

UTILISATION DES TECHNIQUES VEGETALES POUR LA STABILISATION DES BERGES : SUIVI DE CHANTIERS REALISES DANS DIFFERENTS TYPES DE RIVIERES WALLONNES.

HALLOT E.¹, PETIT F.¹, VERNIERS G.², LAMBOT F.³

1 : Laboratoire d'Hydrographie et de Géomorphologie Fluviale, Allée du six Août, 2 Bât B11 4000 Liège, Belgique. Tél. : + 32 (0) 4 3665268 Fax : + 32 (0) 4 366 57 22 - francois.petit@ulg.ac.be.

2 : GIREA – FUNDP, 61 rue de Bruxelles, 5000 Namur, Belgique Tél. : 32 (0) 81 724365 Fax : 32 (0) 81 724362 - gisele.verniers@fundp.ac.be

3 : DCENN, 15 avenue Prince de Liège, 5100 Namur, Belgique Tél. : 32 (0) 81 336359 - dcenn.de.dgrne@mrw.wallonie.be

Summary

For several years, the DCENN (Direction of the unnavigable Water Course) of the Walloon Region carry out building sites in vegetable techniques for the banks stabilization. Information on their realization are fragmentary and incomplete, moreover extremely dispersed, no study before work or follow-up after realization not having been undertaken. The follow-up of the building sites proves to be essential in order to make evolve the building sites with methods more purely vegetable but more especially to improve the techniques in themselves. We will deal here with three types of vegetable techniques: combs, ears, and sloping with plantations. Each type tested on at least two very different geomorphologic rivers.

1. Introduction

Depuis plusieurs années, le DCENN (Direction des Cours d'Eau non Navigables) de la Région wallonne réalise des chantiers d'aménagement et de stabilisation des berges en utilisant des techniques végétales. L'information sur leur réalisation est fragmentaire et incomplète et souvent dispersée, aucune étude avant travaux ou après réalisation n'ayant été entreprise. Le suivi des chantiers s'avère indispensable afin d'évaluer le taux de réussite des travaux et améliorer ainsi les techniques en elles-mêmes (choix des espèces, conception, adéquation à la station, types de cours d'eau, biodiversité, intégration paysagère ...). Il s'avère nécessaire d'entreprendre une approche structurée permettant d'analyser les situations avant travaux et d'effectuer des suivis sur un laps de temps suffisamment long après chantier (± 5 ans), du point de vue écologique et géomorphologique. Notre étude a donc eu pour objectifs, d'une part de répondre au manque d'informations concernant le suivi des chantiers expérimentaux du DCENN et d'autre part d'analyser les impacts des différentes techniques vis-à-vis du choix des espèces végétales, de la conception et de l'adéquation locale, de la biodiversité, de l'intégration paysagère, de la modification de la rugosité du lit et de vitesse, du courant de l'évolution des caractères sédimentologiques du lit.

2. Techniques végétales

Plusieurs techniques végétales ont été suivies sur différentes rivières de Wallonie. Nous traiterons ici de trois types différents : les peignes, les épis, et le retalutage avec fascines. Chaque type a été testé sur au moins deux rivières géomorphologiquement très différentes (tab. 1).

Tableau 1 : Caractéristiques des rivières étudiées

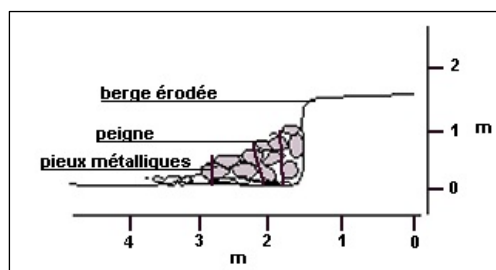
	Bassin versant niveau (station limnigraphique)	Débit à plein bord	Pente	Largeur	Puissance spécifique i	D50
Aisne	175 km ²	24 m ³ /s	0.0056 m/m	9 m	160 W/m ²	5 à 10 cm
Anneau	76 km ²	6.5 m ³ /s	0.0012 m/m	8 m		50 à 100 μ
Berwinne	118 km ²	18 m ³ /s	0.003 m/m	10 m		3 à 5 cm
Lesse	1314 km ²	115 m ³ /s	0.0015 m/m	32 m		5 à 15 cm

