

CHAPITRE V : AMÉNAGEMENT DES COURS D'EAU ET LUTTE CONTRE L'ÉROSION FLUVIALE.

V.1 Lutte contre l'érosion fluviale :

La lutte contre l'érosion fluviale devra prendre en compte plusieurs paramètres techniques et environnementaux. La mise en place d'un programme de lutte contre l'érosion fluviale nécessite l'intervention de nombreux partenaires (agriculteurs, ingénieurs, élus, techniciens, chercheurs...).

Dans les cours d'eau, les solutions sont à mettre en œuvre par les techniciens conseillés par les organismes professionnels tels que : ANBT, Directions des forêts, services agricoles pour s'il s'agit du domaine rural et les directions départementales de l'équipement, s'il s'agit de protéger le domaine urbain.

V.1.1 *Les différents types et techniques de confortement des berges :*

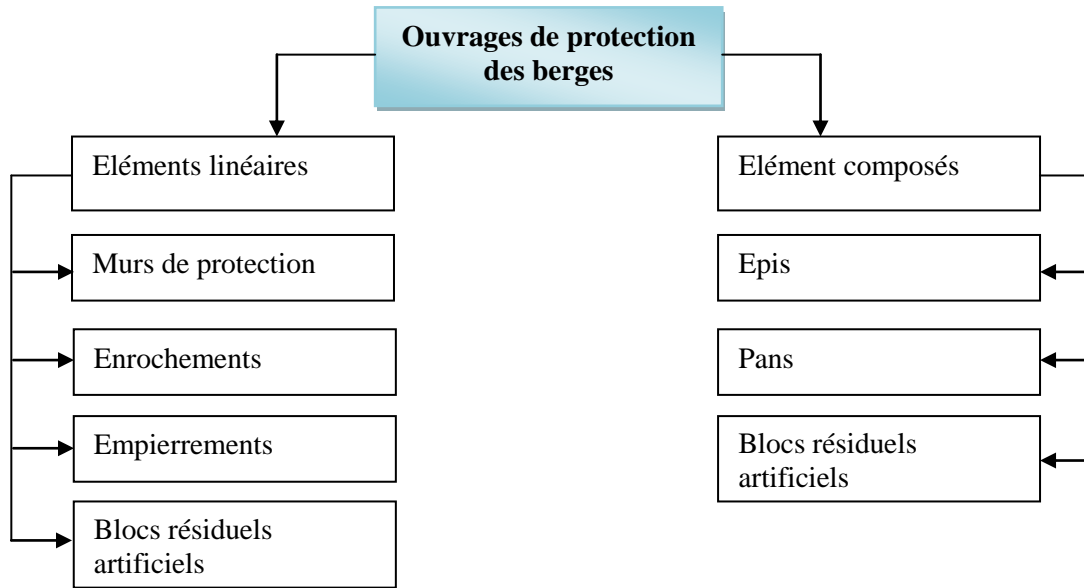
La mise en place de tels ouvrages doit être réservée à des zones à conforter proches des habitations ou lorsque l'érosion présente un risque pour la sécurité publique.

Avant d'entreprendre un projet de stabilisation des berges d'un cours d'eau il convient de déterminer la cause de l'érosion, d'établir le niveau de protection requis et d'utiliser la technique appropriée, en tenant compte de la pente des berges, de l'esthétique et de l'information propre au site et de concevoir les ouvrages de sorte à ce qu'ils résistent aux débits de pointe.

V.1.1.1 Techniques lourdes ou ouvrages de génie civil :

Avant tout projet de mise en œuvre de l'une de ces techniques lourdes des solutions alternatives doivent être recherchées afin de limiter au maximum la stabilisation de la berge. La protection des berges par des techniques de génie civil est un procédé durable s'il est bien conçu et bien réalisé. Cependant, son coût parfois élevé et son intégration paysagère souvent très difficile devraient amener à la réserver à la protection des zones urbaines.

L'organigramme ci-dessous résume les différents types des ouvrages de protection des rives :



❖ Eléments linéaire :

Les éléments linéaires sont des structures hydrauliques dont la longueur est parallèle au débit du cours d'eau. Ces structures sont souvent construites sur les rives naturelles ou les soutiennent, et s'étendent le plus souvent sur une longue distance.

