

THESIS / THÈSE

MASTER EN SCIENCES BIOLOGIQUES

Suivis et propositions d'expérimentations de techniques douces d'aménagement des berges sur la Lesse

Legrand, Marie-Anne

Award date:
1997

Awarding institution:
Universite de Namur

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

FACULTES UNIVERSITAIRES
NOTRE-DAME DE LA PAIX



NAMUR

Faculté des Sciences

**Suivis et propositions d'expérimentations de techniques douces
d'aménagement des berges sur la Lesse**

**Mémoire présenté pour l'obtention du grade
de Licencié en Sciences
biologiques**

Marie-Anne LEGRAND

Août 1997

Suivis et propositions d'expérimentations de techniques douces d'aménagement des berges sur la Lesse

Legrand Marie-Anne

Résumé

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons suivi deux berges aménagées par des techniques douces, c'est-à-dire avec des plantations, et nous avons proposé un aménagement pour une berge érodée. Les deux sites étudiés sur la Lesse sont situés à Furfooz (site aménagé au printemps 1995 par plantation avec en complément des enrochements) et à Villers-sur-Lesse (site aménagé au printemps 1996 uniquement par des techniques végétales).

Des suivis scientifiques ont été réalisés à plusieurs niveaux : nous avons observé la morphologie de la berge, réalisé des relevés de végétation par la méthode de Braun-Blanquet et par classement phytosociologique, des inventaires de la faune entomologique et de la faune aquatique (macroinvertébrés et poissons) ont également été réalisés.

Nous avons pu, par ces suivis, observer que la création d'une pente douce lors de l'aménagement et les semences utilisées assurent une augmentation de la diversité floristique et que cette végétation favorise la présence d'insectes. Les suivis devant être poursuivis, le lien "aménagement - faune-flore" n'a pu être montré concrètement pour le bas de la berge. Cependant, on peut noter une biodiversité assez importante pour chaque secteur aménagée : 67 espèces de plantes herbacées à Villers-sur-Lesse et 67 à Furfooz; 42 unités systématiques de macroinvertébrés à Villers-sur-Lesse et 48 à Furfooz; 9 espèces de poissons à Villers-sur-Lesse et 11 à Furfooz; 72 taxa d'insectes pour Villers-sur-Lesse et 84 pour Furfooz.

Le dernier point concerne la proposition d'aménagement : création d'une zonation végétale, réalisation d'un fascinage et d'épis. L'ensemble de ces aménagements devra assurer une stabilisation de la berge et une augmentation de sa diversité faunistique et floristique.

Mémoire de licence en Sciences biologiques

Août 1997

Promoteur: J.-C. Micha

Remerciements

Au moment de concrétiser le travail de toute une année, je tiens à exprimer ma gratitude envers toutes les personnes qui m'ont, d'une manière ou d'une autre, aidée à le mener à bien.

Mes plus vifs remerciements vont à mon promoteur, le professeur Jean-Claude Micha, pour m'avoir accueillie au sein de l'unité d'écologie et pour m'avoir permis de réaliser ce travail.

Mes remerciements vont également à Madame Gisèle Verniers, pour son aide, sa disponibilité constante et ses conseils qui m'ont éclairée tout au long de ce travail.

Je tiens également à remercier Monsieur le professeur Margot pour ses nombreux conseils botaniques, Monsieur Overlau pour son aide quant à l'étude des sols ainsi que Monsieur Petiaux pour les nombreux renseignements qu'il m'a fournis sur les techniques d'aménagement.

Je tiens à exprimer ma plus vive reconnaissance à Jean-Yves, pour son aide sur le terrain, pour la détermination des insectes, ainsi que pour les nombreux conseils donnés.

Je tiens également à témoigner ma gratitude envers ma cousine Marie-Noël, pour ses nombreuses lectures et corrections.

Un grand merci à ma famille qui m'a suivie tout au long de mes études et particulièrement à mes parents qui m'ont permis d'arriver là où je suis aujourd'hui.

Enfin, merci à toutes les personnes qui, de près ou de loin, m'ont aidée et encouragée durant cette année.

Table des matières

1. INTRODUCTION	1
2. SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE	3
2.1. Les berges des cours d'eau	3
2.1.1. Les berges : définition	3
2.1.2. Morphologie et dégradations des berges	3
2.1.2.1. Evolution d'un cours d'eau	3
2.1.2.2. Les facteurs de dégradation	4
2.1.2.3. Les mécanismes de dégradation	5
2.1.2.4. Autres éléments influençant l'érosion	6
2.1.2.5. Les différents types de berges en fonction de leur dégradation	6
2.1.3. Aménagement des berges	7
2.1.3.1. Historique des aménagements	7
2.1.3.2. Stabilisation des berges par la végétation	8
2.1.3.2.1. La zonation végétale des berges	8
* La zone à plantes aquatiques	9
* La zone à roselières	9
* La ripisylve	9
2.1.3.2.2. Les actions protectrices ou néfastes des végétaux	10
2.1.3.2.3. Le choix des espèces pour les plantations	11
* Le choix des ligneux à planter	12
* Le choix des plantes herbacées à planter	14
2.1.3.2.4. La gestion et l'entretien	15
2.1.3.2.5. Le génie végétal	16
* Définition et but du génie végétal	16
* Techniques de protection végétale	16
2.1.3.3. Elaboration d'un dossier	19
2.1.3.3.1. Les différents types de travaux	19
2.1.3.3.2. Les principales étapes du projet	19
2.2. Le milieu étudié : la Lesse	20
2.2.1. Situations géographique et géologique de la Lesse	20
2.2.1.1. Villers-sur-Lesse	21
2.2.1.2. Furfooz	21

2.2.2. La vallée de la Lesse	21
2.2.2.1. Ecosystème Lesse	21
2.2.2.1.1. Biotope	22
2.2.2.1.2. Biocénose	23
* La flore	24
* La faune	24
2.2.2.2. Intérêts économiques de la vallée	29
2.2.2.2.1. Pêche	29
2.2.2.2.2. Tourisme	30
2.2.2.2.3. Paysage	31
* Le parc de Furfooz	32
* Le parc national de Lesse et Lomme	32
2.2.3. Aménagement des berges de la Lesse	32
2.2.3.1. L'évolution du cours de la Lesse	32
2.2.3.2. Les problèmes de gestion	33
2.2.3.3. Les différents aménagements effectués sur la Lesse (d'après SCENN 1997)	34

3. MATERIEL ET METHODES 39

3.1. Description des secteurs d'étude 39

3.1.1. Secteur aménagé de Furfooz	39
3.1.1.1. Situation	39
3.1.1.2. Description	40
* Premier sous-secteur (F.1.)	40
* Deuxième sous-secteur (F.2.)	40
* Troisième sous-secteur (F.3.)	40
* Quatrième sous-secteur (F.4.)	41
* Sous-secteur complémentaire	41
3.1.2. Secteur aménagé de Villers-sur-Lesse	41
3.1.2.1. Situation	41
3.1.2.2. Description	41
*Premier sous-secteur (V.1.) :	41
* Deuxième sous-secteur (V.2.) :	42
* Troisième sous-secteur (V.3.) :	42
3.1.3. Secteur érodé de Villers-sur-Lesse	43
3.1.3.1. Situation	43
3.1.3.2. Description	43

3.2. Relevés phytosociologiques	43
3.2.1. Méthode d'échantillonnage	43
3.2.2. Rappel des coefficients utilisés	44
3.3. Relevés faunistiques	46
3.3.1. Insectes	46
3.3.2. Macroinvertébrés	46
3.3.3. Poissons	47
4. RESULTATS ET DISCUSSIONS	48
4.1. La morphologie des berges	48
4.1.1. Suivi des techniques d'aménagement	48
4.1.1.1. Suivi de la berge aménagée à Furfooz	48
Premier sous-secteur	48
Deuxième sous-secteur	48
Troisième et quatrième sous-secteurs	49
4.1.1.2. Suivi de la berge aménagée de Villers-sur-Lesse	49
Premier sous-secteur	49
Deuxième sous-secteur	49
Troisième sous-secteur	50
4.1.2. Discussion du suivi des techniques d'aménagement	50
4.1.2.1. La berge aménagée à Furfooz	50
Premier sous-secteur	50
Deuxième sous-secteur	51
Troisième et quatrième sous-secteurs	51
Ensemble des sous-secteurs	51
4.1.2.2. La berge aménagée à Villers-sur-Lesse	52
Premier sous-secteur	52
Deuxième sous-secteur	52
Troisième sous-secteur	52
Ensemble des sous-secteurs	53
4.2. Suivi floristique	53
4.2.1. Analyse des résultats	53
4.2.1.1. Comparaison entre les sous-secteurs de Furfooz	54
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i>	55
<i>Artemisietea</i>	55

<i>Chenopodietea</i> _____	56
<i>Phragmitetea</i> _____	56
4.2.1.2. Comparaison entre les sous-secteurs de Villers-sur-Lesse _____	56
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i> _____	57
<i>Chenopodietea</i> _____	57
<i>Artemisitetea</i> _____	57
<i>Bidentetea</i> _____	58
<i>Phragmitetea</i> _____	58
4.2.1.3. Comparaison des deux secteurs aménagés _____	58
<i>Molinio-Arrhenatheretea</i> _____	58
<i>Chenopodietea</i> _____	59
<i>Phragmitetea</i> _____	59
<i>Bidentetea</i> _____	60
Semences _____	60
4.2.2. Discussion _____	60
4.3. Suivi faunistique _____	64
4.3.1. Les Insectes terrestres _____	64
4.3.1.1. Analyse des données _____	64
4.3.1.2. Discussion _____	65
4.3.2. Les macroinvertébrés _____	66
4.3.2.1. Analyse des données de macroinvertébrés _____	66
4.3.2.2. Discussion _____	67
4.3.3. Les poissons _____	69
4.3.3.1. Analyse des résultats concernant la faune piscicole _____	69
4.3.3.2. Discussion _____	70
5. Proposition d'aménagement _____	72
5.1. La berge érodée _____	72
Suivi de cette berge érodée _____	72
5.1.1. Type de sols _____	72
5.1.2. Erosion _____	72
5.1.3. Flore _____	73
5.1.4. Faune _____	73

5.2. Proposition d'aménagement	74
5.2.1. Création d'une zonation végétale	74
5.2.2. Fascinage	77
5.2.3. Epis	77
6. Discussion générale	79
7. Résumé - Conclusion - Perspectives	84

1. Introduction

1. INTRODUCTION

La végétation riveraine de la Lesse disparaît pour laisser place à des cultures, des pâturages, des routes. Sans cette végétation, l'érosion des berges est accélérée. Le cours d'eau se voit bordé non plus par une ripisylve luxuriante mais par des pentes de terre abruptes et dénudées qui nécessitent bien souvent des interventions de stabilisation.

Les études réalisées par le GIREA (Groupe Interuniversitaire de Recherches en Ecologie Appliquée) sur l'aménagement écologique des cours d'eau ont comme buts :

- de déboucher sur des recommandations susceptibles d'optimiser les travaux de stabilisation et de diminuer leur impact sur la flore et la faune,
- d'informer le public de la pluralité des fonctions des cours d'eau,
- d'aider les responsables administratifs au niveau des options à prendre pour leur aménagement (Froment et *al.*, 1984).

Le Service des Cours d'Eau Non Navigables gère directement les tronçons des cours d'eau classés en première catégorie, c'est-à-dire dont le bassin versant est supérieur à 5000 ha. Ce service s'attache à les entretenir, les aménager, les protéger et à en réhabiliter certains sites dégradés.

Les aménagements classiques qui sont exécutés (murs, enrochements, gabions) permettent d'assurer une stabilisation des berges dégradées; mais ce type de techniques fait apparaître des problèmes de destructions d'habitats et de diminution de biodiversité. C'est pourquoi, depuis peu, de nouvelles techniques alternatives, dites douces, sont exécutées. Celles-ci prennent en compte les intérêts écologiques et paysagers, tout en assurant la stabilisation des berges grâce au pouvoir de fixation du système racinaire de plantes judicieusement choisies.

C'est dans ce cadre que se situe notre travail. Trois tronçons de berge de la Lesse dont un situé à Furfooz et deux à Villers-sur-Lesse ont été sélectionnés pour une analyse critique :

- un secteur situé à Furfooz, aménagé au printemps 1995 par essais de techniques douces faisant intervenir des matériaux minéraux et des plantations,
- un secteur à Villers-sur-Lesse aménagé en 1996 à l'aide de techniques végétales pures,
- un secteur à Villers-sur-Lesse non aménagé, correspondant à une berge verticale érodée.

Un objectif de ce travail était de suivre ces secteurs à différents niveaux :

- au niveau de la morphologie de la berge : observations de l'érosion, observations des techniques d'aménagement pour voir comment elles évoluent au cours du temps, pour voir leur efficacité lors des crues;

- au niveau de la végétation, pour savoir si la recolonisation naturelle est rapide, si elle évolue bien dans le sens d'une stabilisation renforcée et quelle est son importance par rapport aux plantations effectuées;
- au niveau de la diversité faunistique, avec mise en évidence des conséquences d'une berge érodée ou d'un aménagement vis-à-vis de la faune aquatique et terrestre.

Pour le dernier secteur, une proposition d'aménagement par technique douce sera émise, dans le but de stabiliser cette berge dégradée et d'y augmenter la diversité biologique.

Mais, avant de chausser nos bottes et de nous rendre sur place, il est nécessaire de préciser quelques notions.

Nous verrons ainsi : (point 2 du travail)

- * les facteurs de dégradation des berges,
- * les mécanismes de dégradations,

ensuite :

- * l'historique des aménagements
- * le rôle des végétaux pour stabiliser les berges
- * les techniques d'aménagement des berges
- * comment on élabore un dossier avant de choisir un type d'aménagement,

enfin :

- * les situations géographique et géologique de la Lesse et plus précisément des deux villages qui nous intéressent,
- * l'écosystème "Lesse", son biotope et sa biocénose,
- * les intérêts économiques de la vallée (la pêche, le tourisme, le paysage),
- * l'aménagement des berges de la Lesse.

Le point 3 du travail sera consacré au matériel et aux méthodes. Les trois sites y sont décrits, ensuite on donne les relevés botaniques et faunistiques après avoir décrit la méthode d'échantillonnage.

Le point 4 présente et discute les résultats obtenus : la consolidation des berges, les relevés floristiques et les relevés faunistiques.

Le point 5 propose un aménagement de la berge érodée de Villes-sur-Lesse en se basant entre autre sur les observations faites sur les autres sites.

Enfin, on trouvera une discussion générale (point 6) et une conclusion (point 7).

2. Synthèse Bibliographique

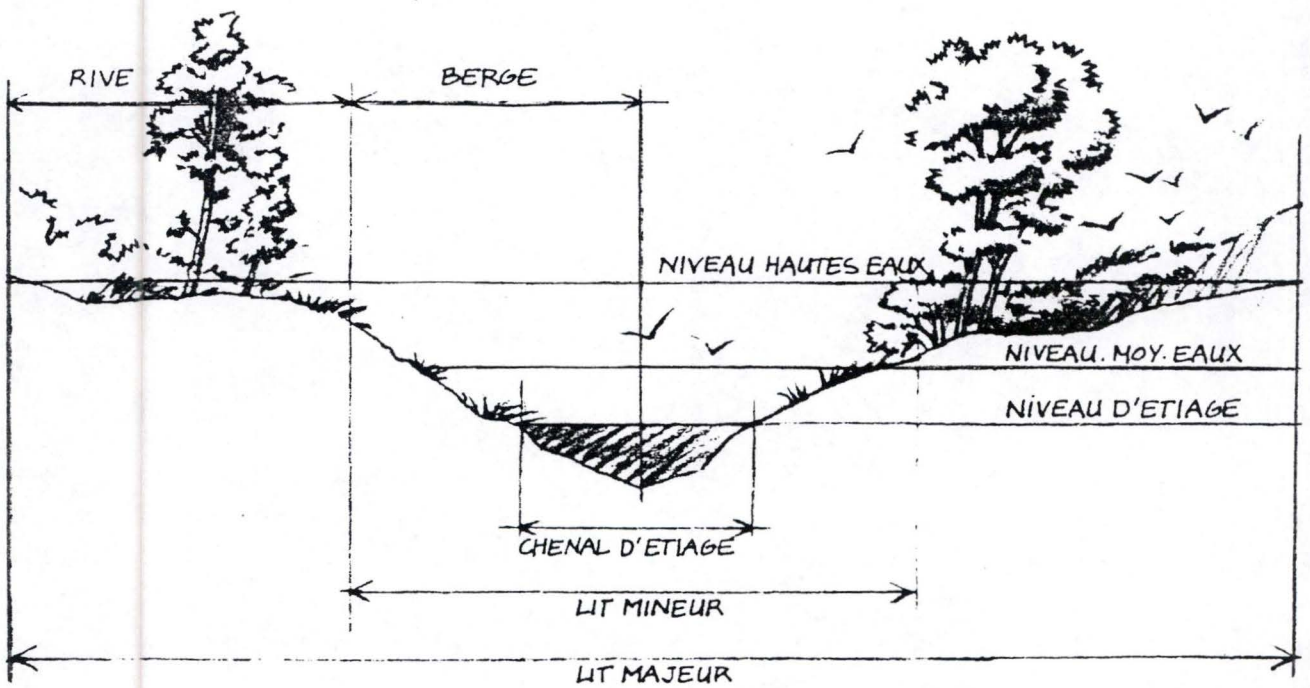


Figure 1 : Coupe transversale d'une rivière (d'après Verniers 1983).

2. SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

2.1. Les berges des cours d'eau

Avant de présenter les observations faites sur le terrain, il est nécessaire de donner quelques notions concernant les berges des cours d'eau, leurs facteurs de dégradation et les aménagements possibles.

2.1.1. Les berges : définition

La berge est un talus naturel bordant le lit d'un cours d'eau. C'est une zone de transition entre le milieu aquatique et le milieu terrestre.

De par sa situation, elle possède une grande valeur écologique en augmentant la gamme de microhabitats et en favorisant la diversité et la densité des espèces végétales et animales. Bien sûr, la berge possède de nombreuses autres fonctions telles que le rôle paysager, lieu de passage pour les oiseaux migrateurs, apport de nourriture pour la faune, accueil pour de nombreux insectes, zones de refuges et substrat de ponte pour les poissons, rôle d'ombrage pour la faune aquatique...

Les berges peuvent être subdivisées en deux parties :

- Le pied de berge est la zone soumise à l'action quasi permanente du courant et située sous le niveau moyen des eaux.
- Le talus proprement dit n'est qu'occasionnellement en contact avec le courant et est situé au-dessus du niveau moyen des eaux.

Lorsque les eaux montent et inondent des surfaces plus ou moins étendues, la rivière quitte son lit mineur pour couler dans son lit majeur (Lachat, 1993). Ce lit mineur a comme limite inférieure le point le plus bas du pied de la berge et comme limite supérieure le point le plus haut du talus (Figure 1) (Verniers, 1995).

2.1.2. Morphologie et dégradations des berges

2.1.2.1. Evolution d'un cours d'eau

Le cours d'eau est dynamique et évolue dans l'espace et dans le temps. Des méandres se forment, dont les recoupements créent des bras morts, des îles apparaissent, le cours se modifie, etc. Il y a ainsi tout un façonnement du paysage dépendant essentiellement de la rivière et de ses humeurs. L'activité humaine peut accélérer ce processus. C'est le cas pour la Lesse (voir 2.2.3.1., page 29).

Le façonnement des berges par le cours d'eau est régi par deux actions antagonistes mais complémentaires : d'une part, une érosion plus ou moins intense des berges concaves,

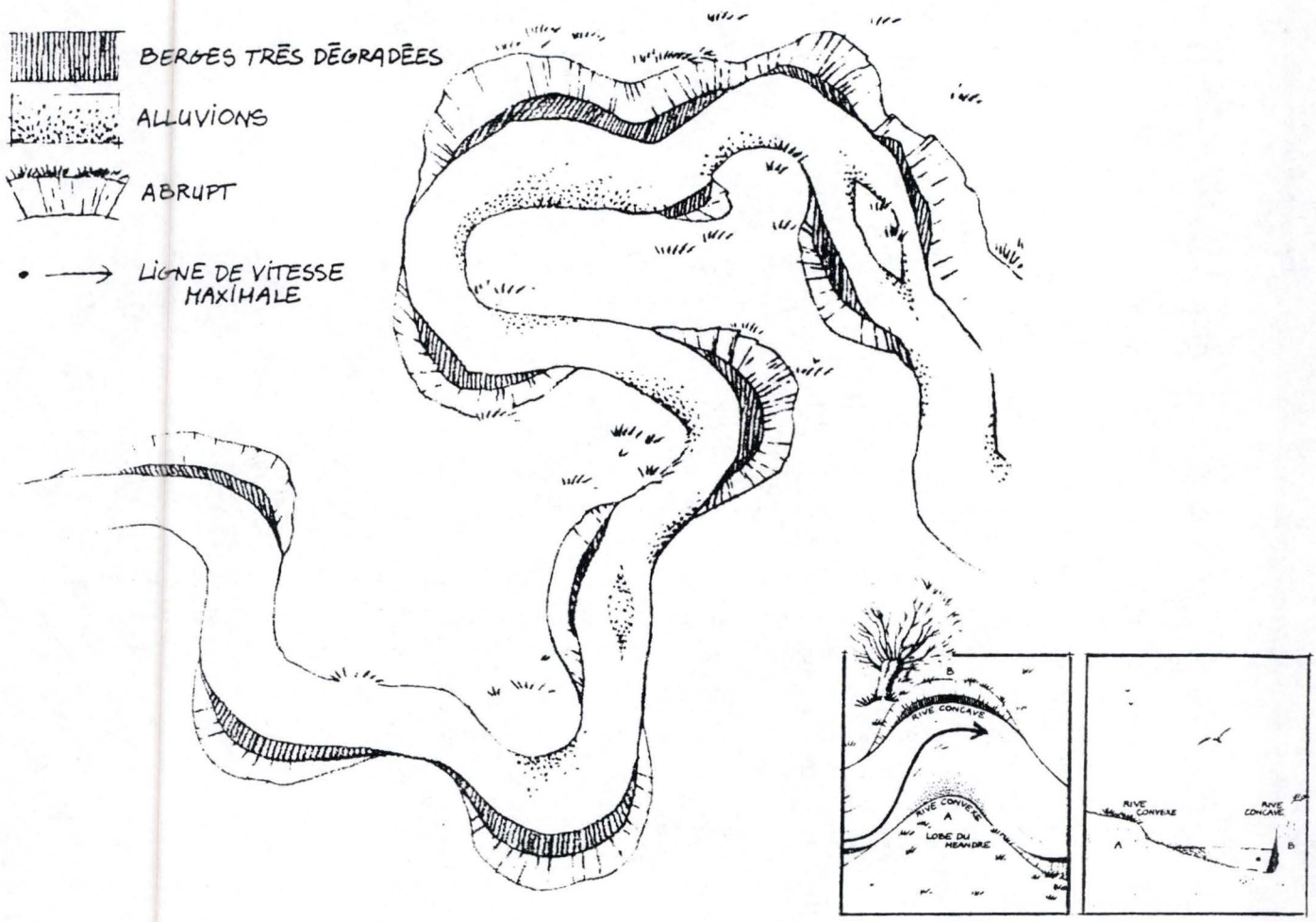


Figure 2 : Schéma d'évolution d'un méandre (d'après Verniers, 1983).

d'autre part, une accumulation plus ou moins importante d'alluvions contre les berges convexes.

La ligne de vitesse maximale reste à une certaine distance de la rive. Elle est proche de la rive convexe à l'entrée de la courbe. Les courants secondaires renversent cette orientation et renvoient le maximum en berge concave à la sortie de la courbe. L'évolution naturelle d'un cours d'eau se fait donc dans le sens d'une augmentation des méandres (Figure 2) (Verniers, 1983).

L'érosion est la dégradation du sol par le détachement et l'entraînement progressif de ses particules constitutives. Cette dégradation résulte de la friction occasionnée par l'écoulement de l'eau et des matériaux qu'elle transporte.

2.1.2.2. Les facteurs de dégradation

L'érosion relève de différents mécanismes et de plusieurs facteurs.

a) L'eau est un des facteurs qui joue un rôle primordial dans le processus de dégradation des berges et ses origines sont diverses (Verniers, 1995) :

- l'eau de ruissellement, d'autant plus agressive que sa vitesse est grande (forte pente de talus);
- l'eau courante de la rivière dont l'impact dépend de la vitesse du cours d'eau, de la pente du talus et de l'agitation due aux remous et au vent;
- l'eau d'infiltration qui provoque des glissements dus à des variations du poids spécifique et des tensions interstitielles entre les grains des matériaux constitutifs de la berge.

Il est à remarquer que la pente, la granulométrie, la hauteur sont importantes dans ce phénomène de dégradation. Nous en reparlerons plus loin.

b) Les êtres vivants jouent également un rôle dans le processus de dégradation des berges.

- Le bétail peut, par un piétinement excessif, accélérer leur effondrement.
- Les animaux fouisseurs (ex. rats musqués), en creusant leurs galeries, favorisent l'infiltration et l'affaissement du sol.
- L'homme déstabilise les berges par une mauvaise gestion des plantations riveraines mais également par son agriculture et ses activités liées à la rivière.

La végétation peut avoir une action favorable (elle "fixe" le sol du talus par ses racines) ou défavorable à la stabilité du talus. Dans ce dernier cas, citons les arbres à faible enracinement (peuplier, par exemple) qui, en tombant dans le lit, emportent une partie de berge et favorisent son érosion par dérivation du courant.

d) Les phénomènes météorologiques (pluies, gel...)

- Le vent agit directement en desséchant le talus : l'évaporation de l'eau hygroscopique diminue la liaison entre les grains et favorise le glissement du talus.
- Le gel, en cristallisant l'eau interstitielle du massif, désorganise la structure du talus. Il dilate la structure du sol, il le décompose et le rend particulièrement sensible au ruissellement (Blanc, 1984).

2.1.2.3. Les mécanismes de dégradation

Il existe différents mécanismes de dégradation des berges. Les principaux sont : le glissement, l'érosion due au courant, l'affouillement, le ravinement, le lessivage et la dissolution.

Le glissement s'observe lors de la décrue, c'est-à-dire au moment où les particules de terrain sont entraînées par l'écoulement des eaux. En effet, lors de la décrue, la descente des eaux de la rivière est souvent plus rapide que l'abaissement de la ligne d'eau à l'intérieur du talus. Il se crée alors un gradient hydraulique qui favorise l'écoulement de l'eau vers la rivière en entraînant les particules du talus, la berge étant décalottée par glissement. Ce glissement est donc propre au talus de la berge et il s'identifie *in situ* essentiellement en observant simultanément la zone de départ de la masse de terrain qui a glissé et l'accumulation correspondante à son pied (Wolff, 1990).