(* au niveau du site d'étude)

2.1 Les peignes

Un premier type de peigne simple a été suivi sur l'Aisne en amont de Bomal. Celui-ci est constitué d'arbres entiers couchés en pied de berge, la cime vers l'amont, attachés par des pieux et des fils métalliques. Ce type d'aménagement est adapté à des secteurs assez longs où les berges ont une faible hauteur. La plupart de ces peignes ont résisté aux crues dont la plus élevée a une récurrence de cinq ans et une puissance spécifique de plus de 150 W/m². Une sédimentation importante s'est produite dans certains peignes mais conjointement on observe un recul de la berge au-dessus de ces peignes et une destruction des extrémités d'autres peignes. Il est important que ce type de peigne soit construit de façon à être au moins aussi haut que la berge qu'il doit protéger (fig. 1). En effet, lors de périodes de plus hautes eaux, la partie non protégée est soumise à l'érosion. Lorsque cela n'est pas possible, il est alors conseillé de planter des espèces arbustives ou des plançons sur la partie de la berge laissée dégagée. Dans cette optique, lors de la mise en place, il faut aussi prendre en considération le tassement du peigne (celui-ci étant constitué de bois vert).

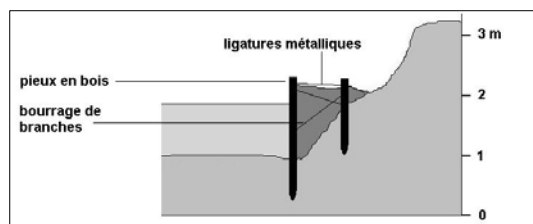
Figure 1 : Peigne sur l'Aisne à Juzaine.



Le phénomène à l'origine de la destruction des extrémités de certains peignes est différent. Ceux-ci sont installés dans des encoches d'érosion entre des arbres isolés qui se trouvent en avancée dans le lit. Lors de périodes de hautes eaux, il est fort probable que ces arbres génèrent des turbulences qui érodent et détruisent une partie des peignes.

Un autre type de peigne étudié est constitué de rangées de pieux en bois, plus ou moins espacés, entre lesquels sont attachés, par des fils métalliques, un bourrage de branchages. Ce type d'aménagement a été installé sur l'Anneau près de Quiévrain (fig. 2) où les secteurs à protéger sont plus courts, avec des berges plus hautes. La plupart de ces peignes n'ont pas résisté aux crues. Leur dimensionnement est un facteur important de stabilité : une longueur mais surtout une hauteur excessives sont à l'origine de l'effondrement de plusieurs d'entre eux. Néanmoins, d'autres phénomènes déstructurant la berge y ont aussi contribué : lors de la mise en place des peignes, la végétation herbacée et buissonnante a été complètement arrachée à plusieurs endroits et des engins lourds ont été utilisés en sommet berge pour leur mise en place. Un aménagement avec des peignes moins hauts, combiné avec des plantations directement dans la berge et à son sommet, aurait été plus adapté.

Figure 2 : Peigne sur l'Anneau à Quiévrain



2.2 Les épis

Les épis consistent en une structure fixe pénétrant dans le cours d'eau afin de dévier le courant. Ceux-ci peuvent varier en taille (proportionnellement à la largeur du cours d'eau), en inclinaison par rapport à la berge et en nombre.

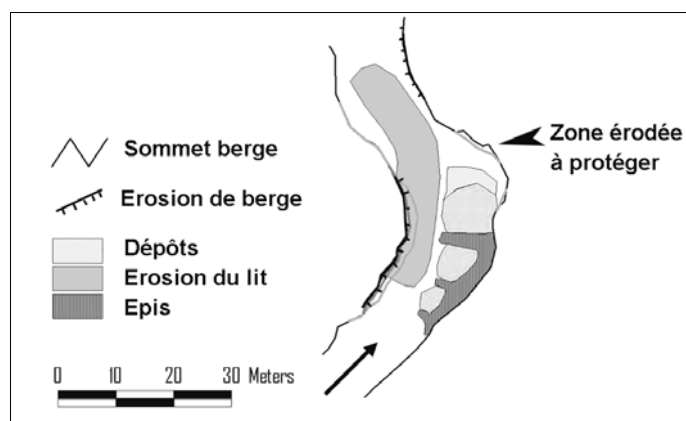
Un premier exemple est celui de la Berwinne à Bombaye au lieu-dit de la Folie. Le but de cet aménagement est de limiter le recul d'une berge dans la concavité d'un méandre tout en préservant la verticalité de la berge. En effet, cette berge verticale constitue un habitat écologique très intéressant notamment pour la nidification des hirondelles de rivage.