- **Enrochements :** Cette technique consiste à ériger le long de la berge un "mur" en rochers d'épaisseur variable et de combler l'espace laissé vide par un matériau meuble, par exemple de la terre, du sable ou des graviers,

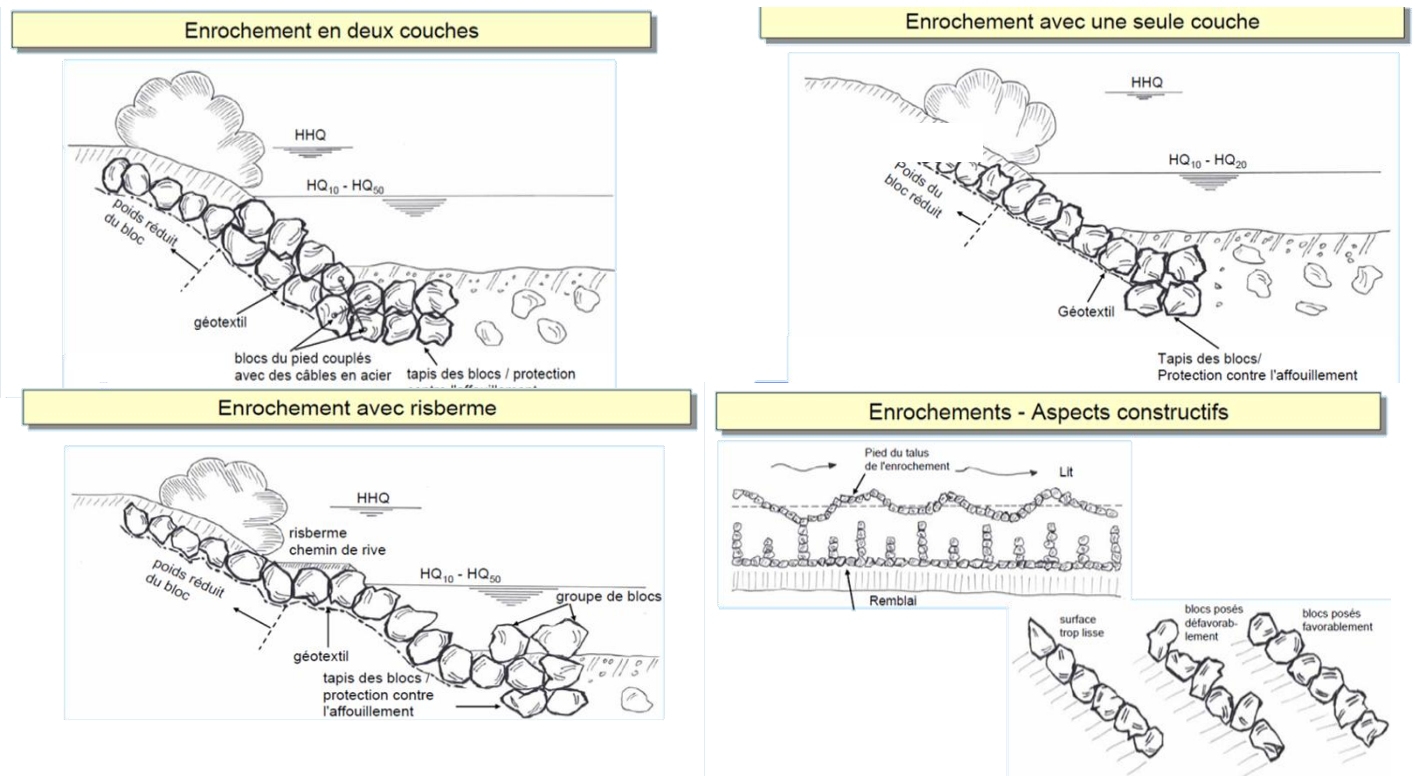


Fig. IV.1 : Différents techniques d'enrochement.