Dans le cas de l'érosion due au courant les particules constituant les berges sont arrachées par la vitesse de l'eau, ce qui provoque un recul progressif de la rive. Cette action qui peut se manifester sur des tronçons droits de cours d'eau est particulièrement accentuée dans les zones concaves des méandres. Nous pouvons remarquer que l'érosion des berges sera d'autant plus rapide que la vitesse de l'eau est élevée (crues violentes) et que la berge est érodable (faible cohésion, granulométrie fine, absence de végétation). Ce type d'érosion s'observe aussi bien au pied de la berge que sur le talus, mais uniquement lors de hautes eaux.

Un autre mécanisme important de dégradation est l'affouillement au pied, causé par l'érosion régressive du lit. Cette érosion est une reprise du creusement qui se propage vers l'amont à la suite de l'abaissement du niveau de base. Ce sapement à la base est particulièrement sensible sur les berges à pentes raides. Dans ce cas l'affouillement donne rapidement naissance à des surplombs et provoque l'effondrement des berges. (Blanc, 1984; Wolff, 1990).

Le ravinement est une action mécanique de l'eau. Elle est due à l'eau de ruissellement qui provoque une érosion superficielle de la partie supérieure de la berge d'autant plus grave que sa vitesse est grande. Le ravinement sera donc favorisé par une pente forte mais aussi par l'absence de végétation.

Le lessivage et la dissolution sont des actions physico-chimiques de l'eau. Le lessivage du talus se traduit par l'enlèvement de particules solubles du terrain. Il favorise la dégradation de celui-ci. La dissolution des poches minérales solubles peut engendrer des

cavités souterraines favorables aux effondrements. (exemple : les grottes de Han-sur-Lesse)

2.1.2.4. Autres éléments influençant l'érosion

Divers éléments peuvent influencer l'érosion des berges des cours d'eau. Les trois éléments les plus importants sont la hauteur, la pente, et la granulométrie.

- La hauteur : Le pied de berge est soumis quasiment en permanence à l'action du courant et subit le sapement de ce courant, pouvant conduire à l'affouillement.

Le haut de la berge n'est touché par le courant qu'aux hautes eaux. Il est plus sensible aux phénomènes de glissement et de ravinement. Cependant, il peut constituer un deuxième niveau d'affouillement dans le cas de berges hautes et très pentues en période de crue.

- La pente : La pente de la berge est l'inclinaison du talus par rapport à l'horizontale.

Les berges en pente faible, à l'opposé des berges abruptes, favorisent l'implantation de la végétation et limitent l'érosion en offrant une plus grande surface de contact avec l'eau.

- La granulométrie : selon la nature des constituants de la berge et leur degré de cohésion, le sapement sera plus ou moins important. Suivant la granulométrie on peut distinguer trois grands types de berges (Maire, 1977) :

- * La berge caillouteuse : si elle est surmontée d'une couche de matériaux fins (sables et limons), cette dernière peut s'effondrer car elle est en surplomb par rapport à la couche de cailloux.
- * La berge sablo-limoneuse : du fait de l'homogénéité des matériaux, la dégradation est plus lente que dans le cas des berges caillouteuses. Le processus de sapement fait plutôt appel à un effritement généralisé.
- * La berge argileuse : le développement de sapement est freiné si on retrouve des niveaux consolidés.

2.1.2.5. Les différents types de berges en fonction de leur dégradation

On peut distinguer différents types de berges suivant leur stabilité :

- les berges stables bien végétalisées qui n'évoluent que très lentement et qui ne libèrent que très peu de matériaux;
- les berges moyennement dégradées qui évoluent lentement et qui libèrent de faibles quantités de matériaux;
- les berges très dégradées qui libèrent localement des quantités importantes d'alluvions;

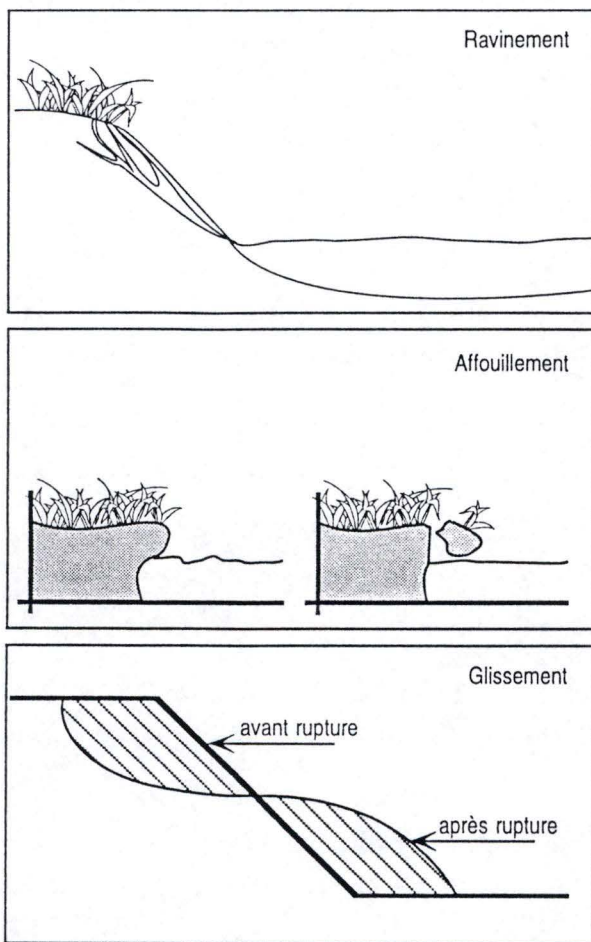


Figure 3 : Les mécanismes de dégradation (d'après Verniers, 1995).

- les berges sapées qui libèrent des grosses quantités de matériaux sur une grande distance (Maire, 1977).

Trois mécanismes principaux de dégradations, à savoir le ravinement, l'affouillement et le glissement, peuvent intervenir simultanément. On peut ainsi mettre en évidence la nécessité (Blanc, 1984) (Figure 3) :

- d'une protection de la partie supérieure du talus contre les eaux superficielles (ravinement) et le courant de la rivière (érosion),
- d'une protection du pied contre les affouillements par dispositifs dissipateurs d'énergie (gabions, enrochements...),
- d'un dispositif de filtre pour éviter l'entraînement des particules du talus par l'écoulement des eaux (glissement à la décru).

2.1.3. Aménagement des berges

2.1.3.1. Historique des aménagements

Ce n'est pas d'aujourd'hui que l'on s'intéresse aux cours d'eau et à leur rives. Mais, les intérêts ont évolué. Les rivières et leurs déviations ont d'abord été utilisées en tant qu'eaux stagnantes comme éléments de fortification, avant d'être aménagées aux X^{ème} et XI^{ème} siècles en biefs et dérivations de moulins destinées à utiliser l'énergie hydraulique. De même, aux XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècles, de nombreux cours d'eau ont été canalisés et régularisés afin d'améliorer la navigation qui s'est progressivement substituée au flottage. Mais cette ère des grands travaux destructeurs, aux seules fins économiques, est à peu près révolue (Wolff, 1990).

En effet, depuis une bonne vingtaine d'années, on observe une grande diversification au niveau des problématiques d'aménagement des cours d'eau. Ceci est lié au développement des zones urbanisées ou industrialisées, à l'extension du réseau routier qui ont abouti à l'imperméabilisation de superficies de plus en plus importantes. Ce qui se traduit en période de précipitations par une diminution de l'infiltration et par une augmentation du volume d'eau dirigé vers les collecteurs naturels. Parallèlement, la construction d'ouvrages divers tels que barrages et ponts provoque des perturbations qui aboutissent le plus souvent à une diminution des capacités d'écoulement. Ces effets conjugués ont pour conséquence l'accroissement des débordements et l'aggravation des dégâts provoqués par les inondations.

De plus l'attrait que produisent les cours d'eau sur l'homme induit une augmentation du nombre de loisirs : campings, résidences secondaires, centres touristiques qui se rapprochent sans cesse des cours d'eau. Ce qui demande un certain nombre d'aménagements assurant la protection des personnes et des biens, tout en préservant l'aspect écologique et paysager.

Mais ces protections rapprochées réduisent les zones alluviales qui voient du même coup leur pouvoir de régulation de crues disparaître, ce qui accroît considérablement les dangers d'inondations. Dans les bassins versants, l'assèchement et l'assainissement de

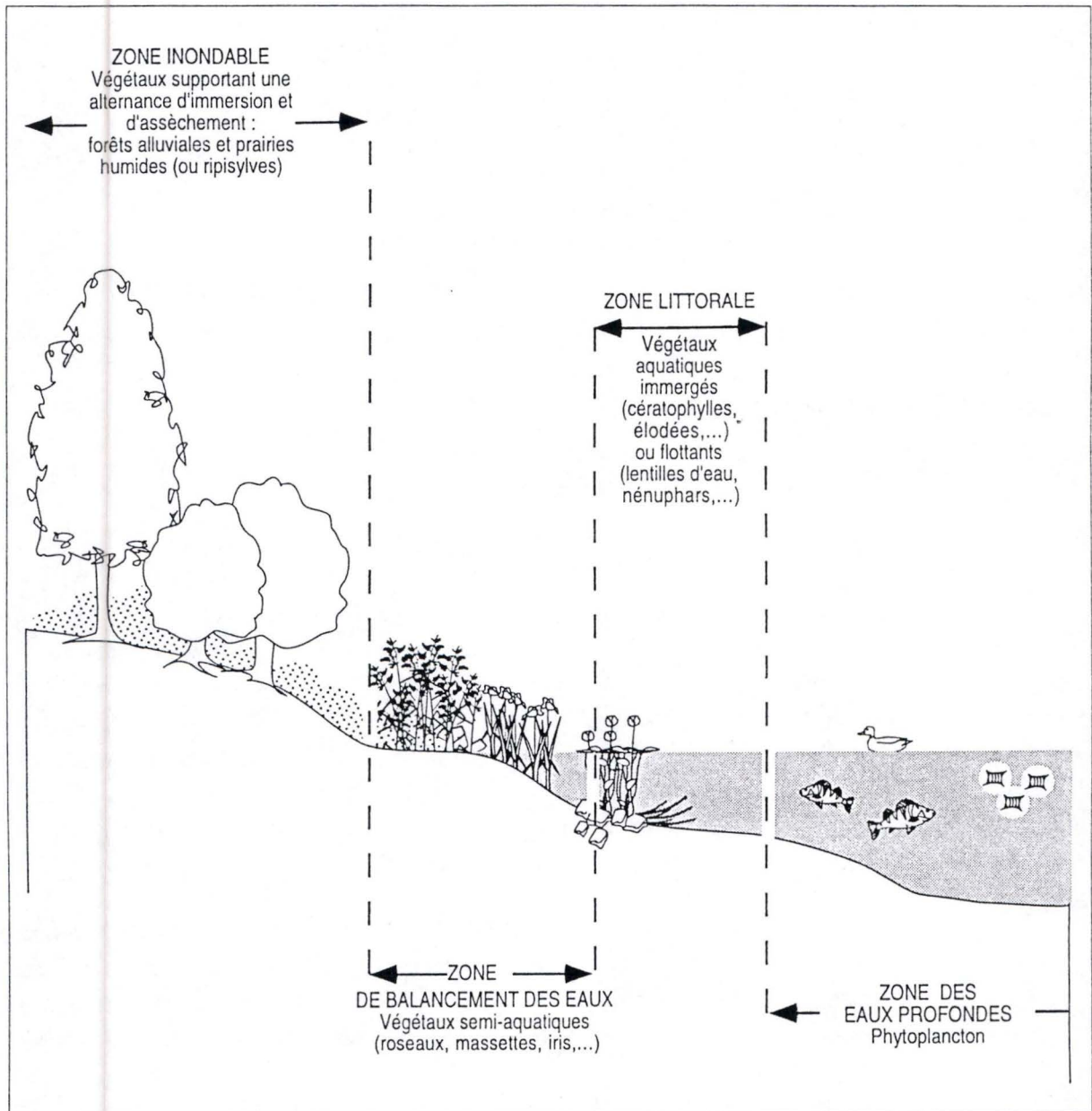


Figure 4 : Zonation naturelle de la végétation riveraine (d'après Verniers, 1995).

grandes surfaces de terrains alluviaux réduisent leur pouvoir tampon et augmentent également le danger des crues (Lachat, 1994).

Il en résulte une évolution des techniques d'aménagement mises en oeuvre. Cette évolution conduit à une problématique nouvelle des protections des cours d'eau. En effet, tant que seule prévalait la finalité hydraulique, on façonnait des rivières analogues à des canaux, à coup de gros travaux de terrassement et de stabilisation, comme les murs et les perrés maçonnés. Ces derniers provoquent une diminution de la diversité aussi bien faunistique que floristique. Des impacts sur le paysage s'en sont fait également ressentir.

Mais la reconnaissance actuelle des caractéristiques écologiques et paysagères du milieu riverain et une présentation de l'intérêt des végétaux comme matériaux de lutte contre l'érosion des berges induit une évolution des techniques d'aménagement mises en oeuvre, ces dernières étant basées sur le pouvoir de fixation des plantes.

Si le concept d'utilisation des végétaux en protection et stabilisation des sols, appelé "génie végétal", est contemporain à cette seconde moitié du 20^{ème} siècle, il n'en demeure pas moins qu'il puise sa source dans des techniques et observations ancestrales. Apparemment connues dès le moyen âge, les techniques végétales ont été décrites pour la première fois, semble-t-il, en 1826 en Autriche. A la suite des catastrophes de 1878 à 1884 dans les régions de montagne, notamment en France, des zones riveraines de ruisseaux et de rivières furent stabilisées à l'aide de plantes vivantes et de techniques combinées. En Suisse, le premier écrit parut en 1886. L'Autriche, la Hongrie, l'ex-Yougoslavie et le nord de l'Italie appliquèrent aussi des méthodes végétales (Lachat, 1993).

2.1.3.2. Stabilisation des berges par la végétation

Autrefois, les berges étaient consolidées naturellement par la végétation spontanée mais celle-ci disparaît de plus en plus, comme souligné ci-dessus. On a renforcé les berges à l'aide de plusieurs techniques minérales (enrochements, gabions, perrés) mais celles-ci ne sont pas écologiques. Les techniques actuelles se basent sur le génie végétal qui tient compte des aspects écologique et paysager.

2.1.3.2.1. La zonation végétale des berges

En observant la végétation qui croît en milieu riverain, on constate que les espèces diffèrent selon la position qu'elles occupent dans le talus. (Lehoux, 1996). Cette répartition des plantes en fonction de leurs exigences propres et de leur tolérance aux périodes d'inondation plus ou moins prolongées est appelée "zonation végétale".

La zonation caractéristique des groupements végétaux correspond donc aux changements écologiques, depuis l'eau profonde jusqu'aux parties élevées de la rive, peu touchées par l'eau. Quand la série est complète, les groupements des eaux continentales comportent (Figure 4) :

- une zone de plantes aquatiques, immergées en permanence,

- une zone à roselières, constamment immergée dans la partie inférieure et seulement pendant une moitié de l'année dans la partie supérieure
- une ripisylve qui correspond à la zone inondable où la végétation supporte une alternance d'immersion et d'assèchement.

* La zone à plantes aquatiques

Les plantes aquatiques ou hydrophytes réduisent la vitesse du cours d'eau et, de ce fait, sa puissance d'érosion. Elles protègent ainsi le lit contre l'érosion, d'autant plus qu'elles sont applaties au sol par le courant fort des grandes crues.

Souvent, les fleurs des plantes aquatiques sont immergées (comme chez les potamots, les callitriches), parfois elles s'ouvrent au-dessus de l'eau (nénuphars jaunes, renoncules aquatiques). La plupart de ces plantes sont fixées au fond par leurs racines (hydrophytes fixés). Quelques-unes flottent librement (les lentilles d'eau par exemple), on parle alors d'hydrophytes libres ou nageants (Dethioux, 1989a).

* La zone à roselières

Selon les conditions écologiques, la zone à roselières comporte des associations tout à fait différentes de Phragmitetea. Cette zone remplit la fonction de protection des rives de différentes manières. Avec leurs racines, rhizomes et rejets, les plantes fixent le sol. De plus, elles forment sous l'eau un obstacle perméable qui freine, par frottement, l'énergie du courant et de l'agitation des vagues, de sorte que celles-ci ne touchent la surface du sol qu'avec une force réduite. Cette "protection active de la rive" ne peut être assurée par la roselière que dans un domaine constamment inondé, c'est-à-dire sous le niveau moyen des eaux. (Seibert, non daté)

Ces héliophytes ou espèces semi-aquatiques sont enracinés dans la vase ou sur le fond de la rivière; leurs feuilles et leurs fleurs s'épanouissent au-dessus de la surface de l'eau. Les plus connus sont le rubanier, le roseau, le jonc des chaisiers, l'iris faux-acore, la baldingère, la salicaire, le lycoper...

* La ripisylve

La ripisylve correspond à la formation végétale ligneuse et herbacée qui fait transition entre le milieu aquatique et le milieu terrestre. C'est une zone particulièrement riche du point de vue biologique, grâce à sa diversification procurée par l'effet de "lisière" (Vieban, 1986). Cette végétation est fonction de divers paramètres tels que la durée et l'intensité des crues, le type de sol...

- Les espèces ligneuses :

La plupart des rivières étaient auparavant occupées par une végétation ligneuse bien adaptée à son milieu. Sa largeur était assez importante pour jouer un rôle de tampon. Mais le défrichement des terrains en bordure de rivière s'est accéléré à cause du développement du drainage et de l'irrigation. Ainsi, de nombreux cours d'eau, qui autrefois serpentaient

dans un milieu où l'homme n'intervenait que très rarement, se voient actuellement bordés par des terres agricoles. Lorsqu'on regarde nos rivières actuelles, peu d'entre-elles possèdent encore une ripisylve. Pourtant lorsqu'elle est entretenue, cette formation végétale permet de fixer et de stabiliser les berges des cours d'eau tout en participant à l'équilibre biologique de la rivière.

Les espèces ligneuses peuvent être subdivisées en bois durs et bois tendres :

- Les bois durs colonisent les régions supérieures du lit majeur, où les inondations sont de courtes durées (ex : frêne, orme, peuplier, ...).
- Les bois tendres aussi appelés bois blancs peuplent les régions basses, où les inondations sont de plus longues durées (saule, aulne, ...).

- Les espèces herbacées :

Selon leur vocation, les éléments du tapis herbacé se subdivisent en trois catégories. Certains sont strictement cantonnés au milieu terrestre comme la grande ortie, le gaillet gratteron, le compagnon rouge, etc. D'autres, au contraire, ne se contentent pas de pousser sur la berge mais s'intéressent aussi au milieu liquide. C'est le cas notamment de l'agrostide blanche et de la glycérie flottante dont les tiges s'avancent sur les eaux calmes, au départ de la berge. Enfin, certaines espèces croissent normalement dans l'eau mais leurs populations peuvent s'étendre sur la partie de la berge où règne encore une certaine humidité. Dans ce groupe rentrent notamment la glycérie aquatique, la massette à larges feuilles, etc. (Dethioux, 1989b).

2.1.3.2.2. Les actions protectrices ou néfastes des végétaux

Par la structure même de leurs parties aériennes et souterraines, de même que par leur emplacement sur le profil transversal d'un cours d'eau, les végétaux fournissent des actions différentes, protectrices ou néfastes, selon les espèces. Une protection naturelle est d'autant plus efficace que les groupements rivulaires composant la couverture végétale sont adaptés à l'effet complexe de l'ensemble des facteurs écologiques.

D'une manière générale on peut énumérer comme suit, de façon non exhaustive, les actions de la végétation (Lachat, 1994; Lehoux, 1996).

Les avantages offerts par les techniques végétales sont :

- procurer une stabilité dynamique croissante, car la protection, souvent faible au début, devient de plus en plus efficace au fur et à mesure de la croissance et du développement des plantes;
- opposer une résistance souple aux forces du courant (car elles sont vivantes) permettant de mieux dissiper l'énergie;
- constituer des supports, des abris, de la nourriture pour les peuplements animaux et contribuent à maintenir ou à restaurer une grande diversité faunistique et floristique;
- fournir l'ombre nécessaire pour limiter la croissance exagérée d'autres formes végétales indésirables et pour garder les eaux fraîches;

- jouer un rôle de filtration et d'épuration des eaux de surface en captant, au niveau des racines, une partie des contaminants (engrais, pesticides) utilisés notamment en milieu agricole;
- conserver et embellissent le paysage et le patrimoine naturel et culturel;
- contribuer à conserver ou à restaurer le patrimoine génétique d'une région en privilégiant l'utilisation de plantes indigènes;
- peuvent être relativement peu coûteuses en matériaux car ces derniers sont souvent prélevés sur place;
- produire des ouvrages qui, après quelques années de croissance, sont susceptibles eux-mêmes de fournir le matériel nécessaire pour d'autres projets.

Les désavantages connus sont les suivants :

- il est nécessaire d'avoir de la main-d'oeuvre compétente et un encadrement scientifique et technique sérieux;
- il faut un entretien régulier, toutefois étalé dans le temps;
- il existe de facteurs limitants (altitude, pollution, lumière, consistance des sols);
- dans certains cas extrêmes, ces techniques ne sont pas applicables sans l'aide de moyens financiers et techniques équivalents aux constructions traditionnelles du génie civil;
- les résultats ne sont pas toujours visibles immédiatement et obligent une période de végétation;
- certains cas d'érosion ne peuvent être résolus avec des techniques végétales simples, on doit les combiner à des structures qui font appel à des matériaux inertes (enrochement, géotextile...);
- à cause des variations du niveau d'eau, la réalisation des travaux est limitée à la période printanière.

2.1.3.2.3. Le choix des espèces pour les plantations

Les espèces végétales utilisées pour la stabilisation des rives doivent posséder plusieurs caractéristiques qui leur permettent de bien jouer leur rôle, soit réduire la puissance érosive du courant, et qui leur permettront de s'implanter dans des conditions difficiles (Lehoux, 1996). Ces caractéristiques sont les suivantes :

- selon leur position dans le talus, les plantes devront être plus ou moins tolérantes aux inondations;
- les plantes doivent posséder un système racinaire qui s'enfouit profondément dans le sol;
- les plantes doivent être résistantes aux forces d'arrachement;
- elles doivent posséder une forte capacité de régénération.

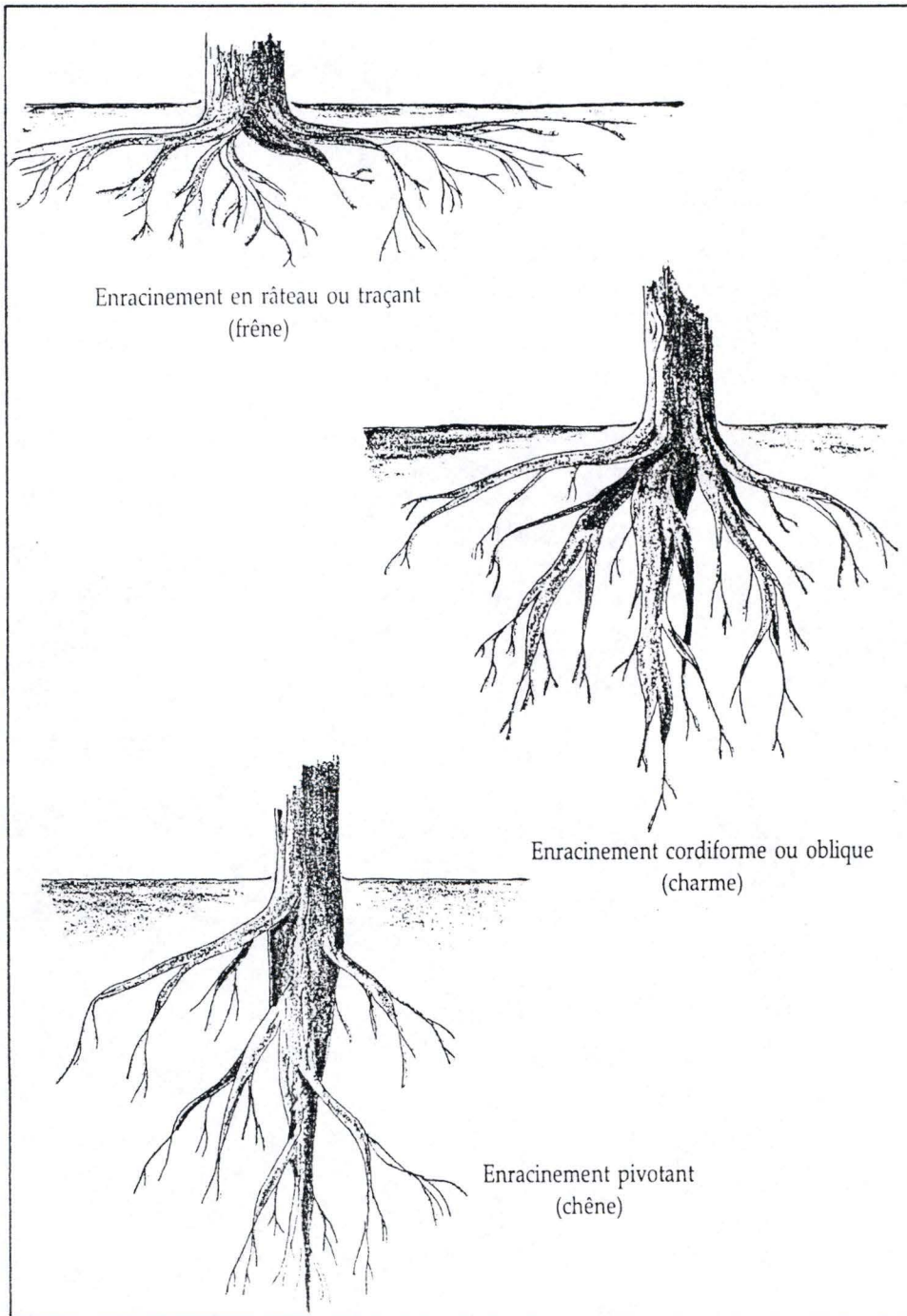


Figure 5 : Les différents types d'enracinement (d'après Dethioux, 1989 c).

* Le choix des ligneux à planter

Le choix des ligneux à planter sur les berges dépend des exigences écologiques de l'espèce, de sa taille spécifique et de son type d'enracinement (Dethioux, 1989c).

Les exigences écologiques se déduisent de la distribution de l'espèce dans la nature. Celle-ci dépend d'abord de la nature du terrain et de sa fertilité. Les espèces des sols pauvres et relativement acides sont dites oligotrophes, celles des sols moyennement fertiles sont dites mésotrophes et celles des sols fertiles et généralement neutres sont dites eutrophes. Les besoins en lumière sont aussi à prendre en considération. A cet égard, on distingue des essences de lumière (héliophiles) qui exigent le plein éclaircissement dès le jeune âge et les essences héliocrines qui supportent un certain ombrage. Enfin, certaines espèces croissent mieux en site humide (hygrophiles), baignées par l'eau ou à nappe aquifère superficielle, tandis que d'autres préfèrent des sites moins humides (mésophiles).

