.
- Il y a absence de conception, défaut sur les connaissances techniques, erreur de diagnostic.

Mise en œuvre

- Mauvaise préparation de terrain : Terrassement du talus mal réalisé, pente trop forte ou terre mal tassée ou de mauvaise qualité.
- Le géotextile était mal fixé, les graines n'étaient pas en contact avec le sol. Le géotextile s'est déchiré, en raison d'une mauvaise fixation ou d'une qualité non adaptée au site.
- Il n'y a pas eu d'éclaircissement de la végétation existante autour de l'aménagement. Les plantes n'ont pas eu suffisamment de lumière pour se développer et ont végété.
- La période de réalisation n'était pas adéquate, les végétaux n'ont pas repris dans de bonnes conditions. Ils se sont desséchés ou n'ont pas repris racine.
- Les végétaux n'étaient pas sains ou ont été mal plantés. Ils ont été mal prélevés, transportés ou stockés. Ils n'ont pu reprendre dans de bonnes conditions.
- L'entretien n'a pas été réalisé correctement après la réalisation (arrosage), ou l'aménagement a été fauché à une mauvaise période. Les végétaux en pleine croissance ont été fauchés, les plantes indésirables ont pris alors le dessus.
- L'aménagement n'a pas été fixé à la bonne côte (surtout pour les protections de pied de berge). Les plantes étaient trop hautes et se sont desséchées, faute d'un apport suffisant en eau. Il est également possible qu'elles aient eu trop d'eau si la côte était trop basse, elles ont alors eu des difficultés à reprendre, l'ensemencement et les autres plantes (indésirables) ont pris le dessus.

- L'aménagement n'a pas été protégé de la faune qui a alors détruit toutes les jeunes pousses.
- La pression humaine a été trop forte, des parties assez conséquentes de la berge ont été abîmées par piétinement. Dans ces deux cas, une protection en grillage peut être efficace.

Problèmes possibles

Dans un aménagement en techniques végétales, il faut relativiser les problèmes rencontrés après réalisation. Certains problèmes peuvent être rapidement résolus.

Des parties de berges (quelques mètres) peuvent s'être effondrées par piétinement ou à cause de la faune. Si cela n'est pas trop grave, les plantes situées à côté se développeront et reconstitueront la berge à cet endroit.

Les phases d'entretien sont l'occasion de réparer les problèmes rencontrés. Sur une berge, lorsque les saules se sont développés difficilement, un marcottage peut être réalisé pour reconstituer l'aménagement prévu à l'origine. Le marcottage de saules consiste à coucher une branche de saules existant sur le talus, de la retenir avec des agrafes métalliques et de légèrement recouvrir de matériaux terreux. La tige reprend et forme un nouveau saule.