● **Gabions** : Enveloppes de grillage remplies de pierres, confectionnées sur leur lieu d'implantation. Leur souplesse leur permet de s'adapter à l'évolution du lit de la rivière. Leur valeur esthétique est faible mais peut être améliorée par végétalisation.

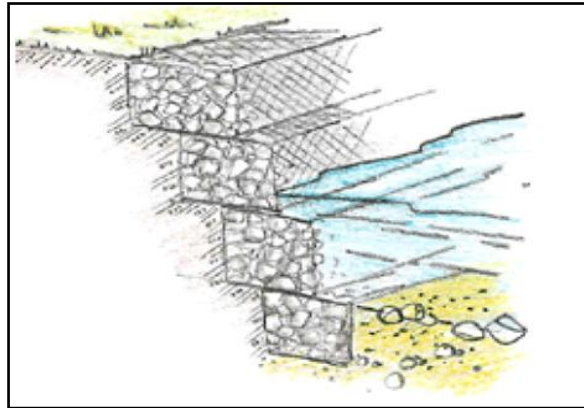


Fig. IV.2 : Gabions.

● **Matelas-gabions** : Matelas construits sur le principe des gabions d'environ 20cm d'épaisseur. Ils sont plus discrets que les gabions et se végétalisent plus facilement. Ils s'adaptent bien en cas d'évolution du lit et des berges.

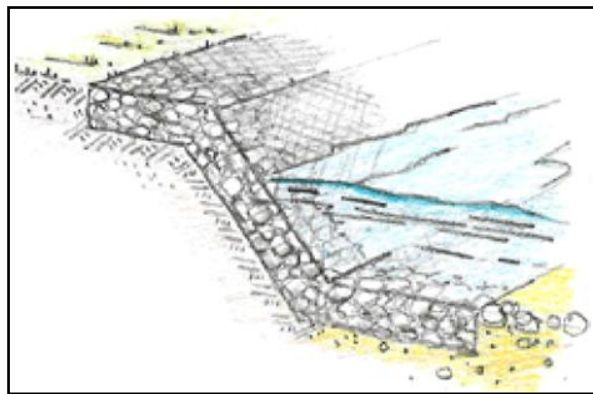


Fig. IV.3 : Matelas-gabions.

● **Palplanches** : Feuilles de métal épais préformées et emboîtables les unes dans les autres. Protection rigide à réserver à des usages précis: restauration de chaussées, consolidation d'anciennes protections, de ponts...

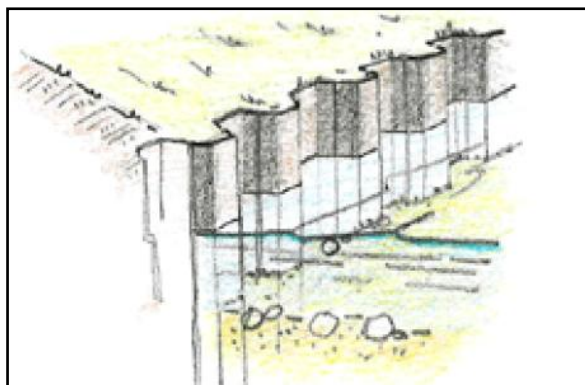


Fig. IV.4 : Palplanches.

- **Murs de protection** : Murs de protection ou de soutènement sont des murs verticaux ou sub-verticaux qui permet de contenir des terres (ou tout autre matériau granulaire ou pulvérulent) sur une surface réduite. Ce sont des ouvrages rigides qui ne peuvent supporter sans dommages des tassements différentiels.

Il existe plusieurs types de murs de soutènements :

- Mur poids : c'est le plus ancien, construit en béton ou en maçonnerie convient le mieux pour résister par son propre poids sur des hauteurs de 2 à 3 m de remblai ;
- Mur en gabions : c'est un mur dérivé du mur poids, il s'agit d'une enveloppe de fil de fer grillagée parallélépipédique remplie de gros galets laissant le drainage de l'eau et évitant ainsi toute pression hydrostatique. Ce type de murs convient dans le cas de terrains compressibles ;
- Murs en éléments préfabriqués : ce sont des murs en béton armé préfabriqué ou en métal constitués d'élément superposés. Ce dispositif offre un aspect architectural très intéressant, la face visible n'est pas forcément plane et uniforme certains éléments étant avancés ou reculés les une par rapport aux autres ;
- Murs en béton armé : peuvent avoir des formes diverses et être réalisés de façons multiples, comme le T renversé, à contreforts.