Trois épis, de longueur croissante, reliés par des peignes latéraux, légèrement orientés vers l'amont, ont été installés une vingtaine de mètres en amont afin de dévier le courant (tab. 2 – fig. 3). Ces épis sont constitués de trois rangées de pieux de bois enfoncés dans le lit, remplis par des épicéas entiers et par des branchages liés entre eux au moyen de fils métalliques. Une zone de calme, limitant l'érosion, est ainsi créée au pied de la berge verticale. Toutefois, en période de hautes eaux, il se crée une cellule de contre courant animée de vitesses élevées ; elles permettent le remaniement des sédiments accumulés en période de basses eaux et empêchent ainsi la formation d'une zone de sédimentation à caractère accumulatif susceptible d'être colonisée et stabilisée par la végétation, ce qui aurait modifié l'habitat à préserver.

Tableau 2 : Dimension des épis lors de leur mise en place.

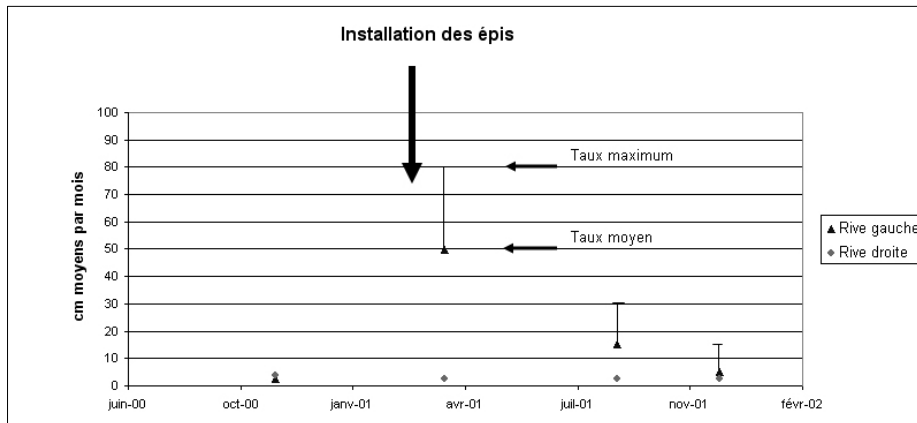
	Localisation	Longueur totale	Dépassement (branches)	Largeur (base)	Largeur (sommet)	Largeur section	Débit de submersion*
Epi 1	aval	10,60 m	1,50 m	3 m	1,70 m	14,40 m	~ 8 m³/s
Epi 2	milieu	3,30 m	2,30 m	0,90 m	1m	11,70 m	~ 6 m³/s
Epi 3	amont	2,60 m	1 m	1 m	0,5 m	10,25 m	~ 4 m³/s

Figure 3 : Epi sur la Berwinne au lieu-dit de la Folie



En regard de la largeur du lit mineur, ces épis apparaissent fort importants (le rapport entre la largeur du lit mineur et la longueur du plus grand épi atteint à peine 1,3), si bien qu'un ajustement s'est opéré très rapidement. Il s'est traduit par un approfondissement du lit mais surtout par une érosion importante de la berge opposée, en face de l'épi principal. Avant les travaux, on a observé un recul de 10 cm en six mois et juste après ceux-ci, il a atteint 50 à 80 cm en un mois. Par la suite, le recul a eu tendance à se stabiliser (à environ 30 cm en trois mois) pour finalement revenir à son taux d'origine (fig. 4).