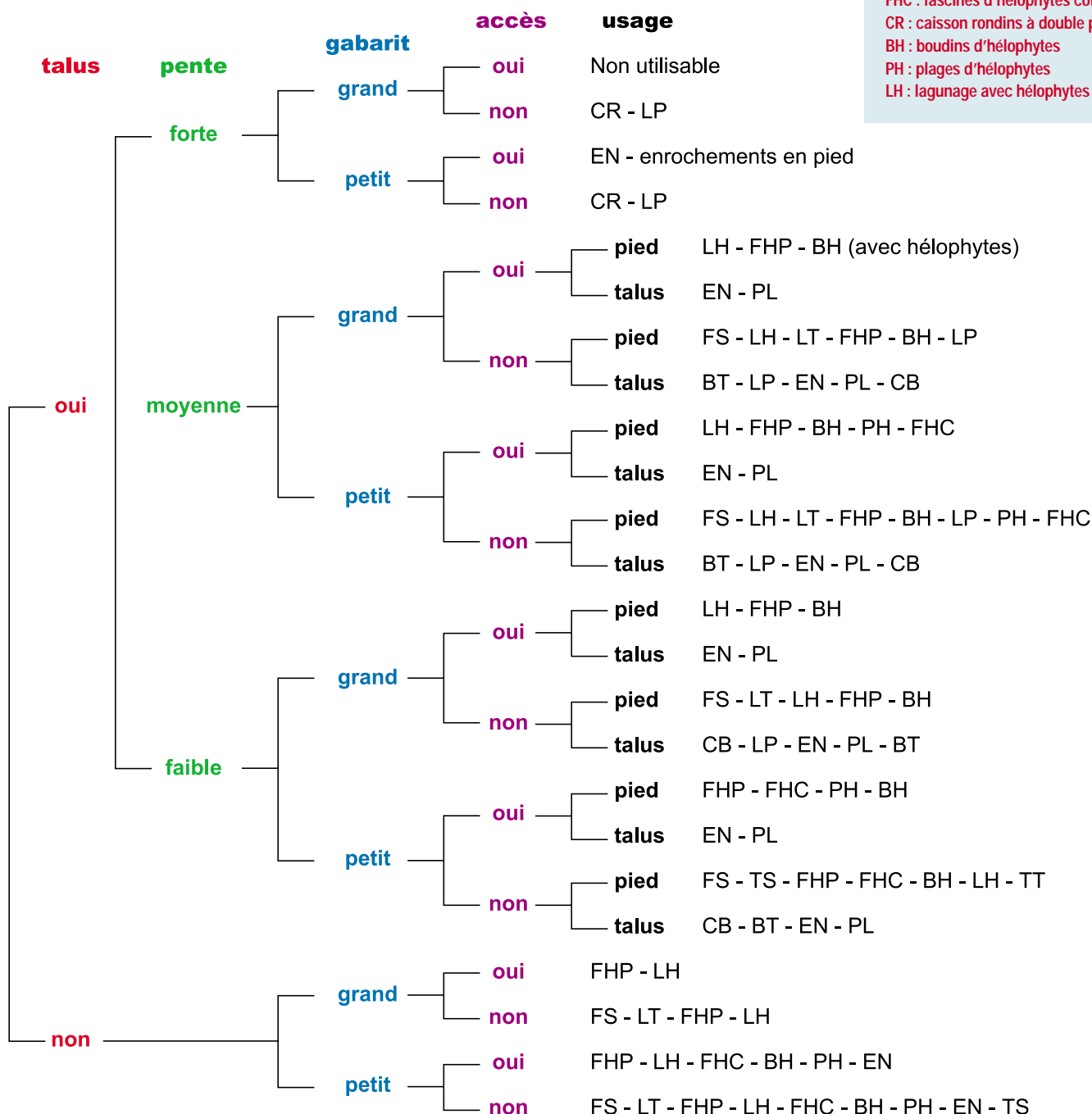
Dégradation de la berge aménagée du fait du passage de la faune et du piétinement des pêcheurs. Les plantes coloniseront à nouveau cette petite zone: il n'y a pas besoin d'intervention

Critères de choix des techniques

L'arbre présenté ci-dessous n'a pas le but de donner une série de techniques "recettes" en fonction du site ; il y a d'autres critères à prendre en compte tels que l'érosion, le marnage...

L'objectif de cet arbre est de proposer un groupe de solutions envisageables. Seule une étude préalable du site concerné permet de définir précisément la ou les meilleures techniques à mettre en œuvre.

- FS : fascine de saules
- TS : tressage de saules
- LT : lagunage et tressage de saules
- BT : boutures de saules
- CB : couches de branches à rejet
- LP : lits de plants et plançons
- EN : ensemencements
- PL : plantations de ligneux
- FHP : fascines d'hélophytes en boudins préfabriqués
- FHC : fascines d'hélophytes coffrées
- CR : caisson ronds à double parois
- BH : boudins d'hélophytes
- PH : plages d'hélophytes
- LH : lagunage avec hélophytes



Précisions sur les fiches du guide

Les différentes techniques végétales ou mixtes décrites dans ce guide sont regroupées par fiche.