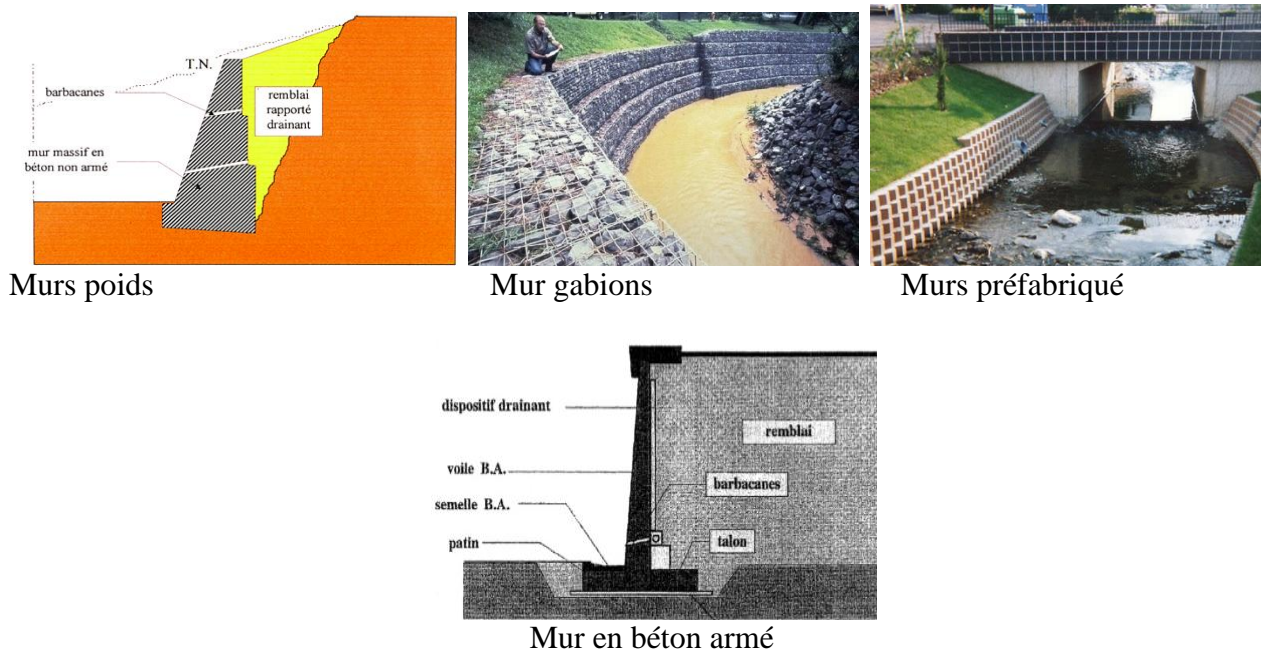


Figure IV.5 : Différents types de murs de soutènements..

❖ Éléments composés :

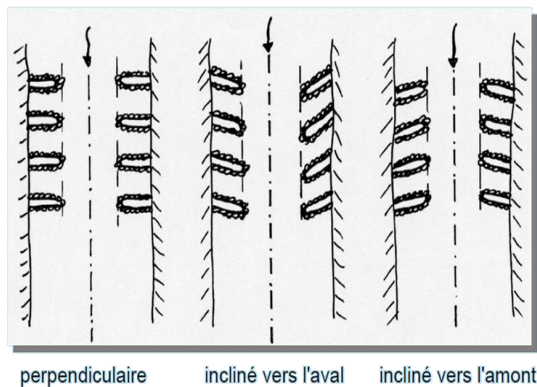
- **Les épis** : Les épis sont construits dans des rivières relativement peu profondes afin de maintenir, pour un large panel de débits (faibles débits, notamment), un chenal étroit et profond. Ces ouvrages sont relativement longs par rapport à leur espacement et à la largeur totale de la rivière à pleins bords.