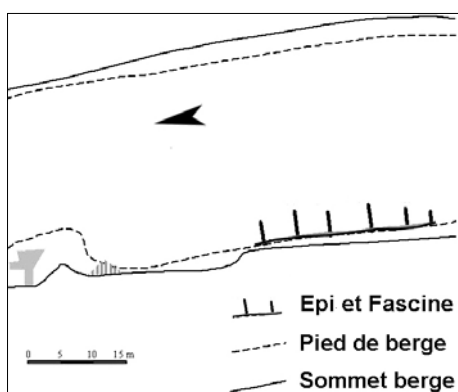
Figure 4 : Recul des berges suite à l'installation des épis



Ce type d'aménagement résiste à des puissances de l'ordre de 60 W/m^2 (crue de $18 \text{ m}^3/\text{s}$ avec une période de retour de 2 ans). Comme il ressort de la figure 3, cet aménagement se répercute vers l'aval sur une longueur de l'ordre de 40 m, ce qui représente 2 fois la longueur de l'aménagement ou encore 4 fois la largeur moyenne du lit.

Un autre type d'utilisation d'épis a été réalisé sur la Lesse à Gendron. Dans ce cas, une série de six épis de même dimensions (± 3 mètres), reliés par une fascine latérale située en pied de berge, ont été placés perpendiculairement à cette dernière, afin de limiter son recul (fig. 5). Le rapport entre la largeur du lit et la longueur des épis est ici fort important (de l'ordre de 10). Ces épis sont constitués de fagots de branchages d'épicéas et de boutures de saule fixés par des pieux métalliques. De nouveau, l'intérêt de ce système est de réduire l'érosion latérale de la berge tout en favorisant une sédimentation transitoire à l'intérieur des petits casiers formés par les épis. Ce type d'aménagement fonctionne actuellement bien et il a résisté à des puissances de 175 W/m^2 (crue de $248 \text{ m}^3/\text{s}$ - période de retour de 14 ans).

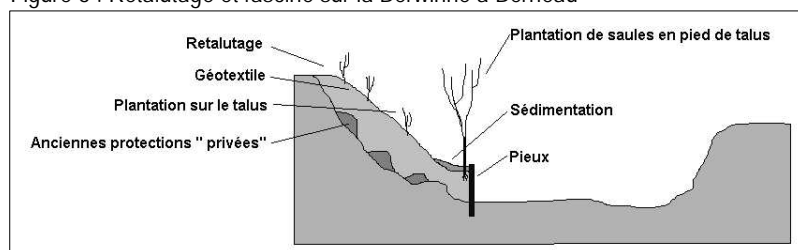
Figure 5 : Epis sur la Lesse à Gendron



2.3 Retalutage avec fascines et plantations

Dans ce type d'aménagement, la berge est retalutée (le plus souvent selon un calibre de type 6/4) et peut être protégée par un géotextile (toile de jute ou de coco) et recouverte de terre arable. Le talus est semé et planté de diverses essences herbacées et ligneuses. Le pied de berge est stabilisé par une fascine constituée de branches vivantes de saule dont le but est de protéger le pied de la berge. De plus, elle diminue la vitesse du courant lors de périodes de hautes eaux et protège ainsi la végétation du talus lors de sa croissance (fig. 6).

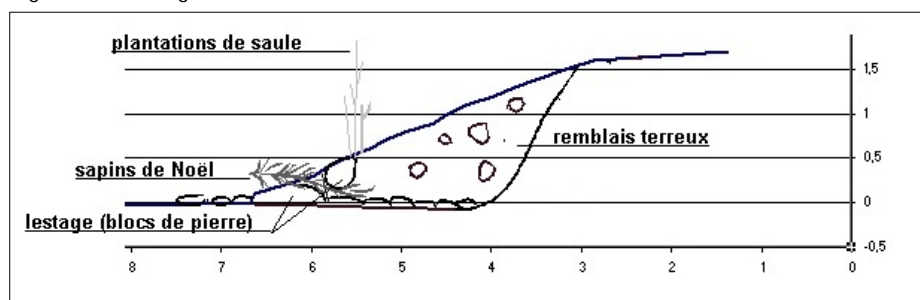
Figure 6 : Retalutage et fascine sur la Berwinne à Berneau