La taille spécifique qu'atteignent les ligneux au cours de leur développement permet de les classer comme arbres ou arbustes. Lorsqu'on se propose de créer un écran latéral pour ombrager le cours d'eau et limiter le développement des plantes aquatiques et ripicoles, on choisira des arbres à feuillage plus ou moins dense. Par contre, si le rideau à créer doit rester bas, afin de faciliter l'accès de la rivière aux pêcheurs, on préférera des arbustes sinon des arbres qui se prêtent bien au recépage périodique.

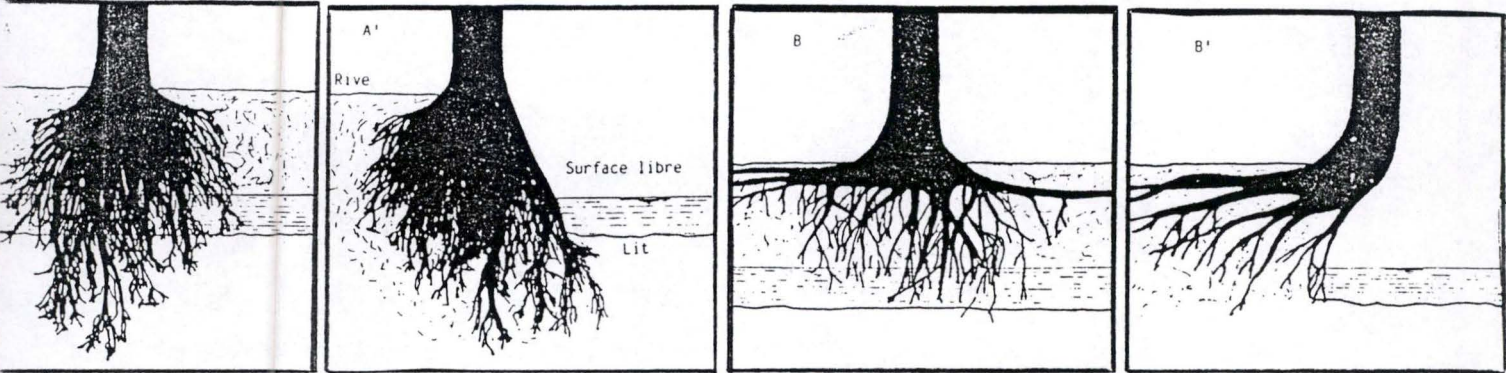
Le système racinaire de la végétation ligneuse est, dans bien des cas, la seule fixation de berges qui existe naturellement. Son rôle dans le maintien de la berge est irremplaçable et la conservation des souches permet de prolonger son action.

Le type d'enracinement est très important pour la fixation des rives. Si, dans le jeune âge, beaucoup d'espèces ont un enracinement assez semblable, celui-ci se différencie ultérieurement selon trois types (Figure 5) :

- le type traçant ou en râteau, constitué par de fortes racines latérales qui se développent horizontalement et assez loin dans la couche supérieure du sol. Ces racines traçantes produisent des ramifications plus ou moins perpendiculaires qui s'enfoncent dans le sol. C'est le cas du frêne;
- le type pivotant, constitué par une forte racine principale, qui s'enfonce verticalement dans le sol et produit des ramifications latérales d'extension limitée. C'est le cas du chêne;
- le type oblique ou cordiforme, formant plusieurs racines principales se développant obliquement dans le sol de façon symétrique, pour exploiter un volume limité du sol autour du pied. C'est le cas du charme.

L'enracinement s'adapte néanmoins aux circonstances locales. Chez les espèces mésophiles, il s'arrête au niveau de la nappe aquifère; chez les espèces hygrophiles, tel l'aulne glutineux, les racines pénètrent dans les horizons constamment gorgés d'eau.

Il en ressort que des espèces sont prédisposées pour aider au maintien des berges. Quelques exemples sont montrés dans l'annexe 1 (Annexe 1) :



- A: type aulne glutineux, profil longitudinal
- A': type aulne glutineux, profil transversal
- B: type frêne/peuplier, profil long.
- B': type frêne/peuplier, profil transversal

Figure 6 : Deux types de système racinaire (d'après Lachat, 1993).

L'Aulne glutineux (*Alnus glutinosa*) est une espèce ligneuse très efficace pour la protection des berges. Son enracinement est rapide, et ses racines fort nombreuses, divisées, verticales et profondes (pouvant descendre jusqu'à 3,80 m.) Elles forment ainsi une "palissade" qui constitue un excellent écran anti-érosif (Figure 6).

De plus, l'aulne s'accommode très bien aux inondations prolongées à condition que les eaux soient suffisamment oxygénées (ce qui est le cas des eaux courantes). C'est ainsi qu'on le retrouve souvent au bas des berges où il ménage au pied de ses souches d'excellents refuges pour les poissons.

L'aulne possède également des nodosités constitués d'actinomycètes (organismes unicellulaires microscopiques mi-bactéries, mi-champignons) qui fixent l'azote et à la mort de l'arbre, le sol sera enrichi naturellement en azote, ce qui favorisera la croissance des autres espèces.

L'aulne convient particulièrement aux zones fortement soumises à l'érosion. Il est souhaitable d'obtenir très rapidement une galerie d'aulnes compacte et sans lacune car un seul point favorable à l'attaque de l'érosion des eaux suffit pour anéantir l'effet protecteur de la galerie en aval de ce point. (Dethioux, 1974; Verniers, 1995; Fetter et al., 1996.)

Les saules (*Salix* spp.) de par sa tolérance aux inondations supportant de longues périodes de crues et de son système racinaire puissant qui s'enfonce profondément dans le sol et qui s'étale sur de longues distances, retenant ainsi le sol en place, et résistant aux forces d'arrachement, le saule est également une excellente espèce à utiliser dans la partie inférieure du talus. Grâce à la grande flexibilité de leurs tiges et à leur capacité de régénération à partir de segments de tiges coupées, les saules sont utilisés comme éléments de construction dans le façonnement des fascines, des fagots, des rangs de plançons et de matelas de branches.

Les espèces de saules sont nombreuses, certains deviendront des arbres et d'autres resteront à l'état d'arbrisseaux. Les plus performants en matière de reprise, de croissance et de développement racinaire sont le *Salix alba* et le *Salix viminalis*.

Le saule blanc (*Salix alba*) est un arbre pouvant atteindre 20 m de haut. Son enracinement est de type traçant et profond et la pénétration des racines dans le sol s'arrête au niveau de la nappe où elles forment en se ramifiant très fort, un véritable fouillis.

Le saule des vanniers (*Salix viminalis*) est un arbrisseau de 2 à 4 m dont l'enracinement est mal étudié mais vraisemblablement traçant, s'arrêtant au niveau de l'eau. Ce saule est cultivé et utilisé comme osier en vannerie.

Le frêne (*Fraxinus excelsior*) forme, la première année, une racine pivotante qui peut déjà atteindre 50 cm de profondeur. Puis son système racinaire devient typiquement en râteau avec des racines latérales qui rampent horizontalement entre 0 et 30 cm de profondeur et d'où partent de puissantes racines verticales. Cet enracinement permet au frêne de résister aux agressions du courant et de protéger efficacement la berge.

Il existe encore bien d'autres espèces ligneuses; certaines facilitent l'entretien en maintenant un couvert qui limite l'explosion de la végétation concurrente (ex : Chêne Pédonculé, Merisier, Erable Sycomore, Charme, Robinier, Tilleul, Cyprès); d'autres apportent couvert et nourriture à la faune (ex : Sorbier des oiseleurs, Prunelier, Aubépine Epineuse, Cornouiller Sanguin).

* Le choix des plantes herbacées à implanter

Dans un projet de stabilisation de rives, les plantes herbacées sont en général utilisées en combinaison avec les arbustes ou les arbres dans le haut du talus et le replat pour assurer son recouvrement rapide. Mais elles y jouent un rôle secondaire. La couverture herbacée protège le sol en attendant que les espèces ligneuses puissent prendre la relève. Leur utilisation permet, en outre, de diversifier le couvert végétal en améliorant le potentiel d'habitat faunistique.

La plupart des graminées ont un enracinement intensif c'est-à-dire que leur système racinaire est généralement peu profond et très enchevêtré. Même si leurs racines sont étalées et peu profondes, elles retiennent très efficacement la couche superficielle du sol (Gratton, 1989). On choisira donc, de préférence, des graminées pour leur système racinaire et les légumineuses pour leur aptitude à enrichir les sols.

Voici quelques exemples de plantes herbacées à implanter (Dethioux, 1989b) :

La baldingère (*Phalaris arundinacea* L.) est une espèce vivace. Son enracinement est puissant et ses rhizomes sont moyennement longs. Elles forment des touffes vertes et robustes persistant longtemps pendant la mauvaise saison. Cette espèce assez héliophile pousse au bord des eaux, sur la berge et dans les aulnaies. Elle colonise la plupart des types de sols humides (sauf la tourbe) et supporte mal le pâturage. Cette espèce convient donc très bien pour couvrir le bas de la berge au contact de l'eau.

L'agrostide blanche (*Agrostis stolonifera*) est une espèce vivace à longs stolons. Héliophile et hygrophile, peu sensible au niveau trophique du sol, l'*Agrostis* est très adaptée à la colonisation des berges tant dans le haut qu'au contact de l'eau. Associée à la baldingère, elle s'est avérée très efficace pour protéger le bas de la berge.

Le dactyle vulgaire (*Dactylis glomerata*) est une espèce vivace cespiteuse dont les racines peuvent s'enfoncer jusqu'à plus d'un mètre de profondeur. Il se rencontre sur les sols riches, ni trop secs, ni trop humides, faiblement acides à calcaires et préfère les sites ensoleillés à faiblement ombragés. Cette espèce colonise la moitié supérieure des berges des cours d'eau eutrophes ou eutrophisés et peut être utilisée en mélange avec d'autres graminées pour couvrir le sol.

Le fromentale (*Arrhenatherum elatius*) est une espèce cespiteuse, mésophile, peu sensible à la sécheresse mais évitant les sites humides. Il préfère les sols profonds, faiblement acides à calcaires (5,7 à 8) bien fournis en éléments nutritifs. En raison de son enracinement profond (jusqu'à 150 cm de profondeur) il est intéressant pour la moitié

Tableau 1 : Les entretiens à réaliser pour divers problèmes rencontrés (d'après Lachat, 1993).

	Problèmes	Effets	Erosion	Inondation	Autres effets	Origine	Remèdes
Végétation arborescente et buissonnante	Grands arbres en berge	Bras de levier sur les racines par le vent Déstabilisation du sol Ombre sur le sous-bois	×				Tronçonnage Elagage Emondage
	Arbres inclinés contre le lit	Déviations du courant Déstabilisation du sol	×	(x)			Tronçonnage Dessouchage Rabatterment de souches
	Arbres tombés dans le lit	Obstruction, déviation du courant Création de niches d'érosion	×	×	Accumulation d'embâcles et formation de bancs graveleux, sableux ou vaseux	Absence d'entretien	Enlèvement Dessouchage
	Souches dans le lit mineur	Déviations du courant Turbulences portées en berge	×				Rabatterment Dessouchage
	Végétation luxuriante dans le lit mineur	Obstruction, déviation du courant Création de niches d'érosion	×	×	Accès difficile Manque de lumière Accumulation d'embâcles et formation de bancs graveleux, sableux ou vaseux		Débroussaillage
	Embâcles végétaux	Obstruction, déviation du courant Création de niches d'érosion	×	×			Enlèvement
Végétation herbacée (lit)	Prolifération d'hydrophytes	Modification des équilibres physico-chimiques de l'eau Baisse de la qualité piscicole		×	Accès difficile Atterrissement Accumulation d'embâcles Fermentations	Absence d'arbres Insolation et réchauffement Apport d'éléments fertilisants	Râteau mécanique Moissonneuse aquatique Faucardage
	Prolifération d'hélophytes	Ralentissement de l'écoulement		×		Pente et profondeur d'eau faibles	Faucardage Godets faucardeur

	Problèmes	Effets	Ero- sion	Inon- da- tion	Autres effets	Origine	Remèdes
Nature des sols riverains	Absence de clô- ture — bétail	Piétinement du sol Destruction de la végétation protectrice	×			Manque de clôtures aux endroits délicats	Clôture Zone tampon
	Labourage et circulation de véhicules lourds en sommet de berge	Déstabilisation du sol	×			Nature géologi- que des sols	Zone tampon
	Rongeurs (rat musqué, rat)	Minage de la berge	×			Absence de végétation ligneuse stabi- lisatrice	Piégeage Tir
	Envasement	Déviaton du courant et dimi- nution de la profondeur	×	×	Colmatage du fond Altération de la qualité chimique et biologique		Curage
	Bancs d'allu- vions	Déviaton du courant Diminution du gabarit	×	×	Prolifération d'hydrophytes et d'hélophytes		Arasement Curage Remodelage
Actions humaines	Accumulation de déchets en berge (herbes, branches, détri- tus, matériaux pierreux)	Etouffement et destruction de la végétation pro- tectrice Plus de protec- tion par le cou- vert végétal	×			Homme	Elimination
	Abattage et défrichement mal faits	Rétrécissement du gabarit	×	(x)			Tronçonnage Dessouchage Rabattement

supérieure des berges à sols fertiles. Mais toutefois, il faut éviter de le semer dans des sites ombragés et piétinés où il ne prospère pas.

La renoncule rampante (*Ranunculus repens*) est une espèce vivace très utile à la fixation des berges en raison de son enracinement fourni et profond mais aussi de ses nombreux stolons. Les racines en faisceaux peuvent descendre jusqu'à 50 cm de profondeur et la plante forme de longs stolons (jusqu'à 20 cm) qui s'enracinent aux noeuds. C'est une espèce pionnière qui tolère un piétinement modéré et le broutage.

La reine des près (*Filipendula ulmaria*) est une espèce vivace, très utile pour la fixation du sol des berges grâce à son système racinaire horizontal. Mais, faute de pouvoir se procurer des graines, on pourrait planter des morceaux de touffes préexistantes.

Pour plus de renseignements vous trouverez, en annexe, une liste des conditions d'utilisation des espèces herbacées et semi-aquatiques (Annexe 2).

2.1.3.2.4. La gestion et l'entretien

Une gestion suivie de la végétation est indispensable. Il ne faut pas laisser trop évoluer ce milieu qui, en vieillissant, perdra de son dynamisme et ne pourra plus assurer pleinement sa fonction.

Pour gérer correctement la rivière, ses berges, son lit, ses ouvrages, il faut prévoir des opérations régulières d'entretien. Ces entretiens sont indispensables pour de bons résultats des ouvrages de stabilisation végétale. L'absence d'entretien ou un entretien mal réalisé provoque, à la longue, de nouveaux problèmes d'érosion. Cet entretien se fait entre autre lorsque le gabarit du cours d'eau est trop encombré par une végétation devenue exubérante et que l'écoulement est fortement ralenti, provoquant une montée des eaux.

Un entretien est également nécessaire pour pouvoir maintenir la végétation à un certain stade plus efficace, pour permettre la croissance de certaines espèces par coupe sélective d'autres. D'une manière générale, cet entretien d'ouvrage est extrêmement bénéfique aux plantes, s'il est fait entre septembre et mars. En effet, cette opération stimule la croissance, renforce les souches et les racines, rajeunit l'ouvrage qui trouve une nouvelle vitalité (Lachat, 1994) (Tableau 1).

L'entretien peut se faire à l'aide de machines modernes, puissantes et maniables. Mais, ces dernières n'étant pas, au départ, conçues pour l'entretien des rives, elles occasionnent toujours un minimum de dégâts. C'est pourquoi, l'entretien mécanique, par la fauche et la taille sélective correspondant à des actions respectueuses du cours d'eau, est pratiqué en premier lieu. Elle se fait, en général, à l'aide de cisailles d'éclaircie (modèle pince) à deux côtés coupants, de sécateurs, de scies et éventuellement de tronçonneuses ou de débroussailleuses.

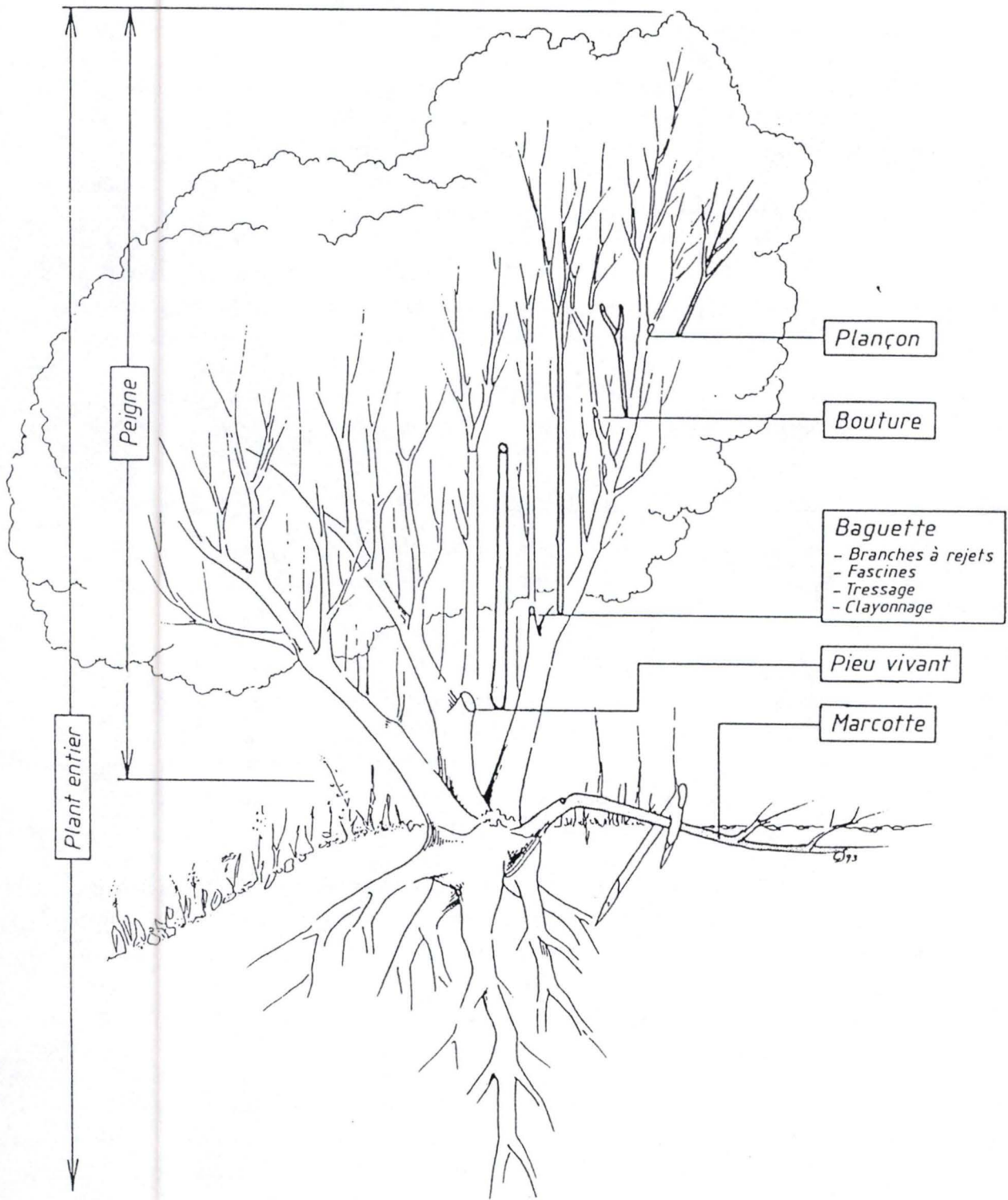


Figure 7 : Les différentes parties d'un arbre qui peuvent être utilisées pour les techniques de protection végétale (d'après Lachat, 1994).

2.1.3.2.5. Le génie végétal

* Définition et but du génie végétal

Le génie végétal est une technique qui a pour but de résoudre les problèmes d'érosion des sols grâce à l'utilisation des végétaux. Elle a pour principe de base de favoriser une protection des berges en conservant la végétation existante. Mais, en cas de mauvais état sanitaire des boisements rivulaires, les espèces mal adaptées à leur situation, les espèces indigènes et envahissantes seront éliminées sélectivement. C'est seulement dans le cas de dégradations constatées des berges que le génie végétal utilisera les plantes comme matériel de base à la construction d'ouvrages.

De nombreux outils sont indispensables pour la réussite de l'application des techniques développées. Il y a entre autres les connaissances en botanique, géobotanique, phytosociologie, écologie végétale qui sont les outils principaux la maîtrise de la composante vivante. La physique, la mécanique, la dynamique des sols, la géologie, la pédologie et l'hydraulique sont des outils également indispensables pour ces techniques.

Le génie végétal est donc une science hybride faisant appel à des connaissances issues d'horizons divers et ayant comme buts principaux :

- d'offrir une solution efficace à un problème de protection des sols (érosion, glissements);
- d'engendrer un coût de réalisation raisonnable;
- de maintenir une diversité d'habitats maximale;
- d'éviter un aménagement minérale des berges non adapté au paysage local;
- de respecter la distribution étagée de la végétation;
- de minimiser l'impact occasionné par l'implantation d'un ouvrage de stabilisation.

* Techniques de protection végétale

Il existe trois principales formes d'implantation des végétaux pour la restauration naturelle des rives (d'après Lachat, 1994 et Lehoux, 1996); soit :

- l'utilisation de segments de végétaux (herbacées, arbres et arbustes),
- l'utilisation des végétaux entiers (herbacées, arbres et arbustes),
- l'utilisation de graines (herbacées).

L'utilisation des différentes parties d'une plante permet de réaliser diverses techniques de protections végétales (exemple : fabrication de fagots, de fascines, de rangs de plançons ou matelas de branches...) (Figure 7). Ces techniques sont nombreuses et peuvent être aussi bien appliquées seules qu'en combinaison avec d'autres formes d'implantation des végétaux.

Tableau 2 : Objectifs et risques des différents types de travaux
(inspiré de Masson et al, 1980 in Lambot, 1996).

Types	amélioration écoulement	lutte contre inondations	lutte contre érosion	régularisation du débit	risque principal	risque secondaire
TRAVAUX ORDINAIRES						
nettoyage	+++	++	+		} accélération de l'érosion et } affouillement	} transport de sédiment, dépôt en aval } abaissement du lit
faucardage	+++	++	+			
curage	+++	+++	+		augmentation pointe crue	modification du niveau de la nappe
dragage	+++	+++	+		id avec glissement du pied de berge	id
réparation berges	+		+++		augmentation pointe de crue	id
réparation digues	+	+++	+		id et instabilité des berges	id et instabilité d'ouvrages
TRAVAUX EXTRAORDIN.						
recalibrage approf., élarg.	++	+++			augmentation pointe de crue	glissement des berges
rectification, coupure	++	+++	+++		id, instabilité ouvrages, reprise érosion	méandration, sédimentation, stabilité des berges
digue	+	+++	+		augmentation pointe de crue, instab. berges	modif. nappe et instab; des ouvrages
seuil épis	++		++ +++		sédimentation affouillement	modif. nappe sédimentation
modif.ouvrage d'art	+++	+++	++		augmentation pointe de crue	modification nappe
bassin écrêteur, barrages		+++		+++	sédimentation	id

L'utilisation des végétaux entiers se fait sous forme de plantation d'espèces généralement ligneuses. Ces espèces peuvent être pourvues de racines nues ou au contraire munies d'une motte de terre. Généralement, pour les essences ligneuses de haut port, les plantations sont appliquées en sommet de berges. En revanche, les espèces buissonnantes et arbustives peuvent être plantées jusqu'à mi-pente dans la berge. Ces plantations sont rarement appliquées seules et ne s'effectuent, en général, qu'en complément à d'autres techniques.

Différents mélanges de graines d'espèces herbacées pour l'ensemencement peuvent être préparées selon les particularités du site à restaurer (Tableau 2). Ces semences sont généralement disponibles en sac de 10 à 20 kilos auprès des pépiniéristes et grainetiers. Lorsqu'elles ne sont pas disponibles sur le marché les graines peuvent toujours être trouvées sur le milieu naturel.

Une brève description de différentes techniques de protection végétale est donnée ci-dessous :

Boutures : La technique du bouturage utilise la capacité qu'ont certains végétaux de produire des racines adventives à partir d'un morceau de tige séparé de la plante mère. Suivant les espèces, on obtient un enracinement et un développement aérien considérables en peu de temps. Il y a formation d'un nouveau buisson et un nouvel arbre. Cette technique est recommandée sur des talus dénudés qui présentent une problématique d'érosion faible. Elle ne peut être appliquée sur des sols trop compacts parce qu'aucun enracinement ne sera possible. On utilisera souvent cette technique dans le haut du talus en la combinant avec d'autres méthodes telles que les fagots ou les matelas de branches.

Rangs de plançons : Le rang de plançons désigne un alignement de branches ramifiées enfouies presque entièrement dans une tranchée ou sous un remblai. Plusieurs tranchées sont ainsi étagées, formant plusieurs cordons de végétation horizontaux et parallèles. La capacité de stabilisation des rangs de plançons est grande même sur des pentes fortes. L'utilisation de cette technique est recommandée sur un matériel non compacté et instable tel qu'un remblai nouvellement déposé. Les branches enfouies dans le sol jouent un rôle d'armature à court terme et le système racinaire à moyen et long termes.

Tressage : Réalisé à partir des branches d'une espèce apte au bouturage qui sont entrelacées entre des pieux, le tressage est une protection du pied de la berge. Il permet la stabilisation de cours d'eau peu agressifs du point de vue érosif. Mais, dans le cas des cours d'eau puissants, le tressage est accompagné par d'autres techniques telles que boutures, plantations qui protégeront le haut du talus.

Fagots : Les fagots sont des arrangements de branches solidement attachées ensemble de façon à former un boudin uniforme. Ces derniers sont maintenus ensemble par des piquets profondément enfoncés dans le sol et sont disposés sur le talus, parallèlement aux courbes de niveau, de manière à créer une barrière protectrice. Dès leur mise en place et bien avant que la végétation n'ait repris, les fagots forment une structure naturelle qui joue le rôle de filtre en retenant les matériaux granulaires tout en laissant passer l'eau. Cette technique peut protéger efficacement une longue pente forte qu'on ne

peut adoucir, et qui est affectée par une érosion faible à moyenne, ainsi que la base et la pente d'un talus affecté par une érosion faible à modérée.

Fascine : Les fascines sont des arrangements de branches placées dans le même sens et solidement fixées entre deux alignements parallèles de pieux. Généralement une seule rangée de fascines est appliquée dans le bas d'un talus. Cette technique est recommandée pour contrer les problèmes d'érosion moyenne à sévère. Toutefois, elle ne s'applique pas dans le cas de talus très hauts et abrupts.

Matelas de branches : Le matelas de branches est un ensemble de branches déposées parallèlement à la pente et retenues à l'aide d'un fil métallique. Cette technique protège les rives fortement menacées ou dégradées par l'érosion fluviale. Son action protectrice est immédiate. Elle permet d'améliorer l'efficacité de la reprise et le renforcement du sol, en réduisant les risques de ravinement. On l'utilise généralement de façon combinée avec d'autres méthodes à la base du talus telles que les fascines, les fagots...