Chaque fiche est présentée de la même manière afin de pouvoir comparer plus facilement les différentes techniques et aller à l'essentiel lors d'une recherche d'informations précises.

La mise en œuvre décrite reste indicative et peut être adaptée au cas par cas en fonction du site et de ses contraintes. Les caractéristiques des matériaux énumérés peuvent être également modifiés en fonction des besoins du site (densité du géotextile, longueur des pieux, largeur des bandes de géotextiles...). Ces caractéristiques sont les données les plus souvent utilisées pour ce type de réalisation.

Les schémas sont des schémas de principe qui donnent une idée générale de l'aménagement, il faut modifier leur pente, leur hauteur... en fonction de l'étude préalable.

Les remarques importantes mettent en avant les points auxquels il faut prêter une attention particulière, elles ont été collectées lors de visites de sites et permettent d'éviter des écueils déjà observés sur d'autres aménagements.

Un encadré résume rapidement les caractères propres à la technique décrite, comme le coût approximatif de réalisation, les essences utilisées ainsi que les spécificités de chaque technique.

10 fiches "Techniques" classées par nature d'aménagement :

Talus : boutures de saules ; couches de branches à rejet

Talus et pied de berge : caisson rondins à double parois ; hélophytes ; lits de plants et plançons

Pied de berge : tressage de saules ; fascines d'hélophytes ; fascines de saules

Les fiches "réalisation" décrivent des exemples de sites aménagés par techniques végétales. Elles permettent de se rendre compte en situation réelle de l'efficacité des techniques végétales et mettent l'accent sur les retours d'expériences des phases de chantier et de suivi de l'aménagement.

13 fiches "Réalizations" classées par site :

Subdivision de Colmar (2) ; Subdivision de Lille (3) ; Direction inter-régionale de Nancy (4) ; Subdivision de Maubeuge (2) ; Délégation locale de la Haute-Marne (1) ; Berges de la Loire (1).

Bibliographie

Ouvrages de référence relatifs aux techniques végétales ou mixtes en protection de berges :

- **Voies navigables de France** - Circulaire du 12 novembre 1998 relative aux protections de berges. *Département de l'eau et de l'environnement*. 1998.
- **Voies navigables de France** - Recommandations dans la protection de berges. *Département de l'eau et de l'environnement*. Novembre 1998.
- **LACHAT (B.)** - Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales. *Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement*. 143 pages. 1994. (prochainement réédition actualisée).
- **Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable** - Circulaire relative à la mise en œuvre du décret n°2002-202 du 13 février 2002 de la loi sur l'eau. *Direction de l'eau*. 2002.
- **MAZUREK (A.)** - Protection des berges : techniques végétales pour l'aménagement des cours d'eau. *Office international de l'eau*. Juin 2000.
- **OBERTI (D.), COUDERCHET (L.), CHAMBAUD (F.)** - Définition des fonctionnalités écologiques des berges des canaux pour la navigation, application à leur végétalisation. *CETMEF/Cellule d'application en écologie*. Février 2000.
- **Agence de l'eau Rhin-Meuse** - Guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau. *Agence de l'eau Rhin-Meuse*. Mars 2000.
- **Conservatoire régional des rives de la Loire et de ses affluents** - Berge et ripisylve. *Les cahiers du conservatoire*. Mai 1995.
- **VNF, Direction inter-régionale du Nord-est, Arrondissement EAU** - Techniques végétales / ouvrages sur la Meurthe et le canal de la Marne au Rhin. *Direction inter-régionale du Nord-Est*. 2001.
- **ADAM (P.), FROSSARD (P.A.)** - Recommandations et directives techniques dans l'aménagement des berges de canaux navigués au moyen de génie végétal. *Silène-Biotec*. Décembre 1996.
- **Bureau d'études SINBIO** - Stabilisation des berges du canal de Colmar au moyen des techniques végétales. *Bureau d'études Sinbio*. Décembre 1999.
- **GRAPPE Nord Pas-de-Calais** - Guide pratique sur les bonnes pratiques phytosanitaires en zones non agricoles. *GRAPPE NordPas-de-Calais*. Décembre 2001.
- **VNF, Direction régionale du Nord-Pas-de-Calais** - Note sur l'insertion environnementale des canaux de l'axe Deûle / Lys. *Direction régionale du Nord Pas-de-Calais*. Décembre 1999.
- **Durcik Romain** - Etude sur les techniques végétales mises en places sur les canaux et les rivières du Nord Est. *VNF Direction inter-régionale du Nord-Est, Arrondissement EAU*. 2001.
- **VNF, Direction inter-régionale du bassin Rhône Saône**, Etude de réhabilitation des berges du canal du Rhône au Rhin, *BCEOM*. 2003.