Les épis ont parfois plusieurs fonctions :

- *Stabiliser* le bras de rivière pour maintenir le chenal à faible hauteur d'eau dans une position favorable ;
- *Resserrer* le chenal à faible hauteur d'eau pour augmenter sa profondeur ;
- *Protéger* les berges en éloignant l'écoulement principal. Les vitesses du courant près des berges sont généralement réduites à moins de 50 % de leur valeur initiale.

Types d'épis :

- Systèmes : épis singulier : épis en rangées ;
- Submersion : épis non submergés : épis submergés ;
- Perméabilité : perméable et imperméable ;
- Inclinaison : perpendiculaire, incliné vers l'aval et incliné vers l'amont (Fig. IV.5).
- Construction :
 - Epis massifs (enrochement, empierrement, éléments artificiels en béton.)
 - Epis en génie biologique (caisson en bois, fascines ; pieux en bois...)
 - Epis combiné



perpendiculaire incliné vers l'aval incliné vers l'amont

Fig. IV.5 : Inclinaison des épis



Fig. IV.6 : Epis en enrochement



Epis de dérivation à Göschenen,
Teufelstein sur la Reuss

Fig. IV.7: Epis en béton

- **Les pans :**

C'est une partie de mur, face d'un ouvrage de maçonnerie ou de charpente. Constituée par des poteaux, des poutres et des pièces d'écharpe en bois (*pan de bois*) ou en métal (*pan de fer*), dont les intervalles sont occupés par des matériaux de remplissage.



Fig. IV.8: Pan de rocher artificiel

IV.2.1.2 Techniques légères:

Les techniques légères ou techniques végétales permettent de recréer des berges naturelles techniquement et biologiquement fonctionnelles en utilisant des végétaux vivants comme matériaux de consolidation. Toutefois, leur utilisation nécessite une analyse préalable du processus d'érosion et la prise en compte de nombreux facteurs physico-chimiques, hydrauliques ou encore biologiques pour garantir leur efficacité.

Ces techniques nécessitent un entretien régulier tous les 3 à 5 ans, qui est bénéfique pour la végétation et qui peut être intégré dans le cadre d'un programme pluriannuel d'entretien de l'ensemble du cours d'eau.

- ❖ *Quelques techniques du génie végétal :*

- **Tressage**, est une protection du pied de berge, réalisé avec des branches de saules vivants entrelacées autour de pieux. C'est une technique qui résiste à de fortes contraintes hydrauliques ;
- **Fascinage**, est une protection du pied de berge réalisée avec des branches de saules vivants assemblées en fagots et fixées par des pieux ;
- **Lit de branches** est une protection de l'ensemble de la berge par couverture du sol avec des branchages de saules vivants. Elle nécessite beaucoup de matière première mais elle est recommandée lorsque les vitesses de courant et les forces d'érosion sont importantes ;
- **Peigne**, est une protection de l'ensemble de la berge par accumulation de végétaux grossiers (saules vivants ou autres) au pied de berge ;
- **Bouturage**, consiste à reproduire une plante à partir d'un segment de branche. C'est un procédé économique et simple qui permet d'obtenir rapidement la végétalisation des berges du cours d'eau.