Peigne : Le peigne est formé de branches d'arbres ou d'arbustes qui sont entassées de manière à former un ensemble végétal capable de filtrer les matériaux fins transportés par suspension dans l'eau. Les sédiments déposés pourront ainsi lutter contre des niches d'arrachement, des affouillements, des sapements des berges et des instabilités de pied. Il existe différents types de peigne suivant leur orientation (dirigés vers l'amont, vers l'aval, perpendiculairement à la berge) mais tous représentent une protection indirecte de la berge.

Caissons : Le terme caissons fait référence à une structure étagée faite de rondins de bois (préférentiellement de résineux) remplie de matériel terreux, dans laquelle sont insérées des branches de saules. Cette technique est utilisée pour protéger les talus affectés par une érosion sévère et dont la pente ne peut être reprofilée. Elle offre une protection immédiate.

Ensemencement : L'ensemencement est une technique complémentaire aux autres techniques de restauration proposées. Elle consiste à planter manuellement ou mécaniquement des graines d'herbacées sur des surfaces dénudées constituées de dépôts meubles. Cette technique vise une protection rapide du sol contre le ruissellement et l'érosion de surface. Son action prévue est généralement de courte durée, soit le temps que le système racinaire des boutures et autres plantations soit suffisamment développé pour stabiliser le sol.

Plantation : l'intérêt de la plantation réside dans le fait qu'elle offre la possibilité d'introduire des espèces caractéristiques des rives qui se reproduisent moins bien de façon végétative (par exemples : frêne, sureaux, ...) et ainsi d'améliorer la diversité végétale. Cette technique sera utilisée en complémentarité avec d'autres techniques et se fera exclusivement dans la partie supérieure des pentes et sur le replat.

La combinaison des techniques biologiques et "artificielles" permet d'envisager une solidité accrue des aménagements et une protection immédiate des aménagements en attendant que les végétaux aient acquis leur stade optimal de développement. Parmi les

Tableau 3 : Résumé des diverses étapes pour chaque type d'aménagement
(Tricot & al, non daté).

1. Travaux d'amélioration	2. Travaux d'entretien
<p>Réunion publique avec les différents services concernés. Enquête commodo-incommodo, affichage à la commune. Décision ministérielle. Permis de bâtir. Expropriations Cahier des charges. Plan d'exécution. Adjudication. Choix de l'entrepreneur. Exécution des travaux.</p>	<p>Pas de concertation publique obligatoire. Concertation interne avec les services (division des Eaux et Forêts, autorités communales, syndicat d'initiative local, représentants des pêcheurs et protecteurs de l'environnement). Pas d'enquête incommodo.</p>

techniques utilisables, celles qui associent les géotextiles et les végétaux semblent très prometteuse. Les géotextiles sont des nattes filtrantes faites de matériaux synthétiques ou naturels (jutes, coton) et peuvent être tissés ou non tissés.

Ces géotextiles offrent une grande perméabilité tout en retenant un maximum de matériaux propices au développement végétal. Ils laissent passer les racines et les boutures tout en retenant un maximum de matériaux propices sans subir de dommage car les mailles s'écartent et épousent parfaitement les contours du végétal (Lachat, 1984).

2.1.3.3. Elaboration d'un dossier

Avant de consolider les berges, il faut établir tout un dossier et, en fonction du type de travaux que l'on veut effectuer, on doit présenter ce dossier aux différents acteurs concernés.

2.1.3.3.1. Les différents types de travaux

Le Service des Cours d'Eau Non Navigables (Inspection Générale de l'Eau du Ministère de la Région Wallonne) responsable des cours d'eau classés en première catégorie exécute deux types de travaux : les travaux ordinaires et les travaux extraordinaires (Tableau 3).

* **Les travaux ordinaires** sont ceux qui laissent inchangé le lit ou profil de la rivière. Ils concernent les entretiens, curages, réparations.

* **Les travaux extraordinaires** sont ceux qui comportent une modification du lit ou du profil. Ces travaux sont subdivisés en travaux extraordinaires d'amélioration et de modifications :

- Les travaux extraordinaires d'amélioration rassemblent tous les travaux tels qu'approfondissement, élargissement, rectification et généralement toutes modifications du lit ou du tracé du cours d'eau ou des ouvrages d'art y établis, visant à améliorer d'une façon notable l'écoulement des eaux.
- Les travaux extraordinaires de modification réunissent les travaux modifiant le lit ou le tracé du lit ou les ouvrages d'art y établis qui, sans nuire à l'écoulement des eaux, ne visent pas à améliorer celui-ci.

2.1.3.3.2. Les principales étapes du projet

L'aménagement des berges appartient aux travaux ordinaires et lorsqu'on veut réaliser un dossier celui-ci repose sur le choix d'intervenir en fonction de la connaissance des problèmes à résoudre et de leur degré de gravité.

Lorsque le dossier est réalisé, une réunion de concertation interne est organisée avant de dégager des solutions ou de poser des options importantes. Outre l'Administration de la Division Nature et Forêts, les autorités communales y sont invitées ainsi que le syndicat d'initiative local, les représentants des pêcheurs et les protecteurs de l'environnement de l'endroit. Mais dans le cas des travaux ordinaires, il n'y a pas d'enquête commodo-

Tableau 4 : Mélanges pour verduration des berges
(inspiré de Dethioux, 1991 in Verniers, 1995).

N°1 Mélange spécial pour bas de berge sur 0,5 m de haut (valable pour toutes les régions naturelles)

<i>Phalaris arundinacea</i>	90 %
<i>Agrostis stolonifera</i>	10 %

N°2 Mélange spécial pour le reste de la berge naturelle ou même pour toute la berge (valable partout)

<i>Lolium perenne</i>	16 %	<i>Agrostis stolonifera</i>	5 %
<i>Phalaris arundinacea</i>	15 %	<i>Poa trivialis</i>	5 %
<i>Holcus lanatus</i>	14 %	<i>Plantago lanceolata</i>	5 %
<i>Arrhenatherum elatius</i>	12 %	<i>Phleum pratense</i>	2 %
<i>Dactylis glomerata</i>	10 %	<i>Trifolium repens</i>	2 %
<i>Festuca rubra subsp. rubra</i>	6 %	<i>Lotus pedunculatus</i>	1 %
<i>Agrostis capillaris</i>	6 %	<i>Achillea millefolium</i>	1 %

N°3 Mélange spécial pour le reste de la berge naturelle ou même pour toute la berge, en dehors de l'Ardenne

<i>Phalaris arundinacea</i>	15 %	<i>Poa trivialis</i>	5 %
<i>Lolium perenne</i>	15 %	<i>Agrostis stolonifera</i>	5 %
<i>Holcus lanatus</i>	14 %	<i>Festuca arundinacea</i>	2 %
<i>Arrhenatherum elatius</i>	11 %	<i>Phleum pratense</i>	2 %
<i>Dactylis glomerata</i>	10 %	<i>Trifolium repens</i>	2 %
<i>Festuca rubra subsp. rubra</i>	6 %	<i>Achillea millefolium</i>	1 %
<i>Agrostis capillaris</i>	6 %	<i>Lotus pedunculatus</i>	1 %
<i>Plantago lanceolata</i>	5 %		

N°4 Mélange spécial pour les berges artificielles (gabions) à sol superficiel et peu soumis aux crues, c'est-à-dire situées à plus de 0,5 m au-dessus du niveau d'eau moyen (toutes régions)

<i>Festuca rubra subsp. rubra</i>	20 %	<i>Agrostis capillaris</i>	5 %
<i>Lolium perenne</i>	19 %	<i>Holcus lanatus</i>	5 %
<i>Festuca rubra subsp. commutata</i>	10 %	<i>Plantago lanceolata</i>	5 %
<i>Festuca rubra subsp. trichophylla</i>	10 %	<i>Phleum pratense</i>	2 %
<i>Arrhenatherum elatius</i>	10 %	<i>Trifolium repens</i>	2 %
<i>Dactylis glomerata</i>	6 %	<i>Achillea millefolium</i>	1 %
<i>Poa pratensis</i>	5 %		

incommodo auprès du public et les riverains ne participent pas à cette réunion. Sinon chacun a l'occasion d'y développer son point de vue, de présenter ses arguments dans un sens ou dans l'autre, de proposer dans le cas échéant d'autres solutions, l'ensemble étant repris dans un procès-verbal de réunion qui, dès ce moment, fait partie intégrante du dossier.

Une fois admise la nécessité d'intervenir, il importe de tenir compte des contraintes techniques, topographiques, économiques qui orienteront le choix de l'auteur de projet quant aux moyens à mettre en oeuvre.

Le premier souci du maître de l'ouvrage sera de limiter le coût de l'entreprise sans altérer pour autant la qualité de l'ouvrage fini. Il lui incombe également de se préoccuper des problèmes liés à l'implantation urbaine, à l'infrastructure routière, à la stabilité des bâtiments riverains (Tableau 4).

2.2. Le milieu étudié : la Lesse

Les observations de terrain ont été réalisées sur la Lesse. C'est pourquoi il est intéressant de la situer géographiquement. Il est aussi nécessaire d'en décrire l'écosystème, celui-ci ayant un impact direct sur le choix d'aménagement. En effet, il est important de garder un maximum de micro-habitats différents sur les rives d'un cours d'eau, ce qui permet de diversifier les espèces vivant grâce à celui-ci. Si on n'aménage qu'à l'aide de béton ou de pierres comme cela a été fait en général, on empêche certaines espèces de se développer. Le fait d'aménager à l'aide de végétaux leur permet au contraire de trouver un habitat adéquat, un lieu de reproduction, de la nourriture, une zone calme, etc. Il faut parfois veiller à conserver des berges érodées pour permettre, par exemple, aux martins-pêcheurs et aux hirondelles-de-rivage de nicher. Il est donc important d'aller sur le terrain observer la faune et la flore avant de proposer un aménagement. Si la berge à aménager est habitée par des hirondelles-de-rivage ou par des martins-pêcheurs, il faut être conscient qu'un aménagement peut compromettre leur survie. Ceci n'est qu'un exemple d'impact d'un aménagement sur la faune.

2.2.1. Situations géographique et géologique de la Lesse

La Lesse est un cours d'eau qui prend sa source dans le massif ardennais et, plus précisément, sur le plateau de Recogne à 405 m d'altitude. Elle parcourt 83 km avant de se jeter dans la Meuse à Anseremme à l'altitude de 95 m (province de Namur). Sa pente générale est de 3,7 ‰ et son orientation est S.-E. / N.-O.

La Lesse s'est ainsi frayé un lit en Ardenne dans des terrains formés de schistes ou de quartzites. Dans cette partie ardennaise, le bassin de la Lesse est peu peuplé. Le sol peu propice à l'agriculture, le manque d'industries, l'émigration en sont les causes. Cette partie de la vallée est caractérisée par de grandes étendues boisées d'épicéas. Les contreforts de la Lesse sont ainsi couverts presque sans interruption par la forêt. Seuls quelques villages y découpent leurs clairières de prairies et de champs.

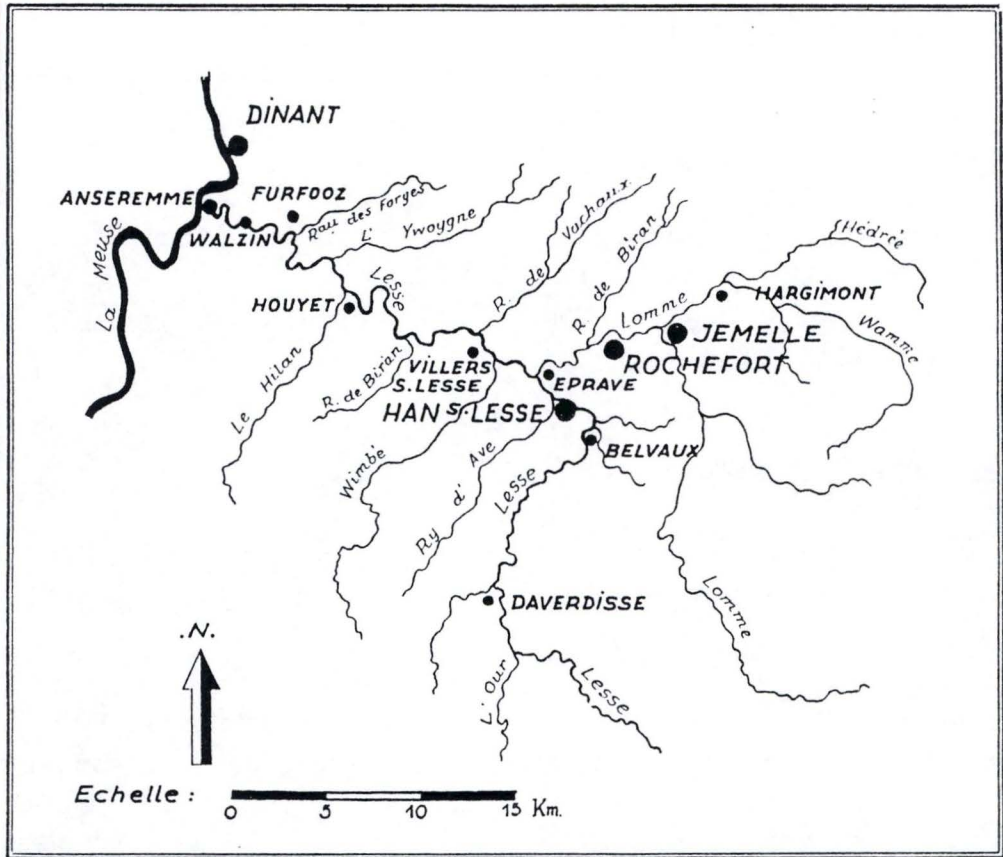


Figure 8 : Réseau hydrographique du bassin de la Lesse (d'après Van de Poel, 1957).

La Lesse traverse ensuite la Famenne caractérisée par des roches calcaires et des dépressions schisteuses. Ces roches calcaires primaires (dévonien et carbonifères) sont sujettes aux phénomènes karstiques. C'est ainsi que l'on constate plusieurs pertes partielles du cours d'eau. C'est aux sorties des grottes de Han-sur-Lesse que la rivière reçoit la Lomme qui prend également sa source en Ardenne. Après ce confluent, la vallée change radicalement de paysage : celui-ci est plus plat, plus calme et est composé de prairies reposant sur un sous-sol famennien, c'est-à-dire formé de schistes tendres et de psammites. Dès lors, le cours de la rivière devient beaucoup plus sinueux. Mais la faible étendue de la Famenne et son peu de fertilité n'ont pas permis le développement de grosses agglomérations urbaines. De plus cette région est pauvre au point de vue industriel (Evrard, 1996).

Le réseau hydrographique de la Lesse est caractérisé par les rivières (Lesse, Lomme, Wimbe) qui, dévalant de l'Ardenne, confluent ensuite dans la dépression et par des rivières modestes (Vachaux, Biran, Hilau et d'autres affluents du cours inférieur de la Lesse) dont l'entièreté du lit est creusé dans les schistes tendres de Famenne (Jacob et Paquay, 1985-1989) (Figure 8).

Le bassin versant de la Lesse occupe une superficie de 2740 km² et, comme pour tout cours d'eau, augmente de l'amont vers l'aval en passant de 301 km² à Daverdisse, à 474 km² en amont de la confluence Lesse-Lomme, 893 km² pour Eprave et 1094 km² pour la région de Villers-sur-Lesse.

2.2.1.1. Villers-sur-Lesse

Villers-sur-Lesse est un village de Famenne situé à quelques kilomètres en aval de Han-sur-Lesse (à 9 km des grottes de Han) et à 44 km de Anseremme. Ce village de type rural montre un paysage très ouvert, formé essentiellement de zones cultivées et d'herbages.

2.2.1.2. Furfooz

Furfooz se trouve à 34 km en aval de Villers-sur-Lesse et à moins de 10 km de Anseremme. Cette région est bien connue pour son massif calcaire carbonifère (Dinantien) que la Lesse traverse du pont de Gendron-Celles jusqu'en amont d'Anseremme. Cette bande calcaire de Furfooz-Falmignoul, de direction E.-O., est large de 3,5 km. Dans ce massif calcaire, la Lesse s'est taillé une vallée profonde de 100 m sur un parcours de 9 km en le traversant du S.-E. au N.-O. (Van de Poel, 1959).

2.2.2. La vallée de la Lesse

2.2.2.1. Ecosystème Lesse

Les fleuves et les rivières du bas pays sont partout endigués, régularisés et touchés par la pollution, de sorte que les biocénoses aquatiques et ripicoles y sont fortement altérées ou modifiées. On ne trouve plus de biotope fluvial bien conservé qu'en Haute Belgique et, exceptionnellement, dans le Brabant et la Haute Campine (Noirfalise, 1966).

Tableau 5 : Débits (m³/sec) de la Lesse à Gendron pour l'année 1996 :
moyenne, minimum et maximum par mois
(d'après le service d'études hydrologiques, 1996).

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Maie	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
Moy	9.441	23.224	16.168	5.464	3.836	2.562	2.137	5.078	3.438	3.285	22.069	23.290
Min	5.473	4.514	7.583	3.928	3.018	1.903	1.364	1.135	1.977	2.287	3.249	7.793
Date	30	6	29	30	25	20	31	11	26	27	1	31
Max	16.670	65.268	45.419	7.894	6.746	4.668	5.076	57.582	13.782	11.195	69.739	52.892
Date	1	19	1	1	28	2	6	30	1	2	21	1
Som	292.670	673.486	501.222	163.906	118.902	76.850	66.251	157.407	103.152	101.848	662.074	721.978

Minimum Absolu : 1.135

Maximum Absolu : 69.739

Moyenne : 9.945

Somme : 3639.747

Tableau 6 : Niveau d'eau (m) de la Lesse à Gendron pour l'année 1996 :
moyenne, minimum, et maximum par mois
(d'après le service d'études hydrologiques, 1996).

	Janvier	Fevrier	Mars	Avril	Maie	Juin	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Decembre
Moy	0.516	0.777	0.676	0.372	0.289	0.203	0.203	0.168	0.230	0.246	0.246	0.834
Min	0.375	0.328	0.461	0.297	0.240	0.153	0.153	0.103	0.080	0.159	0.185	0.52
Date	30	6	29	30	25	20	20	31	11	26	27	26
Max	0.721	1.578	1.243	0.472	0.429	0.336	0.336	0.354	1.448	0.648	0.573	1.37
Date	1	19	1	1	28	2	6	6	30	1	2	1
Som	15.997	22.519	20.962	11.148	8.947	6.105	5.217	5.217	7.135	7.385	7.629	25.859

Minimum Absolu : 0.080

Maximum Absolu : 1.652

Moyenne : 0.443

Somme : 162.248

Dans le cas de la Lesse, l'impact de l'homme n'a pas encore été trop important. Certains tronçons, traversant les zones boisées et peu peuplées, sont remarquablement conservés. Mais cette rivière subit de nombreux changements lors de son parcours... Au départ, ruisseau fougueux traversant des forêts dans une vallée étroite, la Lesse, reçoit ensuite des filets d'eau qui la rejoignent avec une bondissante allégresse et petit à petit elle s'élargit traversant clairières, forêts et villages. Cette évolution du cours d'eau de l'amont vers l'aval a pour conséquence des modifications dans les facteurs du biotope et de la biocénose.

2.2.2.1.1. Biotope

Si on considère les éléments essentiels du biotope, on peut observer que le substrat de la Lesse, facteur important pour la répartition des végétaux et des macroinvertébrés benthiques, est en général de type caillouteux (c'est-à-dire de 20 à 200 mm de diamètre). Bien sûr en zone lotique la fraction granulométrique est plus importante (> 20 cm) que dans les zones lenticues où on peut observer un envasement.

La vitesse du courant selon l'échelle de Berg est dite moyenne pour la région de Villers-sur-Lesse, c'est-à-dire que l'eau coule à une vitesse de 25 à 50 cm / sec pendant la majorité de l'année (Jacquemin, 1971). Evidemment la rapidité du courant n'est pas homogène sur l'entièreté du parcours de la rivière, elle dépend de la pente mais aussi du volume d'eau en mouvement (c'est-à-dire du débit), de la profondeur et de la topographie du lit. Si ce courant est trop important les organismes ne pourront pas s'y maintenir. C'est ce qu'on observe lors des crues où une partie des organismes sont emportés par le courant.

Les débits quant à eux varient fortement suivant les saisons. Un tableau des débits pour l'année 1996 reçu par le Service d'Etudes Hydrologiques indique une variation allant de 1,135 m³/s le 11 août à 69,739 m³/sec le 21 novembre pour la région de Gendron (Tableau 5). Un deuxième tableau indiquant les variations du niveau d'eau à Gendron pour 1996 montre bien que la hauteur de l'eau et le débit sont deux facteurs inséparables. La hauteur minimum étant de 0,080 m le 11 août et le maximum de 1,652 m le 21 novembre 1996 (Tableau 6).

Mais la Lesse a connu des débits beaucoup plus importants. C'est le cas en 1993 et 1995. Des graphiques du Service d'Etudes Hydrologiques nous donnent les débits en fonction des jours pour la région de Gendron et indiquant une forte augmentation du débit correspondant aux trois grandes périodes de crues (Annexe 3). On peut ainsi observer :

- du 2 janvier 1993 au 24 janvier 1993, un débit de ± 385 m³/sec pour la Lesse;
- du 11 décembre 1993 au 2 janvier 1994, le débit passa de 10 m³/sec à 450 m³/sec;
- du 13 jan 1995 au 4 février 1995, le débit n'atteint que de 360 m³/sec. Mais cette crue fut exceptionnelle de par sa durée qui fut de 20 jours. En réalité il y a eu trois crues successives.

La qualité de l'eau est un autre facteur sélectif qui détermine la vie dans l'écosystème.

Tableau 7 : Les paramètres physico-chimiques pour la région de Villers-sur-Lesse et Anseremme (année 1994) (d'après I.S.S.E.P., 1994).

Station 3770 : LESSE A VILLERS-SUR-LESSE

		08/02	13/04	08/06	02/09	03/11	n	Min.	Max.	Med.	Moy.
		9:15	8:35	8:15		13:30					
PARAMETRES GENERAUX											
Température	°C	5,2	7,1	13,1	-	10,7	4	5,2	13,1	8,9	9,0
Oxygène dissous terrain	mg/l	12,4	11,1	9,4	8,7	10,8	5	8,7	12,4	10,8	10,5
Saturation en oxygène	%	101	95	92	-	61	4	61	101	94	87
pH		7,72	7,78	7,79	8,14	7,23	5	7,23	8,14	7,78	7,73
SUBSTANCES EUTROPHISANTES											
Nitrites en azote	mgN/l	0,021	0,008	0,017	0,010	0,020	5	0,008	0,021	0,017	0,015
Nitrates en azote	mgN/l	3,15	2,82	1,94	2,53	3,11	5	1,94	3,15	2,82	2,71
Azote ammoniacal	mgN/l	0,07	0,07	0,03	0,02	0,02	5	0,02	0,07	0,03	0,04
Azote Kjeldahl total	mgN/l	0,54	0,43	1,05	0,92	1,04	5	0,43	1,05	0,92	0,80
Orthophosphates solubles	mgP/l	0,09	0,06	0,20	0,09	0,13	5	0,06	0,20	0,09	0,11
Phosphore total	mgP/l	0,92	10,79	0,26	0,32	0,13	5	0,13	10,79	0,32	2,48
SUBSTANCES INORGANIQUES											
Chlorures	mg/l	21	13	<10	19	12	5	<10	21	13	14
Conductivité sur place à 20°C	µS/cm	162	152	177	281	173	5	152	281	173	189
Dureté	°F	9,9	5,9	6,7	11,9	5,5	5	5,5	11,9	6,7	8,0
Sulfates	mg/l	32	24	22	19	25	5	19	32	24	24
METAUX ET METALLOIDES											
Bore	µg/l	<100	<100	<100	<100	<100	5	<100	<100	<100	<100
PARAMETRES ORGANIQUES INTEGRES											
Carbone organique dissous	mgC/l	1,7	2,2	3,1	2,3	2,9	5	1,7	3,1	2,3	2,4
Demande chimique en oxygène	mg/l	13	10	14	9	19	5	9	19	13	13
Demande biochimique en oxygène (5 j)	mg/l	<2	<2	<2	<2	<2	5	<2	<2	<2	<2
Détergents anioniques	mg/l	0,03	0,04	0,21	0,03	0,03	5	0,03	0,21	0,03	0,07
Indice phénol	mg/l	0,007	<0,002	0,004	0,004	<0,002	5	<0,002	0,007	0,004	0,003
BIOMASSE D'ALGUES											
Chlorophylle a	µg/l	0,23	1,80	6,90	5,10	2,40	5	0,23	6,90	2,40	3,29
INDICES DE QUALITE											
Indice d'eutrophisation							5				1,8
Indice de qualité "Physico-chimique"		3	3	3	-	5	4	3	5	3	4

Station 3790 : LESSE A ANSEREMME

		23/02	27/04	29/06	28/09	29/11	n	Min.	Max.	Med.	Moy.
		12:00	10:50	11:35	11:00	14:45					
PARAMETRES GENERAUX											
Température	°C	3,5	10,2	20,8	13,8	9,4	5	3,5	20,8	10,2	11,5
Oxygène dissous terrain	mg/l	11,8	10,0	6,7	7,2	11,3	5	6,7	11,8	10,0	9,4
Saturation en oxygène	%	92	92	77	72	102	5	72	102	92	87
pH		8,14	7,93	8,06	7,96	7,75	5	7,75	8,14	7,96	7,97
Matières en suspension	mg/l	2	10	3	4	<1	5	<1	10	3	4
SUBSTANCES EUTROPHISANTES											
Nitrites en azote	mgN/l	0,039	0,018	0,034	0,008	0,023	5	0,008	0,039	0,023	0,024
Nitrates en azote	mgN/l	3,52	2,91	2,97	3,39	3,27	5	2,91	3,52	3,27	3,21
Azote ammoniacal	mgN/l	0,18	0,02	0,06	0,05	0,03	5	0,02	0,18	0,05	0,07
Azote Kjeldahl total	mgN/l	0,98	1,05	0,93	0,71	0,98	5	0,71	1,05	0,98	0,93
Orthophosphates solubles	mgP/l	0,10	0,10	0,10	0,13	0,15	5	0,10	0,15	0,10	0,12
Phosphore total	mgP/l	1,20	0,53	0,64	0,14	0,27	5	0,14	1,20	0,53	0,56
SUBSTANCES INORGANIQUES											
Chlorures	mg/l	20	17	20	17	16	5	16	20	17	18
Conductivité sur place à 20°C	µS/cm	238	215	299	277	204	5	204	299	238	247
Dureté	°F	9,9	8,1	11,9	10,5	8,0	5	8,0	11,9	9,9	9,7
Sulfates	mg/l	27	28	37	30	29	5	27	37	29	30
METAUX ET METALLOIDES											
Arsenic	µg/l	<0,25	<0,25	0,38	0,70	0,74	5	<0,25	0,74	0,38	0,41
Bore	µg/l	<100	<100	<100	<100	<100	5	<100	<100	<100	<100
Cadmium	µg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,12	5	<0,05	0,12	<0,1	<0,1
Chrome	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	5	<1	<1	<1	<1
Cuivre	µg/l	0,9	0,8	3,4	1,6	4,2	5	0,8	4,2	1,6	2,2
Mercuré	µg/l	1,6	<0,6	<0,5	<0,5	<0,5	5	<0,5	1,6	<0,5	<0,5
Nickel	µg/l	<1	1,7	2,0	1,5	<1	5	<1	2,0	1,5	1,2
Plomb	µg/l	1,8	2,3	6,4	2,9	3,4	5	1,8	6,4	2,9	3,4
Zinc	µg/l	<30	<30	<30	33	<30	5	<30	33	<30	<30
PARAMETRES ORGANIQUES INTEGRES											
Carbone organique dissous	mgC/l	1,5	2,4	2,6	3,4	3,7	5	1,5	3,7	2,6	2,7
Demande chimique en oxygène	mg/l	8	13	18	9	12	5	8	18	12	12
Demande biochimique en oxygène (5 j)	mg/l	<2	<2	<2	<2	2,2	5	<2	2,2	<2	<2
Détergents anioniques	mg/l	<0,02	0,07	0,27	0,06	0,03	5	<0,02	0,27	0,06	0,09
Indice phénol	mg/l	0,005	0,020	0,008	0,002	0,003	5	0,002	0,020	0,005	0,008
BIOMASSE D'ALGUES											
Chlorophylle a	µg/l	0,23	5,20	4,90	3,20	2,60	5	0,23	5,20	3,20	3,23
INDICES DE QUALITE											
Indice d'eutrophisation							5				1,8
Indice de qualité "Physico-chimique"		3	3	4	4	3	5	3	4	3	3

Tableau 8 : Indice biotique belge et indice biologique global pour les régions de Villers-sur-Lesse et Furfooz (d'après Vanden Bossche, 1996).