Définitions utiles

Affouillement : érosion de berge caractérisée par l'effondrement du pied de berge ou du talus.

Bouture : partie de branche (souvent du saule) d'environ 80 cm de long étant capable de reprendre racine quand elle est plantée en terre.

Fine : particule dont la granulométrie est $< 2 \mu$.

Gabion : panier en grillage métallique dans lequel on entasse des cailloux pour former des murs.

Géotextile : produit ou article textile, en fibres naturelles ou artificielles, utilisée en construction.

Génie biologique : décrit toutes les techniques utilisant le végétal comme base.

Génie végétal : utilisation de plantes ou de parties de celles-ci en vue de réaliser un aménagement de protection contre l'érosion, de renforcement et régénération des sols.

Hélophytes : plantes ayant leur système foliaire hors de l'eau et leurs racines sous eau.

Niveau moyen des eaux : niveau moyen des eaux constaté hors crue et périodes d'étiage.

Marcotte : tige induite à produire des racines alors qu'elle est encore rattachée à la plante-mère.

Marnage : différence du niveau d'eau entre la période de crue et la période d'étiage

Pied de berge : berge au niveau moyen des eaux. C'est la partie intermédiaire entre l'eau et le talus de berge.

Pionnier, pionnière : organisme capable de s'installer sur un sol dénudé et très pauvre.

Plaçon : branche de saule utilisée comme bouture.

Ripisylve : désigne les formations végétales qui croissent le long des cours d'eau.

Acteurs

Cette liste n'est pas exhaustive, il s'agit des acteurs ayant déjà participé à des opérations de techniques végétales sur les voies gérées par VNF.

Bureau d'études

Sinbio - 5, rue Tulipes, 67600 Muttersholtz

Silène Biotec - Suisse

Biotec - Biologie appliqué, 65, cours Liberté, 69003 Lyon

Safege - Parc de l'Ile, 15, rue du Port, 92000 Nanterre

BCEOM - Place Frères Montgolfier, 78280 Guyancourt

Carex environnement - Résidence "Les Collines de Cypres, Bâtiment B3, avenue de l'Armée d'Agripe, 13100 Aix-en-Provence

Siras - 42, chemin du Moulin Carron, Le Norly, 69130 Ecully

Entreprises

Natures et techniques

Associations de réinsertion

Forêts et Paysages

FCF - SA Grands Travaux, BP9, 25870 Louviers

Fournitures

Cofraco (géotextile) - Le Champ des Balais, 03400 Yzeure

Service d'état (conseil)

CETMEF - 2, bd Gambetta, BP 60039, F - 60321 Compiègne cedex

The background of the page is a photograph of a dam, likely the Grand Canal Dam in France, with a white dashed grid overlaid on it. The grid consists of small squares. The dam is a large concrete structure with a central spillway. The water is visible in the foreground and behind the dam. The sky is a pale, hazy blue.

département
de l'eau et
de l'environnement
175 rue Ludovic-
Boutleux,
boîte postale 820,
62408 Béthune
cedex
téléphone
03 21 63 24 60
télécopie
03 21 63 24 58
www.vnf.fr
mai 2003