On peut se demander si la croissance de la végétation ainsi que la diminution de section qui en découle (en plus du retalutage) ne risquent pas d'augmenter la rugosité du lit et donc, par exemple, de créer une élévation du niveau d'eau lors de crues. Sur ce secteur d'étude de la Berwinne, nous avons mesuré le niveau d'eau atteint lors de plusieurs crues (laisses et observations directes). Ces niveaux nous ont permis de calculer les pentes qui, avec les débits (obtenus à la station limnigraphique de Dalhem) et les vitesses moyennes (dédites de ces débits et des différentes sections), nous ont permis de calculer la rugosité totale (n) de Manning. On observe une augmentation de la rugosité, légère mais significative, en relation avec la croissance des végétaux. Il semblerait que la rugosité tende à diminuer avec le recépage des saules, ce qui démontre bien l'importance d'un bon entretien.

Un type d'aménagement semblable a été réalisé sur un secteur de l'Aisne à Juzaine. Cet aménagement peut être qualifié de mixte. En effet, la fascine de base a été remplacée par un lestage de pierre et par des petits épicéas couchés perpendiculairement à la berge (fig. 7). A l'extrémité amont de l'aménagement, un léger empierrement de protection a été réalisé. Ce genre d'aménagement mixte est intéressant pour des rivières à forte puissance et à fond caillouteux car il est très stable et a d'ailleurs résisté à des puissances de l'ordre de 160 W/m^2 (crue dont la période de retour est de 5 ans).

Figure 7 : Aménagement mixte sur l'Aisne à Juzaine



3. Conclusions

Afin de pouvoir tirer des conclusions sur la résistance, le fonctionnement et les impacts de ces types d'aménagements, un suivi de plusieurs années est réellement nécessaire. De plus, la multiplication de chantiers expérimentaux permettrait d'étudier plusieurs types d'aménagements différents sur un même type de rivière ou inversement, un même type de chantier sur plusieurs rivières différentes.

Notes :

ⁱ La notion de *puissance* est une façon simple de quantifier la capacité de travail d'un cours d'eau ou sa perte d'énergie. La puissance brute, exprimée en watts par mètre ($W.m^{-1}$) est donnée par l'équation $\Omega = \rho . g . Q . S$, dans laquelle ρ est la masse volumique de l'eau ($1000 \text{ kg} . \text{m}^{-3}$), g l'accélération de la gravité ($9,8 \text{ m} . \text{s}^{-2}$), Q le débit et S la pente moyenne de la ligne d'eau sur le tronçon considéré (en m.m^{-1}). Pour s'affranchir de l'effet de taille du cours d'eau, nous rapportons la puissance par unité de surface, c'est la *puissance spécifique* exprimée en $W.m^{-2}$, avec w la largeur moyenne du chenal à plein bord : $\omega = \rho . g . Q . S . / w$. Enfin, pour comparer différentes rivières entre-elles, on utilise le débit à plein bord (Q_b).

ⁱⁱ Différentes formules prennent en compte la rugosité, mais la plus communément utilisée est celle de Manning, $V = (R_h^{2/3} S_e^{1/2}) / n$ où R_h est le rayon hydraulique (rapport de la section mouillée par le périmètre mouillé), S_e est égal à la pente de la ligne d'énergie et n est le coefficient de rugosité de Manning. En transformant la formule, il est dès lors possible de déduire la rugosité de Manning à partir des autres paramètres ($n = (R_h^{2/3} S_e^{1/2}) / V$). Avec la section et le débit, nous disposons de V et de R_h . Par contre pour S_e , nous utilisons une valeur approchée (S_w , pente du plan d'eau). En effet, théoriquement lorsqu'il n'y a pas de différences sensibles dans les sections d'amont et d'aval, les pentes du plan d'eau et la ligne d'énergie sont parallèles, ce que l'on peut considérer lors de forts débits.

ⁱⁱⁱ Il était intéressant de voir si les différences observées entre les valeurs du n de Manning n'étaient pas plus petites que l'erreur totale due aux mesures et aux observations des grandeurs entrant dans la formule, donc de voir si les différences sont significatives.

Bibliographie :

VERNIER G., HALLOT E., PETIT F., 2002. Suivi écologique et géomorphologique des chantiers de techniques végétales. GIREA (FUNDP) – Laboratoire d'Hydrographie et de Géomorphologie Fluviale (ULg) – DCENN (DGRNE). Rapport final 2002.