	Viller-sur-Lesse : pont sur la route de Rochefort		Furfooz : parc national	
	19/09/86	17/05/91	19/09/86	17/05/91
I.B.B.	9/10	10/10	9/10	9/10
(nombre de taxons)	18	22	20	22
I.B.G.	13/20	12/20	13/20	13/20
(nombre de taxons)	23	23	26	29

I.B.B : indice biotique belge

I.B.G. : indice biologique global

* La qualité de l'eau est influencée par divers paramètres physiques tels que le pH, la température, l'oxygène, les substances eutrophisantes, inorganiques...Le tableau 7 rassemble ces divers paramètres pour la région de Villers-sur-Lesse et de Anseremme pour l'année 1994.

- On peut ainsi observer des variations de température saisonnières allant de 5,2°C à 13,1°C à Villers-sur-Lesse et de 3,5°C à 20,8°C à Anseremme.

- Pour ce qui concerne l'oxygène, on observe une moyenne égale à 87 % pour les deux régions. De plus, elle peut dépasser le point de saturation avec un maximum respectif de 101 et 102 % pour Villers-sur-Lesse et Anseremme. En 1971 les variations de saturation d'oxygène allaient de 96 à 132 % (Jacquemin, 1971). Alors qu'en 1994, on observe des variations allant de 61 à 101 %. Il semblerait donc qu'une diminution de l'oxygène dissous s'est marquée ces dernières années.

- Passant d'une région acide à une région alcaline la Lesse voit progressivement se relever son pH, facteur influençant la qualité de l'eau, ainsi que ses réserves alcalines.

- Les substances eutrophisantes et inorganiques quant à elles sont en général plus élevées en aval qu'en amont. Il en est de même avec la diversité des métaux et métalloïdes.

* La qualité biologique de la Lesse sur l'entièreté de son tracé se révèle être bonne (I.B.G. de 13 à 16) malgré une légère altération observable à l'aval de Houyet due à une activité touristique intense pendant la période estivale.

La Wimbe supérieure exclusivement forestière présente une eau d'excellente qualité (I.B.G. de 17 à 20). En aval, la Wimbe s'avère également d'une très bonne qualité (I.B.G. de 13 à 16) malgré une teneur non négligeable en nitrates et phosphates (4,14 à 6,34 ppm N NO_3^- le 30/09/80 et 1,050 à 1,920 ppm de PO_4^{3-} le 30/09/80) témoins de la pollution subie lors de la traversée du village.

Le Biran est un ruisseau typique de la dépression famenienne caractérisé par une très faible pente et où le pouvoir auto-épurateur n'est pas très bon. Ce cours d'eau est nettement dégradé quelques kilomètres après sa source par les rejets de Beauraing dont l'effet se fait sentir jusqu'à la confluence avec la Lesse où la qualité est encore mauvaise (I.B.G. de 5 à 8).

Le Hileau apparaît en aval d'une très bonne qualité (I.B.G. de 13 à 16) et se jette dans la Lesse à Houyet dans un état de qualité moyenne (I.B.G. de 9 à 12). (Evrard, 1996)

Des données récentes d'I.B.B. et d'I.B.G. se trouvent au tableau 8.

2.2.2.1.2. Biocénose

Les facteurs biotiques sont importants pour la biocénose. Comme il fut expliqué, une simple crue peut tout balayer sur son passage, modifiant entre autres les communautés benthiques, la flore. La moindre variation de la pente, de la profondeur, du débit, du pH,

de substance organique ou inorganique induit des modifications dans les communautés vivantes, aussi bien au niveau de la diversité que de la densité.

* La flore

La végétation aquatique de la Lesse est caractérisée par des renoncules flottantes, *Ranunculus aquatilis* en Ardenne, *Ranunculus fluitans* dans la région calcaire. Ces eaux vives possèdent aussi une flore remarquable d'algues et de mousses aquatiques, spécialement dans les eaux cascadantes des passes rocheuses.

Les rives elles-mêmes se parent d'iris jaunes (*Iris pseudacorus*), de baldingères (*Phalaris arundinacea*), de cypéracées (*Carex gracilis*, *Carex vesicaria*) et d'une foule de grandes herbes dont la plus abondante est la reine des prés (*Filipendula ulmaria*). Cette frange riveraine héberge également plusieurs espèces remarquables : la cardamine amère (*Cardamine amara*), la grande stellaire (*Stellaria nemorum*), l'aconite tue-loup (*Aconitum lycoctonum*).

Jadis, les rivières étaient partout accompagnées d'une forêt-galerie, aujourd'hui défrichée en beaucoup d'endroits et remplacée par des prairies ou des champs cultivés. Toutefois, on peut encore observer, le long des rives, des galeries boisées à aulnes et cerisiers à grappes (*Prunus padus*) le long des rivières d'Ardenne, les galeries à saules (*Salix purpurea*, *Salix fragilis*, *Salix triandra*) et ormes diffus (*Ulmus effusus*) dans la région calcaireuse.

Dans la vallée de la Lesse, nous trouvons encore des colonies végétales très particulières et bien conservées dont l'étude est à peine amorcée. Ce serait toutefois une erreur de croire que les paysages de la Lesse, malgré leur caractère sauvage, n'aient point subi l'influence des populations humaines; mais il existe, néanmoins, des lambeaux d'une végétation quasi primitive accrochée dans les endroits les moins accessibles. Telles nous paraissent être les coulées forestières des ravins ombragés où prospèrent, sous un couvert de tilleuls et de frênes, quelques plantes peu communes, comme la "langue de cerf" (*Phyllitis scolopendrium*), le lléllébore verte (*Helleborus viridis*), la lunaire vivace (*Lunaria rediviva*), l'actée ou herbe de s^t Christophe (*Actaea spicata*) et l'aconite tue-loup (*Aconitum lycoctonum*), espèces fréquentes dans les ravins montagnards des Alpes, du Jura et des Vosges (Thill, 1964; Noïrfalise, 1966).

* La faune

Les oiseaux

Un atlas des oiseaux nicheurs de Lesse et Lomme en Famenne a été établi entre 1985 et 1989 par Jacob et Paquay. Les oiseaux dont la présence a été notée permettent de nous donner une idée sur leur répartition au niveau du confluent de la Lesse et de la Lomme.

On peut ainsi noter la présence de hérons cendrés qui nidifient dans les grands arbres, de hiboux qui utilisent les trous des vieux arbres, de nombreux passereaux

s'installant dans les arbustes, de poules d'eau, de grèbes castagneux, de cincles plongeurs, de bergeronnettes des ruisseaux, d'hirondelles-de-rivage, de martins-pêcheurs.

Le martin-pêcheur a une distribution le long de la Lesse, de la Lomme et de leurs affluents de premier degré : Biran de Focant et de Rochefort, Vachaux, Wimbe, Ry d'Ave, Wamme. Cette espèce recherche les cours d'eau poissonneux aux berges argileuses. Leur nid est creusé dans une rive abrupte ou une falaise meuble, peu éloignée de l'eau, avec une préférence pour les berges assez hautes et relativement dépourvues de végétation. Le martin-pêcheur trouve une nourriture suffisante dans les rivières de la région et s'alimente aussi sur les étangs où il se nourrit de poissons tels que le Chabot, les Epinoches qui sont des espèces dédaignées par les pêcheurs et les pisciculteurs.

Le martin-pêcheur est normalement un nicheur répandu en nombre appréciable sur l'ensemble des rivières; toutefois, les aménagements hydrauliques (rectifications, bétonnages) détruisent une grande partie des berges et des biocénoses aquatiques, ce qui élimine l'espèce sur une partie du cours d'eau.

Les hirondelles-de-rivage sont intéressantes car, réparties essentiellement sur la Lesse depuis la confluence avec la Lomme jusqu'à Wanlin, elles nichent dans les falaises naturelles basses des berges de la Lesse et de la Lomme, ainsi que dans la falaise artificielle de l'argilière de Wanlin. Ces oiseaux voient également leur habitat se restreindre avec les travaux hydrauliques qui suppriment les berges en terres et érodées.

Les mammifères

Le rat musqué est un mammifère rongeur originaire d'Amérique du nord et appartenant à la famille des Cricéidés. Il loge dans les berges des canaux, des rivières, des ruisseaux et y creuse un terrier à une ou plusieurs galeries qui prennent naissance en général sous le niveau de l'eau et conduisent vers des chambres creusées dans la partie sèche de la rive. Le rat musqué se nourrit de plantes aquatiques et du bords des eaux.

Cet aménagement de l'habitat avec de nombreuses galeries est nuisible pour les berges, provoquant un risque d'effondrement. Il en est de même pour l'alimentation du rat musqué nuisibles pour les aménagement des berges à cause des dégâts provoqués aux plantes utilisées pour stabiliser cette dernière.

La faune aquatique

les macroinvertébrés

La répartition des invertébrés benthiques dépend de divers facteurs tels que la nature du substrat, la vitesse du courant, la hauteur de l'eau, les formations végétales... La nature et la structure des peuplements d'invertébrés sont donc en étroite relation avec l'habitat.

Lors des études réalisées par Jacquemin en 1971 sur les invertébrés de la Lesse à Villers-sur-Lesse, des groupes faunistiques furent mis en évidence, notamment :

Les Plathelminthes : L'espèce de planaires observées est *Planaria gonocephala* qui apparaît au mois d'avril au moment où les sangsues commencent à devenir rares. Les adultes se trouvent à la face inférieure des pierres et disparaissent dès le mois d'août pour laisser place aux Hirudinées.

Les Annelides (Hirudinées) : Il y a dans la Lesse plusieurs espèces d'Hirudinées telles que :

* *Piscicola geometra* qui est une espèce sténobiontique adaptée à la vie en eau froide, bien aérée et qu'on rencontre souvent dans les eaux rapides.

* *Glossiphonia complatana* est une espèce de type eurybiontique localisée dans les ruisseaux rapides préférant se loger sous les pierres plutôt que dans la végétation.

* *Haemopsis sanguisuga*, espèce vivant dans toutes sortes d'eaux froides aussi bien très pures qu'extrêmement polluées. Elles se reproduisent sous les pierres qui sont juste au dessous du niveau de l'eau.

* *Erpobdella octoculata*, sangsue la plus fréquente, elle se rencontre dans tous les habitats d'eau courante ou stagnante, polluée ou non organiquement.

Les crustacés : Les gammares observés appartenant tous au genre *Gammarus pulex* vivent dans les mousses des eaux froides et claires, mais se rencontrent également entre les cailloux et les graviers. Les Gammares n'apprécient pas un courant violent mais ils ont un besoin élevé en oxygène qui est assuré par l'eau courante.

Les Ephéméroptères peuvent être classés dans quatre grands types

- Type fouisseur : l'animal vit dans des galeries creusées dans la vase c'est-à-dire aux endroits où le courant est assez faible (*Ephemera danica*).

- Type pétricole : ces larves vivent collées sur les pierres. Leur forme aplatie est parfaitement apte à soutenir l'assaut d'un courant violent (*Ecdyonurus torrentis*, *Rhithrogena semicolorata*, *Epeorus eaton* = *Epeorus assimilis*).

- Type rampant : larves généralement petites qui recherchent une eau plutôt calme (derrière et sous les pierres) où elles se glissent dans la vase ou dans le sable (*Ephemerella ignita*, *Torleya belgica*, *Caenis stephens*).

- Type nageur : aspect plus léger que les autres, elles nagent par ondulation du corps d'une pierre à l'autre. Dans un courant plus ou moins fort, on les retrouve derrière des proéminences, dans des touffes de mousses ou d'autres points abrités (*Baetis rhodani*, *Paraleptophlebia submarginata*).

Les Plécoptères sont polyoxybiontes c'est-à-dire qu'ils ont une grande exigence respiratoire. C'est pourquoi ce sont surtout des sténothermes d'eau froide qui recherchent un courant fort et une eau bien aérée.

Tableau 9 : Résumé de la pêche électrique effectuée le 06/05/1993 à Hulsonniaux (d'après Didier, 1996).

Nom des espèces	Premier passage	Deuxième passage	Nombre d'individus totale.
Ablette spirilin	10	13	23
Anguille	17	2	19
Barbeau	19	6	25
Brochet	1	0	1
Chabot	13	22	35
Chevaine	12	14	26
Gardon	5	1	6
Goujon	87	54	141
Hotu	27	2	29
Loche	1	7	8
Ombre	11	9	20
Perche	1	1	2
Truite fario	9	2	11
Vairon	0	1	1
Vandoise	7	7	14

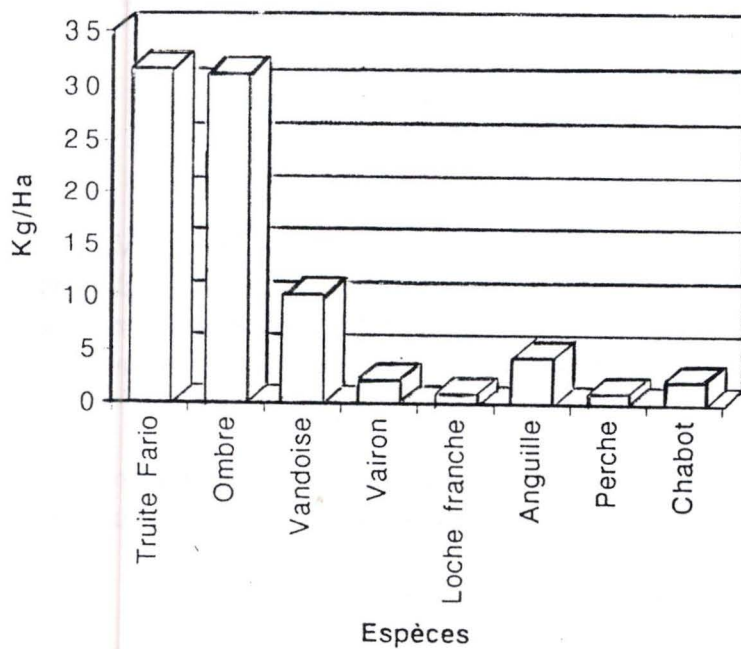


Figure 9 : Répartition des biomasses des espèces piscicoles dans la Lesse à Lessive le 17/09/1988 (d'après Rollin & al, non daté).

Les Plathelminthes : L'espèce de planaires observées est *Planaria gonocephala* qui apparaît au mois d'avril au moment où les sangsues commencent à devenir rares. Les adultes se trouvent à la face inférieure des pierres et disparaissent dès le mois d'août pour laisser place aux Hirudinées.

Les Annelides (Hirudinées) : Il y a dans la Lesse plusieurs espèces d'Hirudinées telles que :

* *Piscicola geometra* qui est une espèce sténobiontique adaptée à la vie en eau froide, bien aérée et qu'on rencontre souvent dans les eaux rapides.

* *Glossiphonia complatana* est une espèce de type eurybiontique localisée dans les ruisseaux rapides préférant se loger sous les pierres plutôt que dans la végétation.

* *Haemopsis sanguisuga*, espèce vivant dans toutes sortes d'eaux froides aussi bien très pures qu'extrêmement polluées. Elles se reproduisent sous les pierres qui sont juste au dessous du niveau de l'eau.

* *Erpobdella octoculata*, sangsue la plus fréquente, elle se rencontre dans tous les habitats d'eau courante ou stagnante, polluée ou non organiquement.

Les crustacés : Les gammares observés appartenant tous au genre *Gammarus pulex* vivent dans les mousses des eaux froides et claires, mais se rencontrent également entre les cailloux et les graviers. Les Gammares n'apprécient pas un courant violent mais ils ont un besoin élevé en oxygène qui est assuré par l'eau courante.

Les Ephéméroptères peuvent être classés dans quatre grands types

- Type fouisseur : l'animal vit dans des galeries creusées dans la vase c'est-à-dire aux endroits où le courant est assez faible (*Ephemera danica*).

- Type pétricole : ces larves vivent collées sur les pierres. Leur forme aplatie est parfaitement apte à soutenir l'assaut d'un courant violent (*Ecdyonurus torrentis*, *Rhithrogena semicolorata*, *Epeorus eaton* = *Epeorus assimilis*).

- Type rampant : larves généralement petites qui recherchent une eau plutôt calme (derrière et sous les pierres) où elles se glissent dans la vase ou dans le sable (*Ephemerella ignita*, *Torleya belgica*, *Caenis stephens*).

- Type nageur : aspect plus léger que les autres, elles nagent par ondulation du corps d'une pierre à l'autre. Dans un courant plus ou moins fort, on les retrouve derrière des proéminences, dans des touffes de mousses ou d'autres points abrités (*Baetis rhodani*, *Paraleptophlebia submarginata*).

Les Plécoptères sont polyoxybiontes c'est-à-dire qu'ils ont une grande exigence respiratoire. C'est pourquoi ce sont surtout des sténothermes d'eau froide qui recherchent un courant fort et une eau bien aérée.

* *Thaeniopteryx* recherche des endroits herbeux, mais toujours dans une eau très pure et absolument pas polluée, derrière les cailloux, sous les algues.

* Les *Nemuridae* (*Nemura*, *Protonemura*, *Amphinemura*) famille recherchant un habitat de mousses ou d'amas de débris végétaux.

**Leuctra geniculata* s'enfouit sous les pierres ensablées, assez encastrées et se fraye un chemin entre les interstices tout en restant fixé à la paroi inférieure des pierres.

Les Mégaloptères : *Sialis lutaria* est une larve holométabole aimant les longues stations dans la vase, à fleur de l'eau ou à faible profondeur. C'est donc une espèce limnophile.

Les Trichoptères, groupe le plus imposant de tous, autant par le nombre d'espèces que par celui d'individus. Ils ont colonisé tous les types d'habitat : dans les mousses, accrochés sur et sous les pierres, enfouis dans le sable ou agrippés aux longs filaments des algues.

* *Rhyacophila dorsalis* est une larve exclusivement rhéophile ne possédant pas de fourreau. Sa présence est liée au courant, aux mousses poussant sur de très grosses pierres.

* *Polycentropus flavomaculatus* tisse, sous les pierres, un filet qui se présente comme un entonnoir suivi d'un tunnel au bout duquel il peut se remuer.

* *Hydropsyche* sp. se retrouve sous les pierres ou sur les côtés dans un filet. Ce filet lui sert aussi bien pour l'habitat que pour la nutrition (sédiments, algues, diatomées...).

* *Sericostoma personatum* est une espèce sténotherme d'eau froide et rhéophile.

* Les *Brachycentrus* rhéophile et sténotherme se maintient dans le courant grâce à un fil qu'il sécrète.

* *Silo pallipes* se déplace sur le substrat dont il racle la couverture biologique.

Les coléoptères :

* *Helmis maugaei* est le plus fréquent des coléoptères trouvés dans la Lesse à Villers-sur-Lesse: Les larves et les adultes sont aquatiques. Mais la larve est apte à coloniser toutes les surfaces même exposées au courant et à se déplacer dans toutes les sortes de mousse. Par contre les adultes se retrouvent exclusivement sous les pierres et dans les touffes d'algues.

* *Gyrinus* sp, coléoptères dont les larves sont aquatiques tandis que les nymphes et les adultes sont terrestres. Les larves vivent dans le fond et ne viennent jamais à la surface.

Les diptères : Quelques larves de Diptères furent observées.

* Les *Simuliidae* dont les larves recherchent les eaux à courant rapide. On les retrouve sur les pierres ou sur les dépôts de feuilles mortes.

Tableau 9 : Résumé de la pêche électrique effectuée le 06/05/1993 à Hulsonniaux (d'après Didier, 1996).

Nom des espèces	Premier passage	Deuxième passage	Nombre d'individus totale.
Ablette spirilin	10	13	23
Anguille	17	2	19
Barbeau	19	6	25
Brochet	1	0	1
Chabot	13	22	35
Chevaine	12	14	26
Gardon	5	1	6
Goujon	87	54	141
Hotu	27	2	29
Loche	1	7	8
Ombre	11	9	20
Perche	1	1	2
Truite fario	9	2	11
Vairon	0	1	1
Vandoise	7	7	14

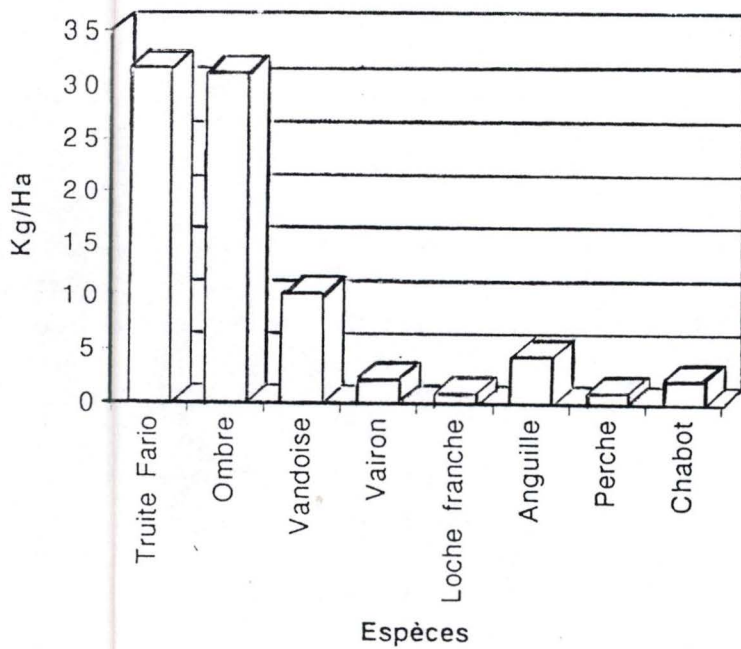


Figure 9 : Répartition des biomasses des espèces piscicoles dans la Lesse à Lessive le 17/09/1988 (d'après Rollin & al, non daté).

* Les *Chironomidae* sont caractéristiques des eaux polluées et sont présents dans tous les microbiotopes.

Les mollusques :

* *Ancylus fluviatilis*, mollusque lithophile, montre une préférence pour les pierres fixées au sol dans un courant rapide, sans végétation.

* *Limnea peregra* est une espèce limnophile qui vit accrochée à la flore du fond d'une eau plutôt calme.

Les poissons

Dans le cas de la Lesse, on trouve successivement de l'amont vers l'aval, les quatre zones piscicoles. La zone à truites (pente 9 ‰), longue d'une douzaine de kilomètres, est localisée sur le plateau ardennais. Longue de 40 km environ, la zone à ombres s'étend de Transinne au confluent de la Lomme à Eprave. La pente des tronçons s'atténuant progressivement et passant de 6,0 à 2,3 ‰. Ces deux premières zones correspondent au cours ardennais de la Lesse tandis que la Lesse inférieure correspond à la traversée de la Famenne et du Condroz. La pente moyenne est de 1,2 ‰. Alors que la population est salmonicole dans les deux premières zones, elle est mixte dans la Lesse inférieure, à dominance cyprinicole. Les principaux affluents de la Lesse sont des ruisseaux ou petites rivières salmonicoles (Didier, 1997).

Des pêches électriques ont déjà été réalisées par Didier (1996) sur la Lesse entre autres à Hulsonniaux le 06/05/1993. Les résultats de ces pêches (Tableau 9) permettent de mettre en évidence 15 espèces de poissons pour un nombre total de 220 individus.

L'espèce la plus importante est le goujon (141 individus). Appartenant à la famille des cyprinidés, le goujon est universellement connu et abonde dans toutes les eaux européennes. Cependant il préfère les courants tranquilles et s'abrite volontiers sur le fond sableux parmi les pierres. Il affectionne tout particulièrement les fonds durs et ne souffre pas du tout de la pollution (Spillmann, 1961).

Le Chabot, représenté par 35 individus, appartient à la famille des cottidés. On peut le retrouver dans les zones truitières des rivières, là où l'eau est pure, fraîche et bien oxygénée. Il s'y cache la journée sous les pierres plates pour ne sortir qu'à la nuit. La femelle colle les œufs sous la face inférieure des pierres.

L'hotu (29 individus) appartient aux cyprinidés. C'est un poisson d'Europe centrale, végétarien, se nourrissant en raclant les algues de rochers. Sa reproduction a lieu à la fin du mois d'avril et les œufs sont collés sur le fond sableux ou sur les pierres.

Le chevaine représenté par 26 individus de la famille des cyprinidés est un poisson vivant dans la plupart des eaux courantes à toutes altitudes mais préférant la compagnie du barbeau. Il fraie sur un fond de graviers au milieu du courant.

Le barbeau, également de la famille des cyprinidés présente 25 individus. Il apprécie tout particulièrement les courants profonds dont il explore les fonds caillouteux pour se nourrir de larves et d'insectes. La fraie a lieu en juin, les œufs sont pondus en eaux peu profondes et collés sur divers substrats.

Enfin, l'ablette, abonde dans la plupart des eaux européennes en compagnie des barbeaux et des brèmes. Elle affectionne surtout les endroits où se déversent les résidus industriels où elle se nourrit essentiellement de plancton. Comme pour la majorité des poissons de la Lesse inférieure, l'Ablette appartient à la famille des cyprinidés.