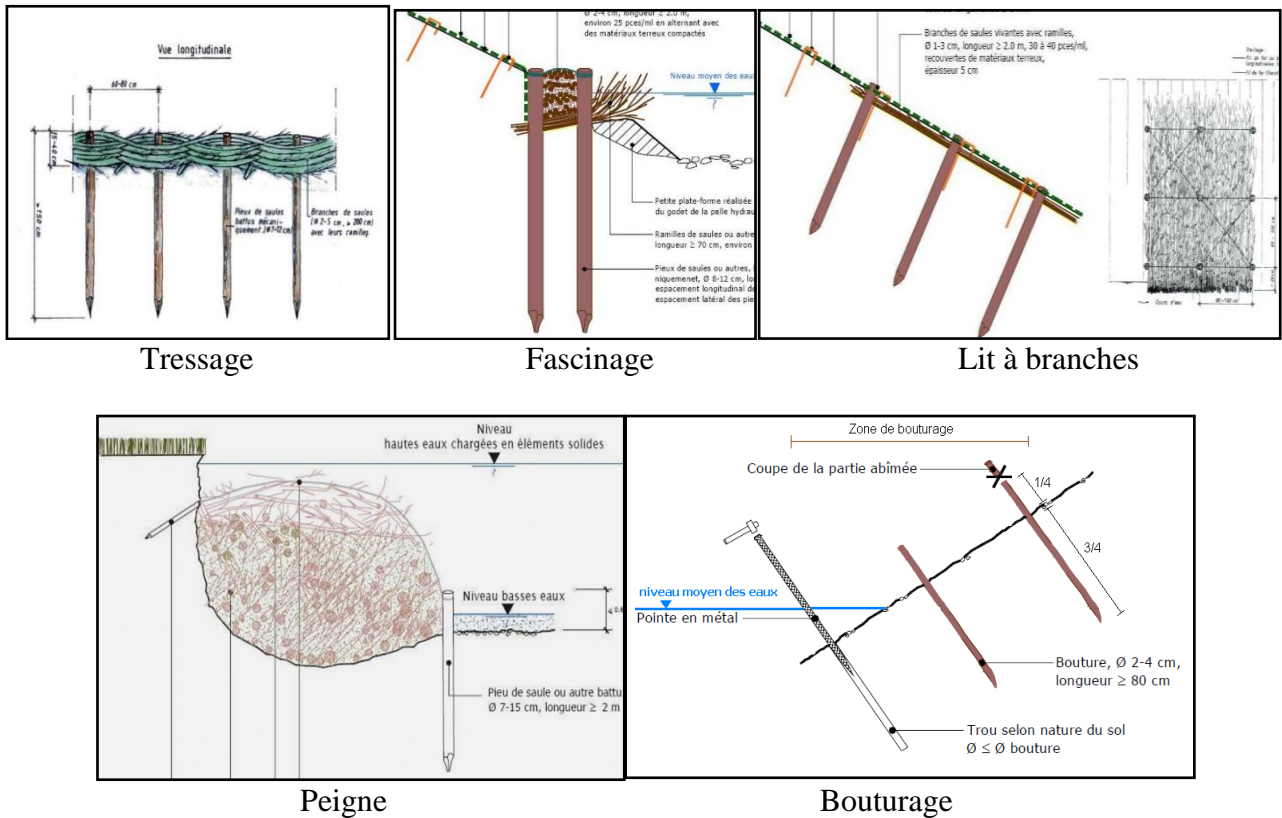


Fig. IV.10 : Techniques végétales.

IV.3 Correction torrentielle :

C'est une technique qui s'adresse particulièrement au torrent. Elle se base sur les profils en long des cours d'eau qui montrent des ruptures de pentes importantes témoignant de leur évolution géomorphologique.

Le but est de rétablir artificiellement une pente d'équilibre au tronçon du torrent au moyen de barrage ou de seuils qui permettent d'une part de briser la vitesses de l'écoulement donc d'être moins agressives et d'autre part de permettre le dépôt des particules derrière les seuils selon les caractéristiques du torrent .

Pour limiter les risques liés aux crues torrentielles, les ouvrages de correction torrentielle agissent sur les mécanismes de production de matériaux solides par affouillement ou protègent directement les enjeux tels que les ouvrages de sédimentation. Les travaux de protection réalisés de l'aval à l'amont des bassins versants ont un rôle essentiel pour agir à la fois sur les causes et les effets des phénomènes.