Une répartition des biomasses des espèces piscicoles de la Lesse moyenne à Lessive a été réalisée le 17/06/1988 (Figure 9). On peut ainsi observer que, pour cette région, la biomasse est beaucoup plus élevée pour la truite fario (38 % de la biomasse) et l'ombre (37 % de la biomasse) suivies ensuite par les vandoises (12 %). Par contre, la loche et la perche ne représentent qu'un pour-cent de la biomasse.

L'ombre : répandu en Europe orientale et centrale, l'ombre est un Thymallidae. Il est un habitant caractéristique d'eaux nécessitant des vitesses d'écoulement relativement élevées et à fonds graveleux. Il se reproduit sur un substrat de graviers meubles en mars/avril et se nourrit d'organismes dérivants et d'insectes volants.

La truite fario : est l'habitant le plus fréquent du cours supérieur des rivières. Ayant besoin d'un grand nombre de cachettes, elle affectionne des courants où elle peut trouver de grosses pierres, des berges sapées, des trous d'eau. Elle se tient souvent à contre-courant pour mieux lui résister et pour voir la nourriture qu'il lui apporte.

La fraie a lieu dans des petits affluents ou dans des zones de sources du début du mois d'octobre jusque en décembre.

La vandoise est un Cyprinidae largement répandu, rhéophile, omnivore, affectionnant les eaux courantes dont la reproduction printanière se déroule sur les bancs de graviers des cours d'eau.

2.2.2.2. Intérêts économiques de la vallée

Lors d'un aménagement, on ne peut pas se contenter de tenir compte uniquement de l'aspect écologique. Il faut également intégrer les intérêts économiques. Les aspects écologiques et économiques ne sont pas toujours compatibles mais il faut essayer de les concilier. Dans le cas de la Lesse, il faut prendre en considération les intérêts des pêcheurs, des promeneurs et des kayakers, d'autant plus que le tourisme semble être l'avenir de la région.

2.2.2.2.1. Pêche

Les pêcheurs induisent un flux touristique et économique important; ils représentent également une source intéressante de revenus pour le commerce local.

Tableau 10 : Données synthétiques pour les divers titulaires du droit de pêche entre Han-sur-Lesse et Pont-à-Lesse (d'après Gerard & al, 1997).

Groupe	Nombre de secteurs de 20 m (rive simple)	Surface (ha)	Nombre de pêcheurs	Poids de truites déversées (kg)
Sociétés de pêche	1.713	40	628	1.180
Particuliers	1.825	50	131	224
SNCB	195	7	41	72
Campings et hôtels	300	8	150	231
Adm. Communales	253	5	55	0
Réserve royale	214	6	3	0
TOTAL	4.500	115	1.008	1.707

Tableau 11 : Données sur l'affectation de l'espace et des déversements entre Han-sur-Lesse et Pont-à-Lesse (d'après Gerard & al, 1997).

Groupe	Poids Truites/Pêcheur (kg)	Nombre Pêcheurs (/ha)	Poids de truites déversées (kg/ha)
Sociétés de pêche	1,9	15,7	29,8
Particuliers	1,5	2,6	3,9
SNCB	1,8	6,2	11,2
Campings et hôtels	1,5	18,7	28,8
TOUS GROUPES	1,7	8,8	14,8

Le budget annuel de la société de Lesse et Lomme avoisine le million de francs; la vente des permis est l'élément principal des recettes; viennent ensuite les subsides du fonds piscicole.

La location du droit de pêche aux propriétaires riverains constitue la dépense la plus élevée. Le second poste en importance est celui des rempoissonnements. Une gestion stricte leur permet de rentabiliser au mieux leurs efforts en la matière. Les frais de gestion et d'entretien (signalisation, débroussaillage, élagage) constituent un troisième poste, moins important.

Le droit de pêche appartient à chaque propriétaire d'une des deux rives. Ces titulaires du droit de pêche peuvent être répartis empiriquement en 6 groupes qui sont représentés dans le tableau 10.

Les tableaux 10 et 11 donnent des renseignements sur la Lesse entre Han-sur-Lesse et Pont à Lesse. On peut ainsi observer que la pression de pêche, exprimée en nombre de permis annuels par ha de plan d'eau, est en moyenne de 8,8/ha. Si l'on excepte le cas très particulier de la réserve royale, où la pêche est pratiquement inexistante, la pression est la plus faible sur les parcours des particuliers (2,6/ha); elle est la plus forte dans les sociétés (15,7/ha) et les camping et hôtels (18,7/ha).

Pour ce qui concerne les déversements en truites, la très grande majorité est composée d'une seule espèce : la truite fario. Il s'agit généralement de poissons de 25 à 35 cm et donc d'une taille supérieure à la taille légale de capture de 22 cm. La quantité totale de truites déversées s'élève à 1707 kg par année. La moyenne des déversements en truites fario serait de 14,8 kg/ha/an. Cette valeur est plus élevée pour les sociétés de pêche (29,8 kg/ha) et pour les campings et hôtels (28,8 kg/ha) et nulle pour les administrations communales et la réserve royale (Gerard & al 1997).

Les frais de gestion et d'entretien (signalisation, débroussaillage, élagage) constituent un troisième poste, moins important (Rollin et al., non daté).

Le tableau 12 indique les sociétés de pêche pour la Lesse ainsi que les types de poissons, les techniques de pêche praticables et le prix des permis.

2.2.2.2. Tourisme

Les activités de loisirs, toujours plus nombreuses et anarchiques peuvent nuire à la vie sauvage et à l'état des berges. Il est probable que des réglementations plus strictes soient à envisager dans un proche avenir sur certains cours d'eau. Il faut conserver sur chacun d'eux des tronçons où l'emprise humaine directe est réduite, voire nulle (Lachat, 1993).

Un cours d'eau comme la Lesse permet de nombreuses activités de tous types : pratique sportive du V.T.T., promenade, visite des grottes, des réserves naturelles, descente en kayak. La descente de la basse Lesse en kayak peut prendre départ à Houyet ou à Gendron, ce qui fait un parcours respectif de 21 ou 11 km à travers une nature

sauvage. La Lesse y serpente et se faufile à travers un paysage fait de châteaux moyenâgeux, parcs naturels, cavernes préhistoriques, rochers audacieux.

Malheureusement ce loisir prend de plus de proportions chaque année. Or, les kayaks ont un impact important sur la flore et la faune :

- accostage sauvage et piétinement de la flore, ainsi qu'érosion des berges,
- dérangement de la faune (martin-pêcheur, cincle plongeur...) par le bruit et les passages de plus en plus nombreux,
- abandon des détritits,
- en période d'étiage, le passage répété (et souvent désordonné) d'embarcations labourant littéralement le fond, constitue une réelle menace pour la rivière :
- les herbiers, refuges pour la faune phytophile et les alevins, sont arrachés,
- le milieu de vie des invertébrés aquatiques est complètement bouleversé, ce qui se répercute sur l'ensemble des chaînes alimentaires,
- les sédiments accumulés sont remis en suspension, portant préjudice aux poissons par colmatage des branchies, spécialement chez les salmonidés très sensibles à ce problème; de plus, la turbidité de l'eau est accentuée, ce qui nuit au développement de la végétation aquatique,
- le passage d'embarcations naviguant dans une faible lame d'eau augmente sensiblement le stress des poissons et la fuite de ceux-ci hors des zones de refuges (Balzat, 1996).

Le gouvernement wallon a donc fixé des seuils ou débits minimaux en deçà desquels la navigation sera interdite sur certains cours d'eau pour autant que leur débit respectif soit au-dessous du débit minimal de référence pendant au moins trois jours consécutifs (Tableau 13).

2.2.2.2.3. Paysage

Profondément inscrit dans le paysage, le cours d'eau en fait partie intégrante. Dans les mesures de gestion, il faut donc veiller à maintenir un aspect paysager naturel par des interventions adéquates d'entretien et d'aménagement. Une simplification vers l'uniformité n'apporte plus la vie, il n'y a plus d'attrait ni pour la faune, ni pour l'homme (Lachat, 93). Les réserves naturelles permettent une certaine conservation du paysage, de zones intéressantes aussi bien pour la flore que pour la faune.

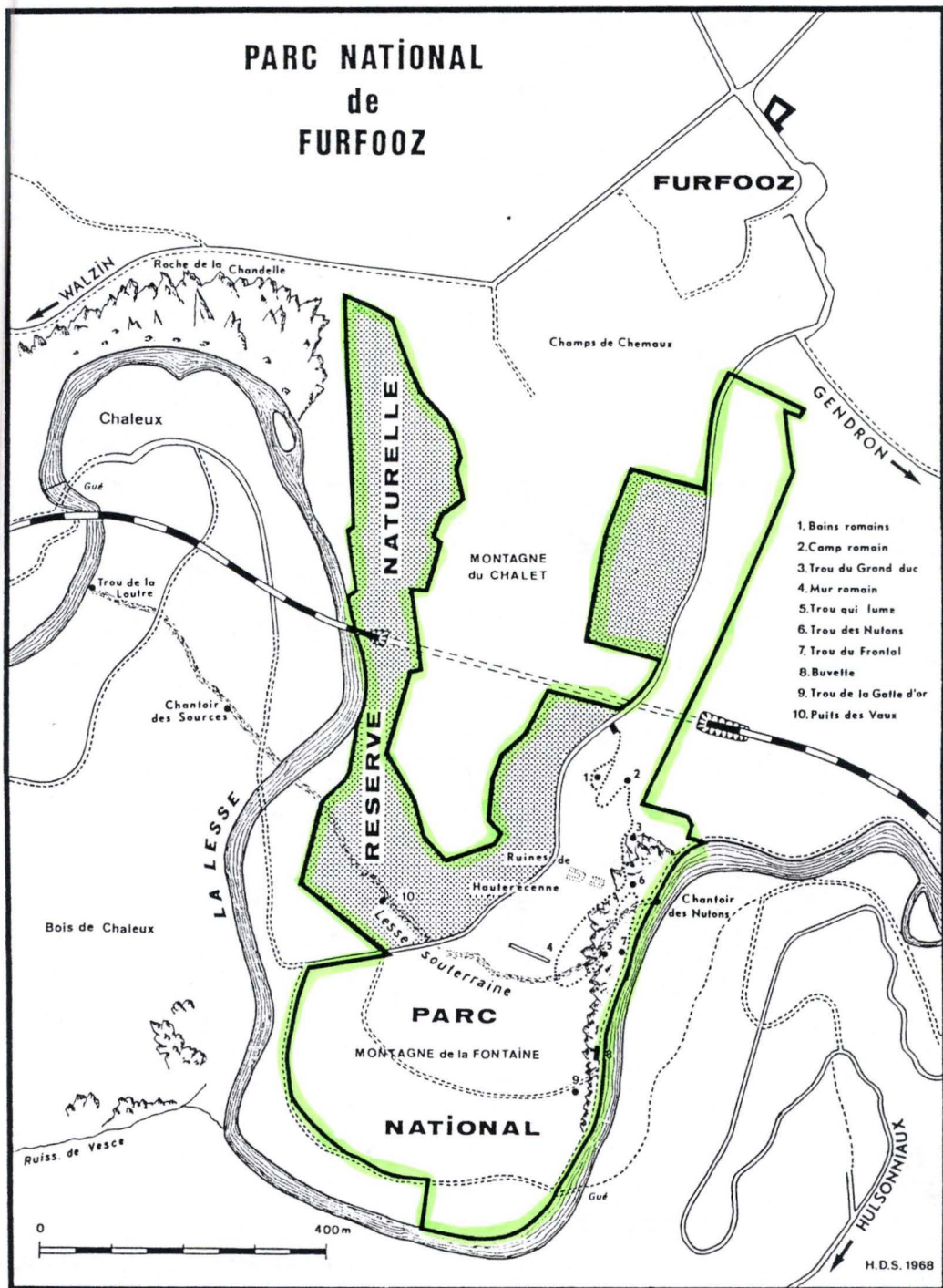


Figure 10 : Carte du parc naturel de Furfooz (d'après De Saeger, 1970).

** Le parc de Furfooz*

Peu avant de mêler ses eaux à celles de la Meuse, la capricieuse Lesse contourne au sud de Furfooz, à quelque 6 kilomètres au sud-est de Dinant, une crête. Cette crête fait partie d'un massif de calcaire carbonifère dans lequel la Lesse s'est creusé une vallée d'une centaine de mètres de profondeur. Ce lieu est le parc de Furfooz (Figure 10).

Cette réserve scientifique du parc de Furfooz ayant une superficie de 65 ha est un véritable monument naturel avec ses curiosités géologiques, entomologiques, botanique et pédologique liés à la région calcaireuse (De Saeger, 1970).

** Le parc national de Lesse et Lomme*

L'existence, dans la région, de nombreux terrains à vocation agricole et exploités ne permettait pas de constituer un parc naturel d'un seul tenant. C'est pourquoi, le parc de Lesse et Lomme est constitué par un ensemble de parcelles réparties selon les possibilités dans les territoires des communes suivantes avec lesquelles un accord est intervenu; Ave et Auffe, Eprave, Han-sur-Lesse, Resteigne, Rochefort et Wavreille, joints à ceux de la société des Grottes de Han-su-Lesse et Rochefort. Ce parc Lesse et Lomme présente un ensemble de près de mille hectares de bois, taillis, pelouses, rochers, tiennes calcaires... Cette région, si représentative du faciès de notre zone calcaireuse, a la réputation de richesses à la fois géologiques, botaniques et entomologiques (Figure 11).

Les différents sites qui composent le parc naturel de Lesse et Lomme sont extrêmement variés dans leur constitution géologique et leurs particularités topographiques, ce qui leur vaut de présenter une gamme étendue de milieux naturels d'un grand intérêt pour les botanistes et les zoologues, mais aussi des paysages des plus attrayants.

Ces sites protégés sont particulièrement représentatifs de la Famenne, sorte de couloir climatique entre l'Ardenne et le Condroz, jouissant d'un climat plus doux que les régions voisines. Elle bénéficie ainsi d'une flore différente dont les caractères plus thermophiles se manifestent sur les pentes calcaires et les pelouses rocailleuses sèches (Mayné, 1954; De Saeger, 1970).

2.2.3. Aménagement des berges de la Lesse

2.2.3.1. L'évolution du cours de la Lesse

Comme nous l'avons déjà dit, l'activité humaine peut accélérer le processus de dégradation. C'est le cas, entre autre, sur la Lesse.

Des photos illustrent le problème de l'érosion de la Lesse notamment à Villers-sur-Lesse. A cet endroit et sur des centaines de mètres, les berges ne sont plus que des pentes abruptes sans végétation et donc sans protection (Figures 12 et 13).

Cette érosion des berges concaves est la cause de l'évolution du cours de la Lesse. Cette dernière a pu être mis en évidence par la superposition de diverses cartes. On a pu



100m

plans cadastraux 1830/1840

Figure 14 : Evolution du cours de la Lesse à Villers-sur-Lesse par superposition de cartes.



Figure 12 : Berge érodée de la Lesse à Villers-sur-Lesse (1997)



Figure 13 : Berge érodée de la Lesse à Villers-sur-Lesse (1997)

ainsi remarquer que le cours d'eau est plus ou moins semblable sur la majorité du parcours mais qu'à différents points plus précis des modifications sont observables. (Saelens, 1992). C'est le cas à Villers-sur-Lesse où des travaux effectués vers 1860, dans le but d'installer une ligne de chemin de fer, ont provoqué la coupure d'un méandre et une rectification du cours pour obtenir un tronçon rectiligne. L'impact de ces travaux sur la zone des méandres de la Lesse a pu être observé en comparant des cartes actuelles avec la copie de plans cadastraux datant de 1840 (Figure 14).

2.2.3.2. Les problèmes de gestion

Le Service des Cours d'Eau Non Navigables de la Région Wallonne a pour responsabilité l'aménagement des sites dégradés. Mais avant d'entreprendre des travaux, de nombreuses contraintes se rencontrent.

* Il y a entre autres les problèmes humains : les différents utilisateurs du cours d'eau n'ont pas tous les mêmes intérêts (riverains, pêcheurs, kayakers, écologistes...).

* Il y a également les problèmes liés aux animaux : le bétail qui piétine la berge, les rats musqués.

* Les problèmes liés aux techniques choisies pour consolider les berges. Lorsque l'autorisation d'aménager un tronçon de la Lesse est acquise, la question du choix de la technique à utiliser se pose. Ce choix ne se fait pas à la légère et de nombreuses contraintes apparaissent.

Par exemple pour l'utilisation de gabions, si la technique est bien utilisée, en général, la stabilisation est plus ou moins bonne à long terme. Mais il faut utiliser des pierres qui ne passent pas à travers les mailles des fils de fer sinon ces pierres sont emportées par le cours d'eau et la stabilisation de la berge n'est plus assurée puisque les gabions se vident.

Ces gabions ne peuvent pas être placés dans des zones où les kayaks peuvent circuler car la présence de fils de fer est dangereuse pour les personnes. De plus les gabions ne permettent pas une bonne recolonisation par les plantes.

Les enrochements peuvent être divers. Nous avons le cas où les pierres forment un mur. Dans ce cas la stabilisation de la berge est pratiquement de 100 % si, bien sûr, le tout est fait avec soin. Cet enrochement est plus avantageux qu'un simple mur de béton, car des boutures peuvent prendre racine entre ces blocs de pierres (Figure 15) et se développer ensuite dans le talus derrière l'enrochement. Mais il y a toujours un risque de déstabilisation par la suite dû à la croissance de ces arbustes entre les blocs qui risquent ainsi d'être déplacés avec le temps. De plus, ce n'est que dans très peu de cas que des boutures sont placées entre les pierres et la recolonisation naturelle d'arbres est très rare.

Nous avons le cas des enrochements en vrac, ceux-ci permettent également une faible reprise de la végétation de façon naturelle, au contraire du mur où, en général, il faut placer les boutures désirées entre les blocs de pierres. Si la quantité et la taille des pierres déposées sont importantes, le risque d'érosion est assez faible; sinon, dans certains cas, les pierres risquent d'être emportées par le courant lors des crues et l'érosion peut se



Figure 15 : Enrochement d'une berge de la Lomme.



Figure 16 : Enrochement d'une berge de la Lesse entre Villers-sur-Lesse et Ciergnon.

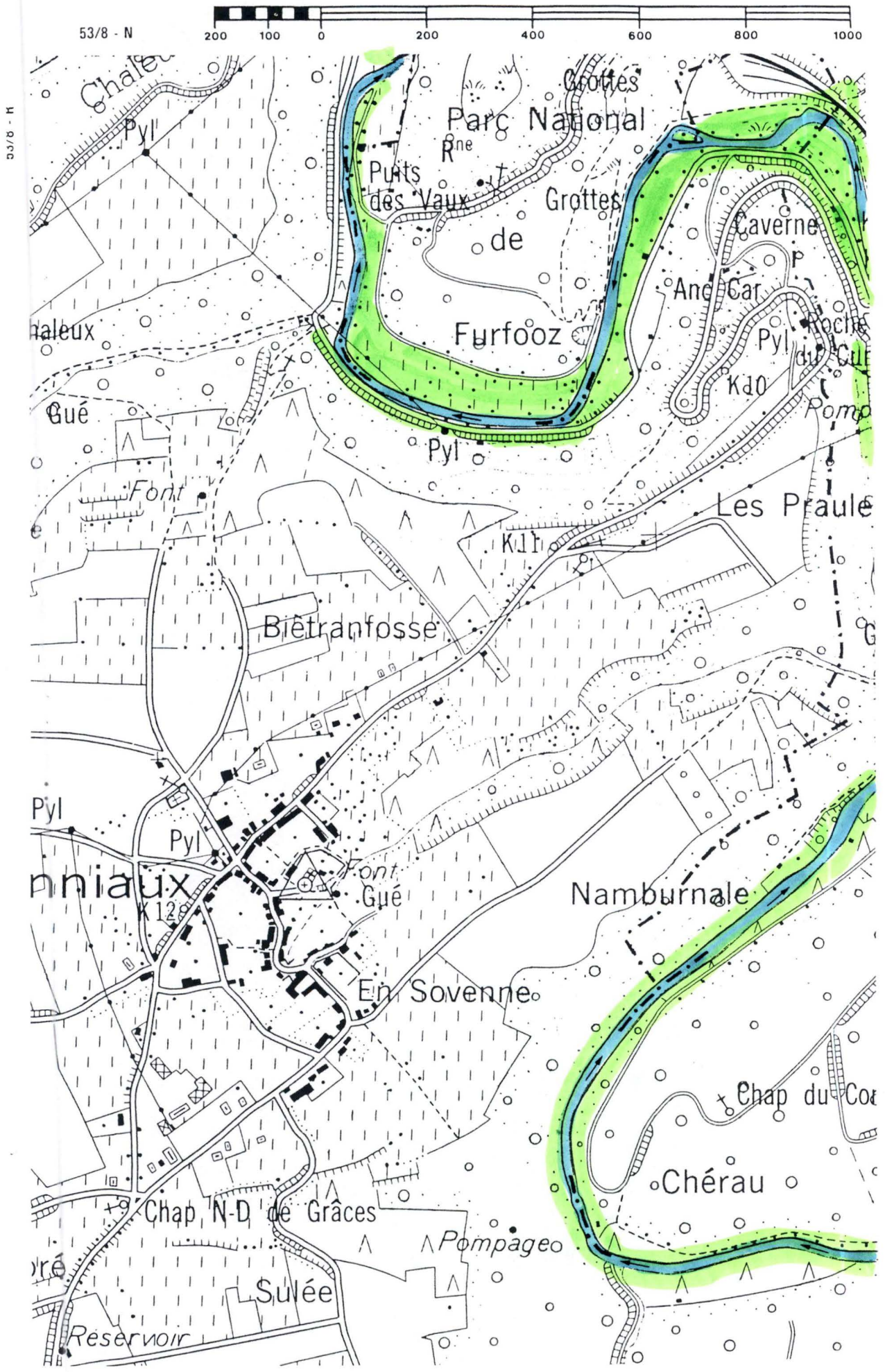


Figure 17 : Zones inondables de type I à Furfooz (Anonyme, 1985).

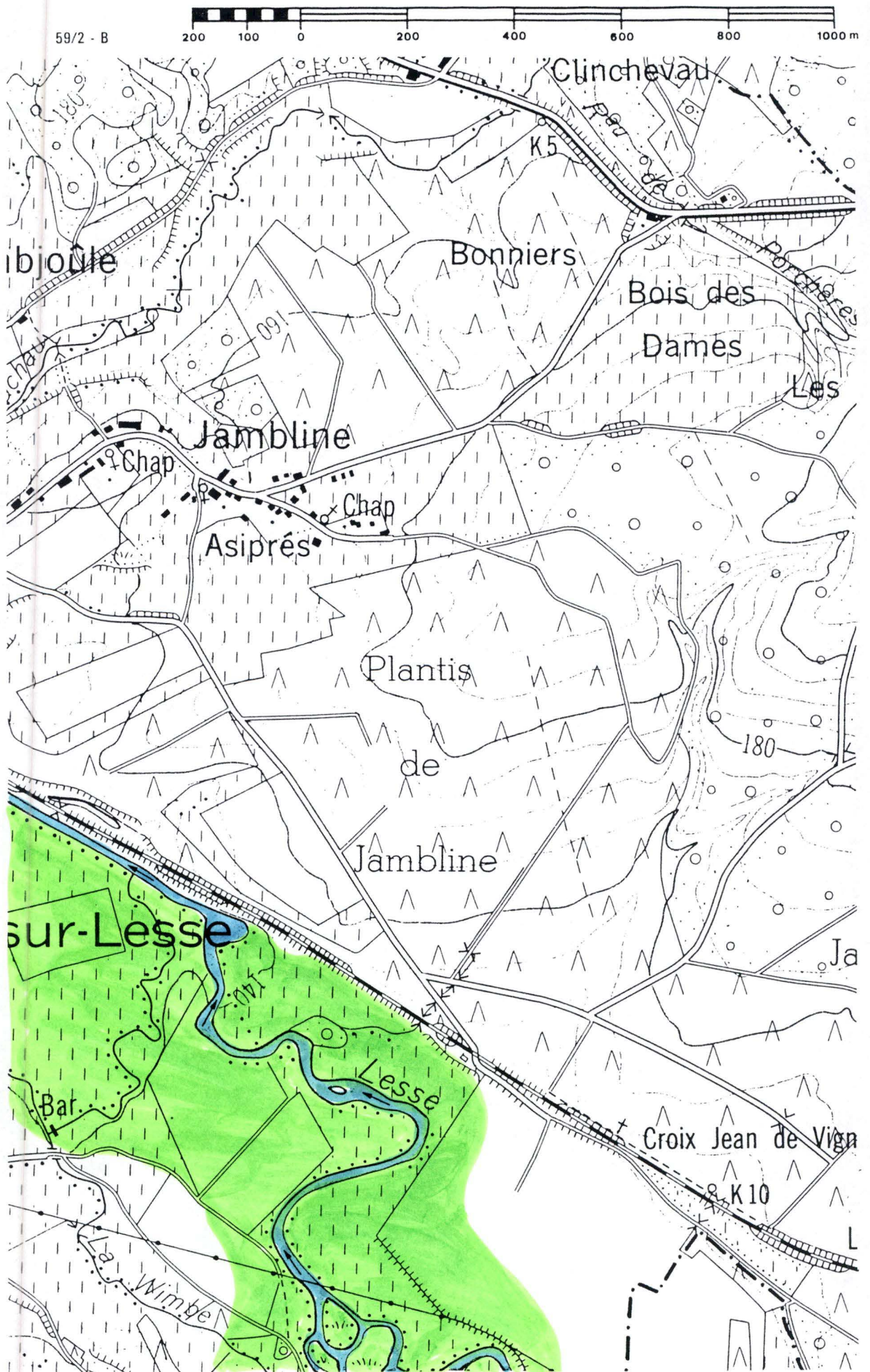


Figure 18 : Zones inondables de type I à Villers-sur-Lesse (Anonyme, 1985).

faire par derrière. De plus, comme les pierres ne sont pas contiguës, on a quelques caches pour la faune aquatique.

Un enrochement en pente douce fut observé sur la Lesse, les blocs de pierres sont bien intégrés dans le sol, on n'observe que la surface supérieure. Cet enrochement semblait n'avoir subi aucune modification depuis son placement et la végétation peut s'y développer entre les pierres (Figure 16).

* Il y a également le problème des inondations : les régions étudiées (Villers-sur-Lesse et Furfooz) sont des zones inondables de type I c'est-à-dire qu'il s'agit de zones d'inondations ne créant pas de perturbations importantes pour la population. Ces zones sont représentées aux Figures 17 et 18.

Cependant, juste en amont de Villers-sur-Lesse, à Lessive, la zone d'inondation est de type II, c'est-à-dire que cette zone est susceptible d'être le siège de perturbations importantes pouvant même, exceptionnellement, mettre en danger des vies humaines. Pour réduire les risques d'inondations du lit majeur l'homme a élevé des digues afin de protéger les habitations ainsi que les cultures. Ces digues sont des talus de 1,5 m de haut très bien intégrés dans le paysage car complètement envahis de végétation. A présent, les endiguements ne permettent plus aux débits de crue de sortir de la zone qu'ils délimitent. La Lesse voit couler dans son lit des débits de pointe qui n'y étaient pas avant les endiguements. Ces débits supplémentaires vont augmenter la vitesse de l'eau qui atteindra plus souvent la vitesse critique de transport solide.

2.2.3.3. Les différents aménagements effectués sur la Lesse (d'après SCENN 1997)

Ce n'est pas la première fois que des travaux de consolidation sont effectués sur les berges de la Lesse. De nombreux travaux tels que curage, endiguement, enrochement, ont déjà été réalisés auparavant. Voici une liste exhaustive d'aménagement réalisés principalement en basse Lesse. Ces travaux font, en général, suite à la constatation d'une érosion importante des berges du cours d'eau.

* En 1957-1958, à Villers-sur-Lesse, une grande digue en rive droite, au lieu dit "grande prêle", a été construite. Cette digue consiste en une hausse du niveau des sols par dépôts de terre pour protéger le village des inondations.

* En 1961, à Villers-sur-Lesse, des épis ont été posés sur la Lesse en vue d'enrayer l'érosion de la berge droite. Des observations faites par la suite vers 1974 et 1977 montrent que, en fait, l'érosion n'a pas été stoppée ni même ralentie, mais que, au contraire, elle s'en est trouvée aggravée. Actuellement, on peut y observer des blocs de pierres contre la berge, mais le creusement entre les épis est toujours présent. (Figures 19 et 20)

* En 1971, à Lessive, différentes actions ont été réalisées :

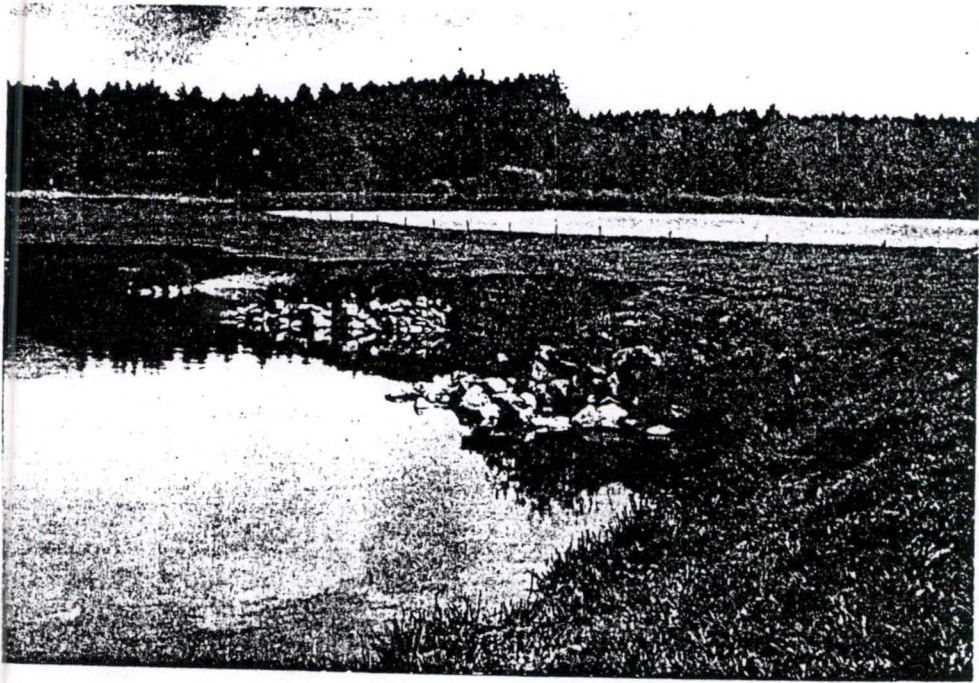


Figure 19 : Evolution des berges suite à la pose d'épis en 1961 sur la Lesse à Villers-sur-Lesse (mai 1974)
(Anonyme, 1980).

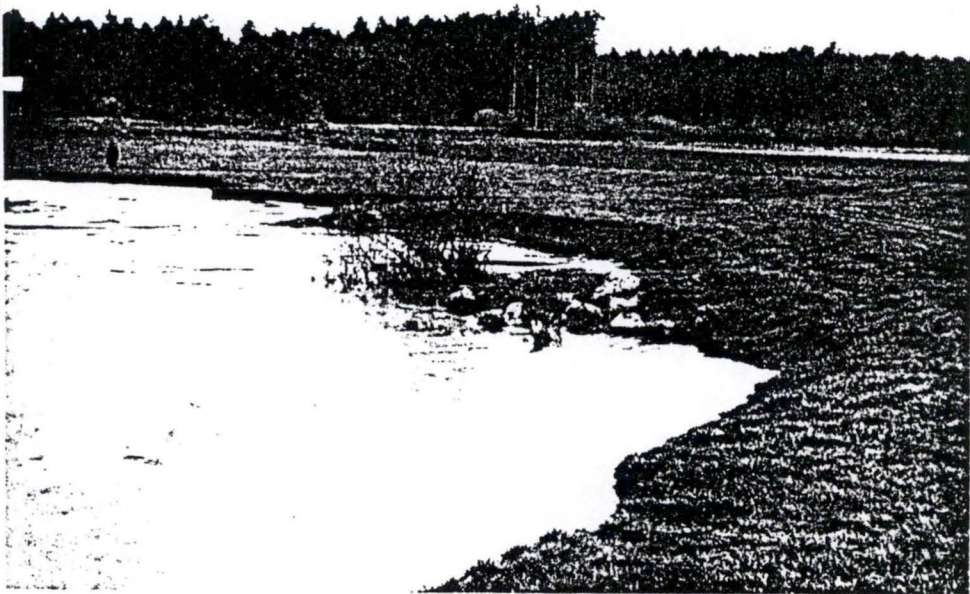


Figure 20 : Progression de l'érosion entre les épis observée en mars 1977
(Anonyme, 1980).

- La première action a été le renforcement de la digue. Plusieurs étapes ont été nécessaires : débroussaillage sur une distance de 360m, fournitures, transport et placement d'enrochements.
- La deuxième action a été le curage de huit emplacements distants de 40 à 22 m.
- Finalement, la dernière action a été la remise en état de la digue.

* En 1972, des travaux de consolidation de berge ont été réalisés à Resteigne.

- aménagement du chemin forestier d'une longueur de ± 350 m de façon à pouvoir y circuler avec un dumper et ainsi être à même d'amener les enrochements à l'endroit de la consolidation de la berge.
- consolidation de la berge à l'aide d'enrochements bruts d'un poids compris entre 35 et 50 kg y compris la fourniture, le transport et la pose manuelle.
- et enfin pose de rocher d'un poids supérieur à 50 kg (c'est-à-dire de 50 à 75 kg) au pied de la berge à protéger.

* En 1972, les berges en rive gauche ont également été consolidées sur une longueur totale de 180 m. Le travail a consisté en un léger talutage manuel des terres menaçant de tomber dans la rivière et en une protection du pied de la berge à l'aide de trois piquets au mètre courant de rivière. Ces piquets ont un diamètre moyen de 10 cm et une hauteur de 1,80 m. De plus des plantations dans la berge de branches de saules, d'aulnes ou d'osiers d'un diamètre de 2 cm environ furent enfoncées à une profondeur moyenne de 40 cm. Les pousses ont été repiquées à raison de neuf tiges au mètre carré (33 cm * 33 cm) à l'aide d'une barre de fer. Les berges replantées ont été protégées à l'aide de pieux d'un diamètre approximatif de 12 cm enfoncés de ± 30 cm dans le lit de la rivière et d'une hauteur total de 1,70 m. Les rangées de pieux ont une longueur de 1,50 m.

N.B. Dès la reprise de la végétation, ces protections sont enlevées par l'entrepreneur.

* En 1973, les berges ont été consolidées sur une longueur de 650 m. Le type de consolidation utilisé est similaire au cas précédent -plantation de branches de saules, d'aulnes ou d'osiers après talutage manuel des terres - mais les branches destinées à être plantées au pied de la berge ont un diamètre égal ou supérieur à 5 cm et les pousses ont été disposées en carré à raison de 6 tiges au mètre carré (40 cm * 40 cm).

* On retrouve encore ce type de consolidation de berges fortement érodées effectué en 1975 aux communes de Villers-sur-Lesse, Ciergnon et Wanlin. Les pousses ont été repiquées à raison de 6 tiges au mètre carré.

* En 1976, le même procédé a été utilisé à Lessive, Villers-sur-Lesse, Ciergnon, Wanlin, Hour. Ici, les branches ont un diamètre minimum de 9 centimètres et sont enfoncées à une profondeur moyenne de 40 centimètres. Les branches destinées à être plantées au pied de la berge ont un diamètre égal ou supérieur à 12 centimètres. Le repiquage a été effectué à l'aide d'une barre de fer et le sol n'a pas été ameubli. Les pousses ont été disposées en carré (1m * 1m).

* En 1978, la berge a été renforcée aux communes de Resteigne-Tellin et Houyet. Par construction d'un perré à sec avec des pierres brutes présentant deux faces régulières sensiblement parallèles et suivant le profil en travers.

Le lit inférieur du perré est composé de pierres d'un poids minimum de 400 kg. Les autres lits sont exécutés à l'aide de pierres d'un poids minimum de 200 kg.

* En 1978, des travaux ordinaires d'entretien sur le cours d'eau de la Lesse dans le territoire de la commune de Lessive-Rochefort ont été réalisés. Entre autres, la construction d'un perré à sec dont les pierres utilisées possèdent deux faces sensiblement parallèles permettant une pose stable.

Le lit inférieur ont été réalisé à l'aide de pierres d'un poids minimum de 400 kg. Les pierres constituant les autres lits ont un poids minimum de 300 kg et l'épaisseur moyenne du perré est de 0,90m; le tonnage à mettre en oeuvre, lui, est de 700 tonnes.

* Entre 1978 et 1987, sur le territoire des anciennes communes d'Eprave et de Lessive, des digues datant du début du siècle ont été entièrement refaites et des prolongations de ces ouvrages ont été mises en place là où la nécessité en avait été constatée.

Cette érection de digues assure la protection des zones bâties, ou encore des terres cultivées (par opposition aux prairies, qui tolèrent davantage les submersions) est une technique des plus anciennes.

* Vers 1987, des digues anciennes de Lessive protégeant la localité des crues ont été remise en état.

* En 1990, une digue transversale au lieu-dit Outre Lesse a été réparée.

* Vers 1990, des gabions ont été placés le long de la route allant de Villers-sur-Lesse à Lessive. Après 7 ans, ces gabions sont toujours stables, mais la végétation y est pratiquement nulle.

* En 1991, à Villers-sur-Lesse, une petite digue a été exécutée le long du chemin agricole reliant Villers-sur-Lesse à Lessive.

* En 1991, sur la Lesse, en aval du déversoir de Villers-sur-Lesse en rive gauche, un gros enrochement a été réalisé, ainsi qu'en 1992, en aval des grottes à Han.

* A Gendron, un enrochement au camping Paradisio a été réalisé il y a quelques années contre les crues.

* En 1993, une protection par enrochement en rive gauche a été exécutée en aval du barrage sur la Lesse entre Villers-sur-Lesse et Ciergnon, au niveau des trois ponts.

On a pu observer que quelques cailloux seuls ne pouvaient rien contre l'érosion (les aulnes sont contournés), mais que c'est bien un ensemble de pierres qui peut combattre ce



Figure 21 : Enrochement de berges sur la Lesse entre Villers-sur-Lesse et Ciergnon.

phénomène. Une petite recolonisation par des ronces, graminées, orties, consoudes a également pu être observée.

* C'est également en aval du barrage de Villers-sur-Lesse, juste en amont de l'aménagement précédent, qu'on peut observer un enrochement différent. Cet aménagement a été réalisé suite aux réparations effectuées sur le barrage qui permet d'alimenter le bief du château de Ciergnon. Ici, les pierres ont été déposées avec un certain soin et forment une pente très douce. On a pu remarquer que cette faible pente et une bonne exposition permettaient une meilleure recolonisation par la végétation (Figure 21).

* Au camping de Houyet, un mur en pierre a été réalisé contre l'érosion vers 1995-1996. Le but de ces enrochements n'était donc pas d'agir contre les inondations, mais bien d'éviter les pertes de terrain car plusieurs mètres étaient emportés après chaque crue. Or, l'installation de campeur est interdite à une distance de moins de 9 mètres par rapport au cours d'eau.

Le principe était de remettre les berges à créneaux au niveau précédent, avec comme repère les arbres restants. C'est pourquoi les techniques végétales ne pouvaient convenir, puisque ces dernières demandent du terrain en plus. Les gabions eux auraient été trop dangereux pour les kayakistes à cause des fils de fer. Les caissons en bois sont très pratiques mais le temps de mise en oeuvre est malheureusement beaucoup trop important. L'enrochement était donc idéal dans cette situation puisque la pierre calcaire est en harmonie avec le site.

* Du 06/05/96 au 02/08/96, à Hérock, en aval du pont, des enrochements et des plantations ont été réalisés le long de la berge.

* Au camping de Houyet, du 08/03/96 au 05/05/96, pour permettre une meilleure circulation de l'eau lors des crues, un élargissement du cours d'eau en contournant la pile du pont S.N.C.B a été réalisé. La terre surélevée à gauche du piquet a été enlevée. Ensuite, après le creusement, des blocs de pierre ont été placés et du béton a été coulé entre ces pierres. Ce travail hydraulique facilite le passage de l'eau lors des crues et évite donc une inondation.

* En cette année 1997, divers travaux ont été exécutés entre Villers-sur-Lesse et Lessive.

- Des peignes à base de sapin. De grands sapins fraîchement coupés ont été déposés le long de la berge sapée et maintenus par des câbles à cette dernière.

Ces peignes créent des séparations dans le flot qui passe à travers les branches; la vitesse d'écoulement en est réduite. L'eau devient moins turbulente, de ce fait, les matières flottantes et les sédiments fins en suspension peuvent se déposer. Les endroits creux sont normalement rapidement comblés. Il sera ensuite plus facile d'exécuter un aménagement avec des plantes capables de rejets qui remplacent les arbres en décomposition. (des plants d'aulnes viennent juste d'être installés contre la berge) (Figure 22).



Figure 22 : Peigne réalisé en printemps 1997 à Lessive.

- Des enrochements avec bouturages à l'entrée du village ont été placés à l'endroit d'un ancien perré qui avait disparu avec le temps
- Un mur de pierre remplace un mur qui s'est effondré en 1993. Les pierres ont été placées en gradins, au-dessus de l'ancien mur de béton.

3. Matériel et Méthodes

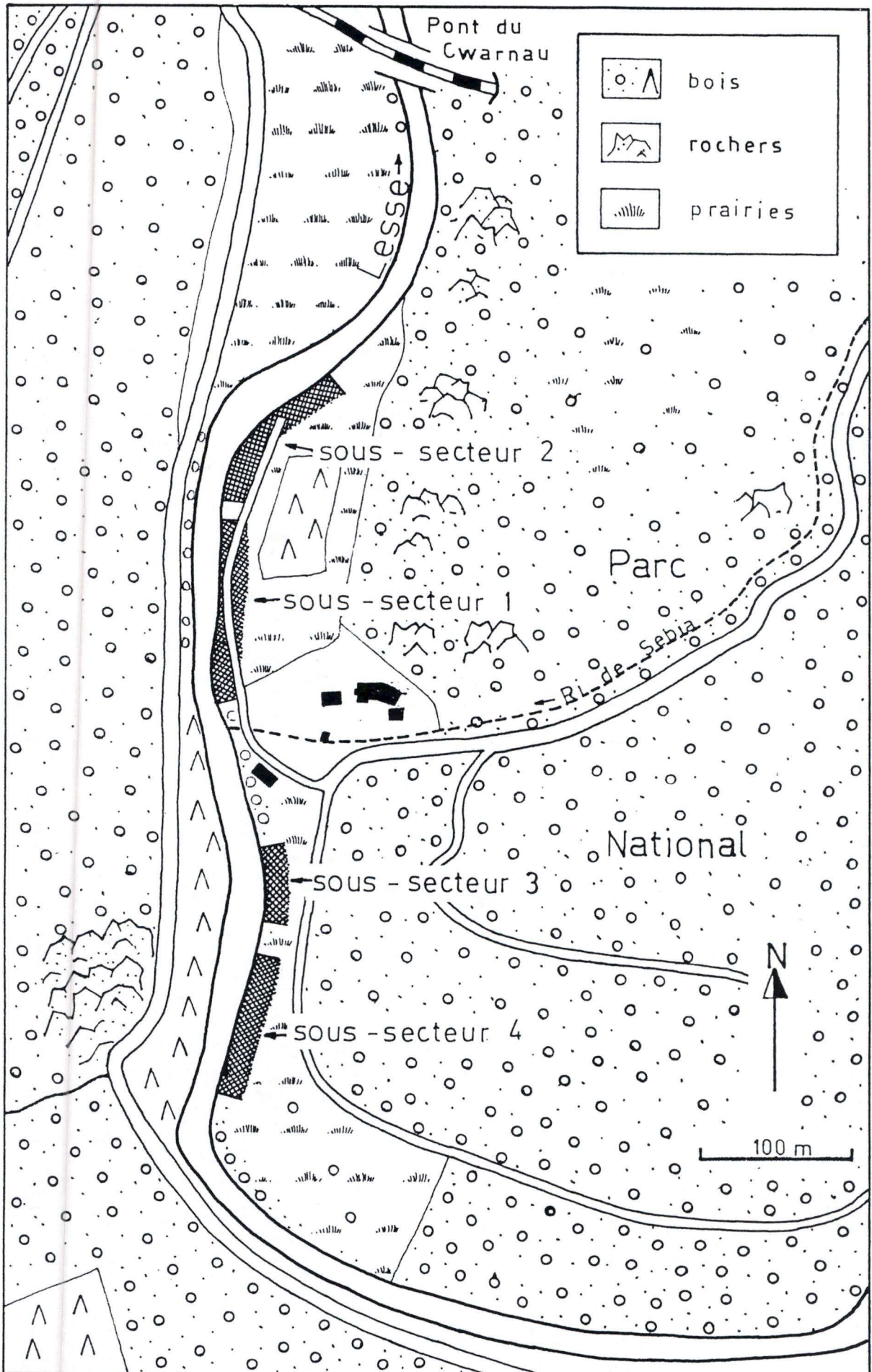


Figure 23 : Schéma représentant l'ensemble des sous-secteur de Furfooz

3. MATERIEL ET METHODES

3.1. Description des secteurs d'étude

Trois secteurs de berges (aménagés ou nécessitant de l'être) ont été sélectionnés et étudiés dans le cadre de ce mémoire. Chacun d'eux a fait l'objet d'une description morphologique précise, d'un suivi botanique et d'un inventaire faunistique succinct.

Ces secteurs sont localisés respectivement à Furfooz (berge aménagée en 1995), en Lesse dinantaise, et à Villers-sur-Lesse (berge aménagée en 1996, et berge verticale érodée) en Lesse famennienne.

- Le secteur de Furfooz qui fut aménagée en 1995 est l'un des premiers essais de techniques douces réalisés par le service des Cours d'Eau Non Navigable sur la Lesse. Cette nouvelle technique n'étant pas encore très connue, à l'époque, le service a utilisé des blocs de pierres en plus des végétaux.
- Le secteur à Villers-sur-Lesse fut aménagée en 1996 uniquement à l'aide de végétation, c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'intervention de matières minérales.
- Un dernier secteur à Villers-sur-Lesse nous représente bien ce qu'est une berge érodée. C'est dans le but de stabiliser cette berge dégradée qu'une proposition d'aménagement par techniques douces sera rédigée. Cette proposition sera entre autre basée sur les observations effectuées dans les deux secteurs aménagés.

3.1.1. Secteur aménagé de Furfooz

3.1.1.1. Situation

Ce secteur (noté "F") est situé au pied du Parc national de Furfooz, à une dizaine de kilomètres en amont de la confluence avec la Meuse et à ± 250 m en amont du pont du chemin de fer de Cwarnau. Il est inclus dans la propriété de Mr De Wasseige. La vallée y est étroite et délimitée par des versants abruptes boisés et souvent rocheux, le fond étant occupé par des prairies alluviales abandonnées.

Les travaux d'aménagement de la berge ont été réalisés sur 500 m en rive droite de la Lesse. Pour notre étude, ce secteur a été subdivisé en 4 sous-secteurs représentant les différents types de techniques d'aménagement mis en oeuvre. L'ensemble de ces sous-secteurs représente 375 m de berge (Figure 23).



Figure 24 : Représentation du premier sous-secteur de Furfooz (1997).



Figure 25 : Représentation du pied de berge du premier sous-secteur de Furfooz (1997).



Figure 26 : Représentation du deuxième sous-secteur de Furfooz (1997).

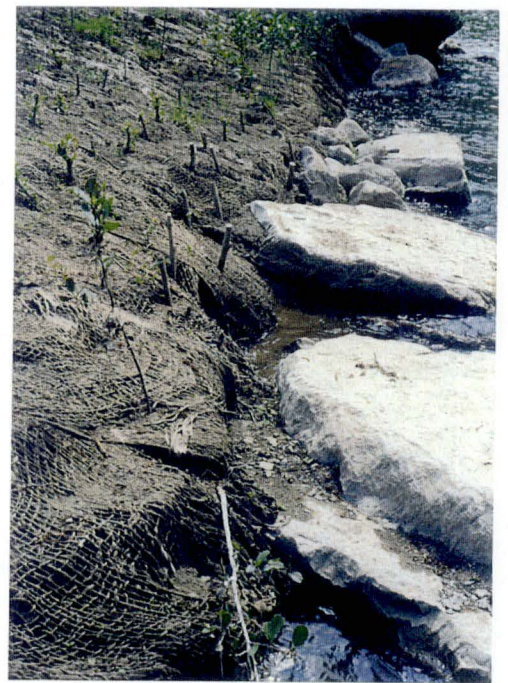


Figure 27 : Représentation du pied de berge du deuxième sous-secteur de Furfooz (1997).



Figure 28 : Représentation du troisième sous-secteur suivi du deuxième sous-secteur de Furfooz, après l'aménagement (1997).



Figure 29 : Représentation du troisième sous-secteur et du deuxième sous-secteur de Furfooz, pendant l'aménagement (1997).

3.1.1.2 Description

* Premier sous-secteur (F.1.)

Le premier sous-secteur (L = 90 m) est caractérisé par un renforcement du pied de berge à l'aide de blocs de pierre superposés (formant un escalier à trois marches). Entre ces blocs, des boutures de saule ont été plantées. Des iris ont été implantés juste au niveau de l'eau, en pied de berge, et des graines du mélange de verdure n° 1 (Tableau 4) y ont été semées. Il faut également noter que les travaux ont été réalisés alors que le niveau d'eau n'était pas au plus bas. Ce dernier ayant baissé pendant l'aménagement, des aulnes ont été plantés en bas de la berge.

Le haut de la berge, faisant suite à l'enrochement, a été stabilisé à l'aide de géotextile recouvert par la terre présente avant les travaux et semé de semences du mélange n° 2 (Tableau 4). Des plantations de différentes espèces ligneuses ont également été réalisées tous les mètres; la première ligne de plantation, juste en haut de l'enrochement, est chaque fois composée d'aulnes.

L'aménagement de ce sous-secteur repose donc sur l'emploi combiné du génie végétal et de matériaux minéraux. La largeur générale (distance entre le pied de berge et le haut de la berge) de ce sous-secteur est de l'ordre de 5-7 mètres (Figures 24 et 25).

* Deuxième sous-secteur (F.2.)

Dans ce sous-secteur (L = 75 m), quelques blocs de pierre ont simplement été déposés de façon aléatoire au bas de la berge. Entre ces blocs ont été réimplantés également des iris et ont été semées des graines du mélange n° 1.

Le talus est consolidé à l'aide de géotextile et aménagé comme en F.1. En bas de la berge, deux rangées d'aulnes ont été plantées (Figures 26 et 27).

Cette station présente une largeur (du bas de la berge au haut du talus) plus importante, atteignant jusqu'à 15 m. Son aménagement a impliqué, comme pour F.1., l'utilisation du génie végétal et de matériaux minéraux.

* Troisième sous-secteur (F.3.)

Au sein de ce sous-secteur (L = 41 m), la berge a été simplement reprofilée (retalutée) et adoucie, sans plantations ni enrochements. Il se présente maintenant comme un talus de type 6/4 (soit une pente de 6 m de long pour 4 m de haut) exposé à l'ouest, consolidé avec du géotextile et ensemencé avec du mélange n° 1 en bas de la berge et n° 2 au niveau du talus. Cependant, il est à noter que la terre employée au cours de cet aménagement pour recouvrir le géotextile, est un substrat importé. L'absence de plantations ligneuses a un but paysager : elle permet de maintenir la vue dégagée sur un grand rocher à partir d'un chalet privé.

L'aménagement diffère de F.1. et F.2. par l'utilisation exclusive du génie végétal. Ce sous-secteur présente une largeur moyenne de berge de 7-8 m (Figures 28 et 29).

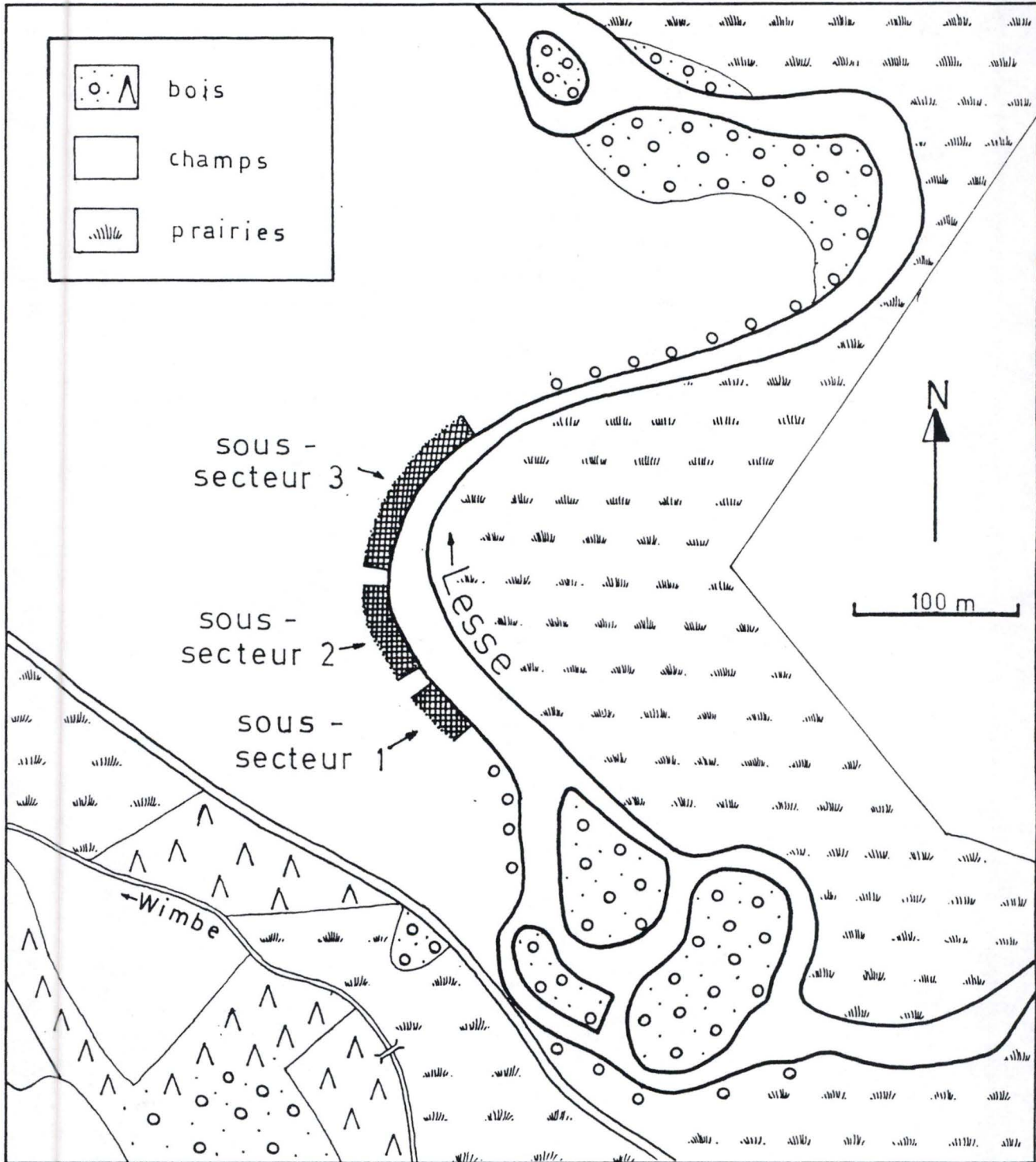


Figure 30 : Schéma représentant l'ensemble des sous-secteurs de Villers-sur-Lesse.