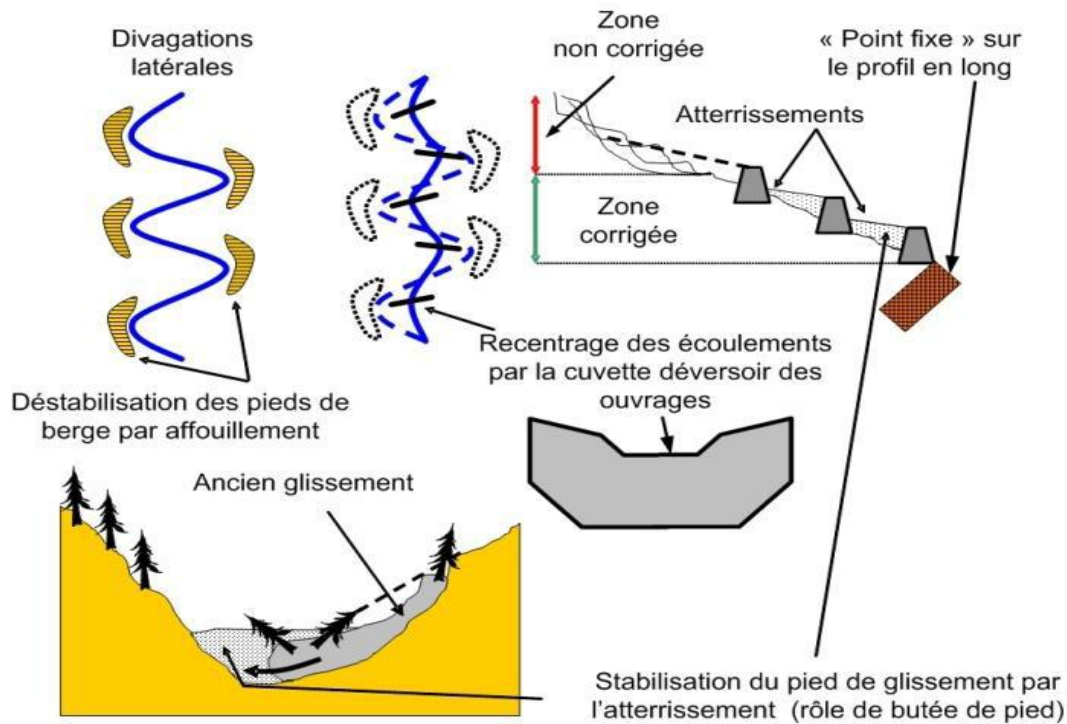


Fig. IV.11: Correction torrentielle (a), par affouillement, (b) par des points fixe (seuil, barrage, déversoir..).

IV.4 Aménagement des sols et lutte contre l'érosion hydrique

Le ruissellement lié à de fortes précipitations entraîne le départ de terre par érosion de façon spectaculaire en creusant de profondes ravines ou plus discrètement en emportant les éléments fertiles du sol. L'érosion provoque des dégâts aux terres agricoles mais a aussi entraîné une dégradation de la qualité des eaux et le déplacement de sédiments qui forment les coulées boueuses.

La sensibilité des sols à l'érosion hydrique dépend principalement de la dégradation de sa structure superficielle sous l'action des pluies, (appelée battance), et de la stabilité et de la cohésion de ses constituants, c'est-à-dire de leur résistance au cisaillement et de leur facilité à être mobilisé par le ruissellement ou par des mouvements de masse.

Pour lutter contre l'érosion hydrique deux aspects sont à prendre en compte :

- L'aspect agronomique (préventif) en priorité, qui englobe les techniques culturales puisque toute modification de la structure du sol entraîne une variation de sa stabilité dans le temps et de son comportement vis à vis des précipitations.
- L'aspect hydraulique (curatif) : aménagements divers.

IV.4.1 Principes de base de lutte contre l'érosion des sols

- Protéger le sol contre l'impact érosif des gouttes de pluie ;
- Maintenir ou augmenter la résistance du sol au détachement ;
- Augmenter la capacité d'infiltration du sol ;
- Augmenter la rétention superficielle d'eau à la surface du sol ;
- Réduire les volumes d'eau de ruissellement en limitant les longueurs de pente ;
- Ralentir les eaux de ruissellement ;
- Conduire les eaux de ruissellement sans provoquer d'érosion.

IV.5 Impact des aménagements sur l'environnement :

Une intervention dans un cours d'eau est jugée nécessaire pour régler un problème bien précis. Il importe que l'intervention ne crée pas de problèmes subséquents et que personne ne subisse de préjudice après les travaux. Les impacts d'une intervention dans un cours d'eau sont déterminés par la nature des travaux et du site. Ils doivent être analysés sur une échelle plus large dans le temps et l'espace, puisqu'il peut y avoir des impacts à court terme très localisés sur le site des travaux et des impacts à long terme en amont ou en aval du site d'intervention.

IV.5.1 Modification de l'écoulement des eaux :

Les sédiments mis en suspension lors de travaux mal planifiés ou mal exécutés vont se déposer au fond du cours d'eau, dans une section plus calme en aval du site, en fonction de leur granulométrie et de la force du courant.

Un apport massif de sédiments peut avoir les répercussions suivantes :

- Rehausser considérablement le lit du cours d'eau;
- Bloquer des sorties de drainage souterrain;
- Dévier le courant vers la rive opposée et causer un foyer d'érosion;
- Diminuer la surface d'écoulement de l'eau;
- Obstruer les ponceaux;
- Provoquer des débordements et des inondations.

IV.5.2 Qualité de l'eau :

Les sédiments servent de moyen de transport pour différents polluants : les nutriments ou les pesticides, entre autres, adhèrent facilement aux particules de sol érodées, de sorte que le relargage de sédiments à la suite des travaux contribue à la dégradation de la qualité de l'eau, incluant la surfertilisation des plans d'eau, la concentration des matières en suspension dans l'eau de ruissellement et la concentration de phosphore bio-disponible.

IV.5.3 Habitat du poisson :

Les sédiments sont nuisibles à l'habitat du poisson, qu'ils demeurent en suspension ou qu'ils se déposent. Les conditions décrites ci-dessous résultent de l'entraînement d'une quantité excessive de sédiments dans le cours d'eau:

- Irritation de la peau et des branchies des poissons : peut provoquer l'asphyxie. Les salmonidés (omble de fontaine, truite arc-en-ciel, touladi, saumon, etc.) sont particulièrement sensibles;
- Envasement ou ensablement des frayères ,mort des œufs de poissons présents ou frayère impropre au frai et à l'implantation des œufs;
- Chaîne alimentaire : une forte turbidité empêche les rayons du soleil d'atteindre le fond du cours d'eau, ce qui entraîne une réduction de la photosynthèse et une diminution de la nourriture disponible pour la faune aquatique ; L'habitat de certaines larves d'insectes et d'invertébrés, servant de nourriture au poisson, peut disparaître ;
- Diminution de la profondeur d'eau se traduisant par une élévation de température que le poisson ne peut tolérer;
- Les sédiments peuvent avoir un effet abrasif et arracher les plantes et les invertébrés du fond du cours d'eau.

Certains cours d'eau sont « naturellement » turbides en fonction du type de sol présent, de leur topographie ou de l'utilisation du sol dans le bassin versant, alors que d'autres sont déjà dégradés et abritent des espèces tolérantes à la pollution : l'impact des travaux dans ce type de cours d'eau n'est donc pas le même que dans un cours d'eau peu pollué abritant des salmonidés ou dans lequel il y a une prise d'eau potable.

IV.5.4 Impacts géomorphologiques :

Les modifications apportées au lit et aux berges d'un cours d'eau, comme un déplacement, un redressement, un dragage ou une stabilisation de berge peuvent avoir des impacts à long terme sur la dynamique du cours d'eau et sur son fonctionnement. Le cours d'eau tendra toujours à retrouver un état d'équilibre entre le transport sédimentaire et le débit. Une intervention mal planifiée peut avoir des répercussions à long terme, car le cours d'eau cherchera à s'ajuster afin de retrouver une forme stable.

IV.5.5 Impact sur les zones riveraines :

Les zones riveraines sont les bandes de terre qui, au-delà de la délimitation réglementaire de la rive, bordent les cours d'eau ou les terres humides. La destruction, l'uniformisation ou l'artificialisation de la zone riveraine peut avoir des impacts à long terme, comme la perte de milieu humide riverain et la déconnexion des cours d'eau avec leur plaine inondable auront des impacts négatifs sur la diversité agricole et floristique.