* Quatrième sous-secteur (F.4.)

Ce sous-secteur (L = 75 m) est assez semblable à F.2.; la berge, de type 6/4, a été reprofilée, consolidée avec du géotextile, ensemencée avec du mélange n° 1 et 2, et plantée de ligneux. On note aussi la présence de quelques blocs de pierre simplement déposés en pied de berge. En outre, de nombreux rejets de peupliers (souches des arbres abattus lors des travaux) se sont développés mais sont régulièrement recépés car cette essence est d'un intérêt quasi nul dans la fixation des berges.

L'aménagement de F.4. a fait intervenir le génie végétal et dans une moindre mesure les matériaux minéraux et un abattage préalable d'arbres (peupliers). La largeur moyenne de la berge est de l'ordre de 7 m.

* Sous-secteur complémentaire

Ce sous-secteur est localisé en amont de F.4. Un essai de tapis végétal y a été réalisé sur une surface de 2 à 3 mètres carrés. Le tapis est composé de branches de saules appliquées sur le sol qui s'y enracineront par marcottage; après plus d'un an il s'élève à une hauteur d'environ 2 mètres.

3.1.2. Secteur aménagé de Villers-sur-Lesse

3.1.2.1 Situation

Ce secteur (noté "V") est situé au lieu-dit "Outre-Lesse", entre les villages de Villers et de Lessive; il se trouve à 44 km de la confluence avec la Meuse et à une trentaine de kilomètres en amont de Furfooz. Il est inclus dans le domaine de la Donation Royale, et s'inscrit dans une vallée assez large à vocation agricole (Figure 30).

L'aménagement étudié a été effectué en rive gauche de la Lesse, sur une distance de 175 m. D'un point de vue pratique pour notre étude, ce secteur est divisé en 3 sous-secteurs

3.1.2.2 Description

*Premier sous-secteur (V.1.) :

Dans ce sous-secteur (L = ± 20 m), l'ancienne berge érodée a été reprofilée et le produit du curage de la rivière a été utilisé pour recouvrir le géotextile. L'ensemencement avec du mélange n° 2 et des plantations ont été mis en œuvre pour la verdure de la station.

La berge de V.1. a une largeur d'une quinzaine de mètres et peut être subdivisée en trois parties, en fonction du type de traitement et des caractéristiques pédologiques :

- La première partie comprend les trois mètres depuis le contact eau-terre vers le haut du talus. Elle est caractérisée par une pente assez forte et un substrat riche en galets. Les semences utilisées dans le bas de la berge sont du mélange n° 1. C'est ici qu'une



Figure 31 : Représentation du bas de la berge du premier sous-secteur de Villers-sur-Lesse (1997).



Figure 32 : Le fascinage (vue du haut) du deuxième sous-secteur de Villers-sur-Lesse (1997).



Figure 33 : Représentation du troisième sous-secteur de Villers-sur-Lesse (1997).

rangée de vieux saules ont malheureusement été coupés lors des travaux, pour permettre le passage des machines; les souches laissées en place ont néanmoins donné des rejets vigoureux après quelques mois (Figure 31).

- La deuxième partie, s'étendant du troisième au huitième mètres, est également constituée de remblais riches en galets, mais la pente est toutefois nulle et les semences utilisées sont du mélange n° 2.

- Dans les derniers mètres, le substrat est d'origine, la pente y est toujours nulle, et aucun ensemencement n'y a eu lieu. Cette portion de berge n'a donc pas été touchée par l'aménagement.

* Deuxième sous-secteur (V.2.) :

Ce deuxième sous-secteur (L = 30 m) est également formé d'un simple talus de type 6/4, consolidé avec du géotextile, ensemencé, et planté de ligneux tous les mètres. Mais on y a en plus mis en place un fascinage au pied de la berge, qui est constitué de branches de saules tressées parallèlement à la rive. Si l'on tient compte du fascinage et des plantations en bas de berge (saules et aulnes), le talus commence réellement à deux mètres (Figure 32).

* Troisième sous-secteur (V.3.) :

Ce sous-secteur (L = 110 m) diffère de V.2. par la présence d'un fascinage en épis. D'une longueur de 3 mètres, ces épis partent du bas de la berge vers le cours d'eau avec une direction amont par rapport à ce dernier. Ils sont également formés de branches de saules entremêlées destinées à ralentir le courant et à retenir les alluvions charriés par les eaux. Devant ces épis, une ligne d'aulnes a été plantée et un ensemencement avec du mélange n° 1 y a été procédé.

Le talus, de type 6/4, est également recouvert de géotextile, ensemencé avec du mélange n° 2 et planté de ligneux (Figure 33).

Remarque : l'aménagement des trois sous-secteurs décrits ci-dessus repose sur l'emploi presque exclusif du génie végétal, avec le cas échéant, l'utilisation de substrat local (V.1.).

3.1.3. Secteur érodé de Villers-sur-Lesse

3.1.3.1. Situation

Ce secteur se trouve également au lieu-dit "Outre-Lesse" (rive gauche), un peu en aval de V.3. et en amont de la confluence de la Wimbe. La berge est bordée par un champ de maïs sur une bonne partie de sa longueur.

3.1.3.2. Description

Au sein de la station étudiée, la berge concave du méandre apparaît très abrupte et argileuse, sur une distance de plusieurs centaines de mètres. Chaque année, après la période des crues, on peut y noter une perte importante de terre qui a été emportée par le courant. Cette érosion est évidemment accélérée par la proximité des cultures (moins de 50 cm).

Dans le cadre de notre travail, un tronçon de 100 m a été délimité le long de cette berge en vue d'analyser plus précisément ses différentes caractéristiques et les facteurs érosifs. Ce tronçon est lui-même subdivisé en transects de dix mètres pour lesquels une série d'observations a été réunie : hauteur de la berge, hauteur du niveau d'eau, granulométrie du substrat, espèces végétales présentes, etc.

3.2. Relevés phytosociologiques

Des relevés phytosociologiques ont été réalisés au cours des mois d'août et septembre 1996 dans chacun des sous-secteurs décrits ci-dessus, à l'exception du sous-secteur complémentaire de Furfooz et du secteur érodé de Villers-sur-Lesse où seules des observations très succinctes ont été menées.

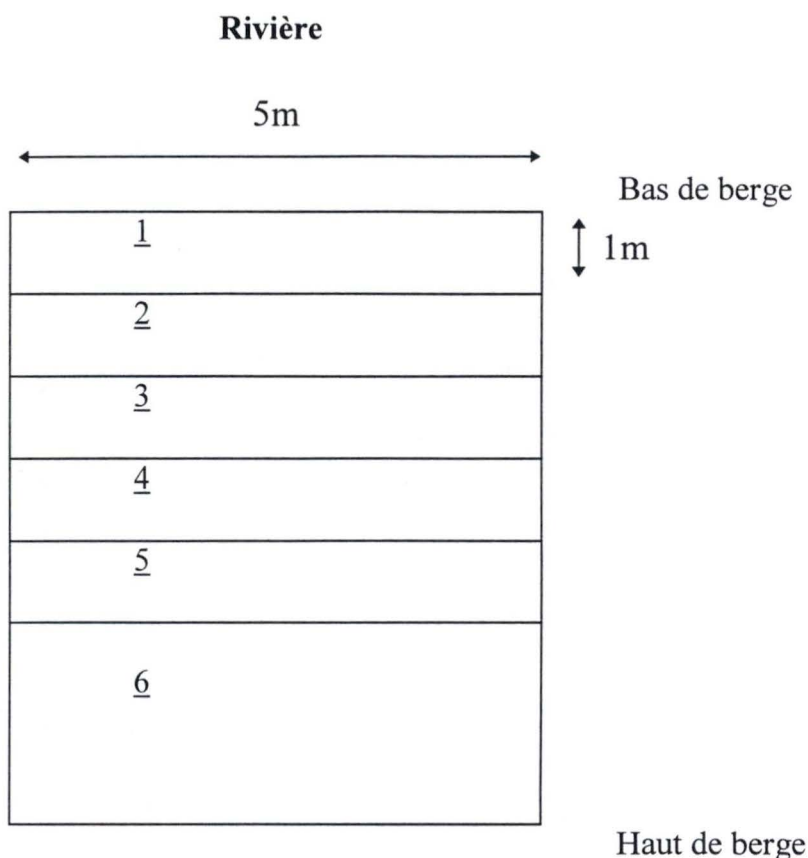
L'analyse des données recueillies devrait permettre une approche comparative de la végétation des stations étudiées et d'établir notamment la part des espèces spontanées par rapport à celle des espèces plantées ou semées lors de l'aménagement.

3.2.1. Méthode d'échantillonnage

Ces relevés de végétation sont basés sur le système de Braun-Blanquet (1932), faisant appel à des coefficients d'abondance-dominance des espèces recensées sur une surface donnée.

Dans notre cas, une parcelle d'étude a été délimitée aléatoirement dans chaque sous-secteur, en s'assurant toutefois d'une certaine homogénéité de la couverture végétale. Chaque parcelle, d'une largeur de 5 m (berge), a été divisée en un minimum de 5 quadrats de 1 m x 5 m. Les relevés phytosociologiques ont été effectués au sein de ces 5 quadrats, soit une surface totale étudiée de 25 mètres carrés. Notons que le quadrat 6 correspond au reste de la surface (variable) comprise depuis le quadrat 5 jusqu'au chemin ou au haut du

talus et qu'un relevé global y a aussi été effectué. La détermination des plantes a été menée sur base de la Nouvelle Flore de Belgique (Lambinon et al., 1992).



3.2.2. Rappel des coefficients utilisés

Chaque espèce recensée dans les quadrats se voit attribuer deux coefficients (Froment et *al.*, 1982; Verniers, 1993) : un coefficient d'abondance-dominance et un coefficient de sociabilité.

Le coefficient d'abondance-dominance reflète le recouvrement de l'espèce au sein de la station. Les valeurs sont réparties sur une échelle de six niveaux allant de plantes disséminées à plantes couvrant plus de 75 % de la surface. Le recouvrement total peut excéder les 100 % puisque plusieurs espèces peuvent se superposer dans l'espace.

- 5 : nombre d'individus quelconques, recouvrant plus de 75 % de la surface;
- 4 : nombre d'individus quelconques, recouvrant 50 à 75 % de la surface;
- 3 : nombre d'individus quelconques, recouvrant 25 à 50 % de la surface;
- 2 : individus peu nombreux, recouvrant au moins 5 % de la surface;
- 1 : individus peu nombreux, avec un degré de recouvrement très faible (entre 1 et 5 %);
- + : individus peu nombreux, avec un recouvrement insignifiant (moins de 1 %).

Le coefficient de sociabilité correspond à la répartition de l'espèce au sein de la station. Les valeurs sont réparties sur une échelle à cinq niveaux allant d'un peuplement pur (ou presque) à des individus isolés.

- 5 : la plante forme de grands peuplements recouvrant la plus grande partie de la surface;
 4 : la plante forme de grandes colonies;
 3 : la plante croît en petits peuplements serrés en forme de coussinets denses;
 2 : les tiges sont groupées, la plante croît en touffe;
 1 : la plante est présente dans l'aire étudiée par des tiges isolées.

<u>ABONDANCE</u>		<u>SOCIABILITE</u>	
5	> 75%	5	pur
4	75-50%	4	en tapis
3	50-25%	3	en tache
2	25-5%	2	en touffe
1	< 5%	1	isolé
+	rare		

Une mesure de la rareté a également été réalisée pour chaque taxons recensés. Pour déterminer celle-ci, nous avons utilisé la Nouvelle Flore de Belgique (Lambinon et al, 1992) dans laquelle chaque espèce est accompagnée d'indications relatives à sa distribution géographique et son abondance soit globale, soit par district phytogéographique. A ces indications d'abondance ou de rareté, on peut faire correspondre une échelle de 11 degrés :

CC	:	10	(très commun)
CC-C	:	9	(très commun à commun)
C	:	8	(commun)
C-AC	:	7	(commun à assez commun)
AC	:	6	(assez commun)
AC-AR	:	5	(assez commun à assez rare)
AR	:	4	(assez rare)
AR-R	:	3	(assez rare à rare)
R	:	2	(rare)
R-RR	:	1	(rare à très rare)
RR	:	0	(très rare)

Sur base de nos relevés, nous avons également établi la rareté spécifique moyenne (rsm) par parcelle, qui s'obtient en faisant la somme des degrés de rareté (dr) de chaque espèce (i) présente dans la surface standard de 25 m² (notre étude) et de la diviser par le nombre d'espèces (n) (Delvaux, 1993).

$$rsm = \frac{\sum_i^n dr_i}{n}$$

3.3. Relevés faunistiques

L'étude floristique a été complétée par une étude de la faune terrestre (insectes) et aquatique (macroinvertébrés et poissons). Ces divers relevés permettent de mettre en évidence la diversité faunistique par rapport à la végétation de la berge, au substrat du cours d'eau et au type d'habitat qu'offre l'aménagement.

3.3.1. Insectes

C'est durant les mois d'août et septembre 1996 que des insectes ont été observés et capturés, principalement par chasse-à-vue et fauchage, à Villers-sur-Lesse et à Furfooz. Ces captures, d'une durée moyenne d'une heure, ont été réalisées au niveau de la végétation de l'ensemble des zones aménagées, sans subdiviser ces dernières. La plupart des insectes ont été déterminés sur place mais certains n'ont pu l'être qu'en laboratoire (Fin d'une vie trop éphémère causée par un biologiste avide de connaissances).

Les identifications ont été menées sur le terrain à l'aide des ouvrages de Maibach (1989), Devriese (1993), Wynhoff et *al.* (1990) respectivement pour les Odonates, Orthoptères et Rhopalocères, et en laboratoire pour les autres groupes taxonomiques.

3.3.2. Macroinvertébrés

Une campagne d'échantillonnage s'est déroulée en septembre 1996, tant à Furfooz qu'à Villers-sur-Lesse. Deux méthodes, le troubleau et le surber, ont permis une approche de la faune des macroinvertébrés benthiques des stations étudiées.

Dans la méthode du troubleau, les prélèvements s'effectuent à l'aide d'un filet constitué d'un cadre métallique de 625 cm² de surface (25 cm de côté) sur lequel est fixé une poche de tissu (Haveneau) à maille de 1 mm. Ce filet est protégé par une épuisette métallique à maille de 1 cm placée devant. La technique consiste à déposer l'ensemble filet-épuisette sur le fond de la rivière, ouverture face au courant. L'opérateur, placé en amont des filets met les sédiments en suspension par le mouvement des pieds. Il fouille le substrat du fond et des berges, délogeant les organismes qui, entraînés par le courant, sont alors récoltés dans la poche du filet. La récolte est ensuite fixée au formol à 5% pour être triée et identifiée au laboratoire. Cette méthode d'échantillonnage permet d'obtenir des informations de type qualitatif.

Dans le cas du surber l'opérateur récolte, à la main, le substrat en suspension sur une surface délimitée par un cadre (0,20 m²) et cela pendant 3 à 5 minutes. Les organismes, entraînés par l'eau, seront également récoltés dans un filet Haveneau. Dans notre cas, deux surbers ont été effectués par station. Cette méthode nous fournit des informations de type semi-quantitatif.

Les différents prélèvements ont été effectués sur une longueur de rivière générale de 100 m. L'ensemble du cours d'eau ne nous intéressant pas dans le cadre de ce mémoire, les échantillons ont été prélevés uniquement le long de la berge sur une largeur de 2 à 3

mètres. Le but de cette méthode est d'obtenir une diversité faunistique la plus représentative possible du milieu étudié (Micha & Noiset, 1982).

Des données concernant deux autres stations témoins ont également été récoltées, suivant les mêmes méthodes et à la même époque. Ces stations, situées à Lessive (non loin de Villers-sur-esse), diffèrent par la morphologie de leur berge. Ainsi, en rive droite la première est représentée par une berge érodée, abrupte, ne possédant aucune végétation, et surmontée de prairies pâturées. La seconde berge, située en rive gauche, est de hauteur moindre et la végétation y est bien développée et stratifiée.

Pour l'ensemble des stations, un calcul de diversité spécifique a été réalisé. Ce dernier est basé sur l'indice de Shannon H (Legendre & Legendre, 1984) :

$$H = \sum p_i \log_2 p_i$$

p_i : proportion relative des individus du taxon i . $p_i = P_i / N$

P_i : Nombre d'individus du taxon i

3.3.3. Poissons

Le principe de la pêche électrique est basé sur une propriété particulière du courant électrique qui peut pénétrer dans l'organisme à travers la peau et exciter les cellules nerveuses sensibles ou motrices.

L'application de la pêche est simple : il suffit de créer un champ électrique dans la rivière à prospecter. Ce champ électrique est limité d'un côté par l'anode (anneau de cuivre muni d'un manche) et de l'autre par la cathode (treillis de cuivre placé à la masse en amont, au fond de l'eau). Ces deux électrodes sont reliées à un générateur portatif, de 1 kilowatt environ de puissance, par des câbles dont la longueur peut atteindre 300 m.

Dans les conditions les plus courantes, les poissons, pris dans le champ électrique, sont attirés par l'anode (pôle positif) puis ils s'immobilisent et peuvent être facilement capturés à l'aide d'une épuisette. Avec un courant continu de 1 ampère sous 220 volts, dans nos eaux de résistivité moyenne, le champ électrique efficace se limite à une sphère d'un diamètre de 2 mètres environ entourant les électrodes (Micha et Ruwet, 1970).

Dans le cadre de ce mémoire, les pêches ont été effectuées le 22/04/1997 et le 12/06/1997 tout le long des berges aménagées de Furfooz (sur 2 x 100m) et de Villers-sur-Lesse (sur 3 x 50 m). Comme dans le cas des macroinvertébrés, ces pêches se sont limitées à la zone de la berge c'est-à-dire sur une bande de quelques mètres (3 m maximum) avant la rupture de pente (il s'agit bien sûr d'une adaptation de la méthode au contexte de notre travail). Pour chaque pêche, le nombre de coups d'anode est noté, les poissons sont répertoriés au fur et à mesure de leur capture, l'endroit exacte de prise étant indiqué (on peut ainsi évaluer le nombre de poissons en fonction de la distance parcourue).

4. Résultats et Discussions



Figure 34 : Photo montrant l'érosion entre les blocs de pierres du premier sous-secteur à Furfooz (printemps 1997).



Figure 35 : Photo montrant la stabilité de la berge des sous-secteurs 3 et 4 à Furfooz (printemps 1997).

4. RESULTATS ET DISCUSSIONS

4.1. La morphologie des berges

4.1.1. Suivi des techniques d'aménagement

Le suivi des diverses techniques d'aménagement a été essentiellement réalisé durant les mois de février à juin 1997. Les observations qui en découlent et les modifications qu'une berge aurait pu subir sont donc essentiellement lié à la montée du niveau d'eau recouvrant la majorité des aménagements. Cependant, il faut noter que ces crues sont loin d'être les plus importantes, et la force érosive du courant était nettement plus forte lors de crues précédentes (1993-1995).

4.1.1.1. Suivi de la berge aménagée à Furfooz

Premier sous-secteur

Au niveau du premier sous-secteur, nous avons pu remarquer une faible modification au bas de la berge. En effet, les joints entre les blocs de pierres avait permis d'y implanter des boutures de saule, avec l'espoir d'une reprise. Or, à la suite des crues, la terre qui s'y trouvait, avait disparu, emportée par le courant. On observe donc une faible érosion entre ces pierres qui se superposent. En ce qui concerne le haut de la berge, aucune modification de sa morphologie ne fut observée (Figure 34).

Un suivi, en juin 1997, a permis d'observer une bonne reprise de la végétation aussi bien au pied des enrochements qu'en haut de l'aménagement. Dans ce sous-secteur, les plantations d'aulnes du bas de berge (devant les saules) semblent avoir bien donné malgré une période prolongée dans l'eau.

Deuxième sous-secteur

Au niveau du deuxième sous-secteur, les suivis ont permis de mettre en évidence, après la baisse des eaux, un faible dépôt de matières fines derrière et entre les blocs de pierre. Hormis ce détail, aucune modification particulière de la morphologie de la berge n'a été notée.

Du point de vue plantations, les iris qui ont été installés en bas de berge, entre les pierres, se sont très bien développés. Il en est de même pour les deux rangées d'aulnes plantées en arrière des pierres.

Le talus, quant à lui, n'a pas subi de modification importante. Les espèces ligneuses et herbacées reprennent bien.



Figure 36 : Photo représentant le deuxième sous-secteur de Villers-sur-Lesse lors des crues (1997).



Figure 38 : Photo représentant les branches accumulées au niveau du troisième sous-secteur lors des crues.

Troisième et quatrième sous-secteurs

Aucune évolution au niveau de la morphologie de la berge ne fut observée. Ce simple retalutage de la berge anciennement érodée semble ne pas avoir subi de modifications, ni en bas de berge, ni dans le haut, et que ce soit dans le sens d'une érosion ou d'une stabilisation (Figure 35).

Au niveau de la végétation, le troisième sous-secteur est envahi par des ronces et des chardons au niveau du talus ainsi que par des orties en bas de berge. Une simple frange de *Phalaris arundinacea* s'observe le long de l'eau.

Dans le quatrième sous-secteur, la végétation ligneuse a bien repris, mais quelques rejets de peuplier persistent, malgré le recépage régulier. La végétation semi-aquatique est très pauvre, voire nulle.

4.1.1.2. Suivi de la berge aménagée de Villers-sur-Lesse

Premier sous-secteur

Dans le cas de ce sous-secteur, aucune évolution n'a été notée, à part quelques petites brindilles accumulées au pied de berge (sans grande implication). Le haut comme le bas de berge ne semblent pas avoir été modifiés morphologiquement par la force du courant lors de la période de hauts débits.

En ce qui concerne les végétations ligneuse et herbacée, on a pu noter, en général, une bonne reprise (Figure 31) :

- Le pied de la berge est toujours plus pauvre en espèces herbacées que le reste du talus. Cependant, ces espèces se développent quand même bien.
- Dans la zone à pente nulle, là où la terre de curage a été utilisée pour recouvrir l'ensemble, un fauchage a été réalisé en juin 1997. Le sol y est assez sec et de nombreux galets sont toujours présent.
- Dans la dernière partie, on observe un envahissement par des ortie, du liseron, des chardons, des bardanes.

Deuxième sous-secteur

Dans le cas de l'aménagement du deuxième sous-secteur, on a pu observer une évolution progressive en bas de berge. En effet lors des crues, pratiquement tous les rejets de saules provenant de la fascine (hauteur de 100-150 cm), ainsi que les aulnes plantés à leur suite furent immergés. Un important dépôt de matières fines (20-30 cm), recouvrant l'ensemble du fascinage, fut remarqué après la baisse du niveau d'eau. Ainsi, juste avant la reprise de la végétation, on pouvait remarquer ce dépôt de terre au-dessus des branches de saules formant la fascine. Il serait donc intéressant de continuer le suivi, entre autre, pour observer la végétation qui va se développer au dessus de ce dépôt. On peut ajouter que les plantations ligneuses et herbacées ont dans l'ensemble bien repris, et que le géotextile est toujours bien dissimulé par la couche de terre et la végétation (Figures 36 et 37)



Figure 37 : Photo représentant le dépôt de matière fine, après les crues, au niveau du fascinage à Villers-sur-Lesse

Troisième sous-secteur

Dans le cas du troisième sous-secteur, on a pu remarquer une évolution aussi bien sur le bas du talus qu'au niveau des épis.

En général les épis donnaient bien avant les crues (hauteur 50-80 cm). On pouvait observer des branches de saules qui atteignaient une hauteur moyenne de 1,5-2 mètres. Lors des crues ces épis étaient entièrement recouverts par l'eau. On pouvait ainsi voir le haut des branches qui freinaient le courant (des tourbillons étaient observés juste au bout des épis). Malheureusement cette technique permettait non seulement de piéger les sédiments, mais également de retenir toutes les saletés qui étaient emportées par le cours d'eau. Juste au niveau du quadrat délimité dans ce sous-secteur, on a pu noter une plage de dépôts importants de grosses branches (Figure 38).

Actuellement (mai-juin 97), ces épis semblent ne pas avoir tenu le coup; les rejets ne donnent plus. De plus la partie basse du talus est dépourvue de végétation, on n'observe plus qu'une fine couche de terre recouvrant le géotextile, visible de temps à autres. Dans cette partie les espèces ligneuses, essentiellement des aulnes, ont survécu aux périodes d'inondations, mais elles ne semblent pas être dans un très bon état. Il faudrait poursuivre le suivi pour voir ce qu'elles donneront par la suite.

La partie haute du talus n'a pas subi de modification que ce soit au niveau de sa morphologie ou au niveau de la végétation.

4.1.2. Discussion du suivi des techniques d'aménagement

En général, les suivis réalisés aux niveaux des différentes berges aménagées n'ont pas permis de noter de grande modification. Si une modification de type érosive par exemple a été notée, elle doit normalement être liée à une montée du niveau de l'eau lors des mois de janvier et février. Mais de nombreux autres facteurs interviennent également : situation de la berge dans un méandre ou dans un tronçon rectiligne, présence ou non de végétation, de bétail, type d'aménagement. Il faut donc prendre chaque cas à part et essayer de tenir compte des divers facteurs qui auraient pu intervenir. Cependant, il n'est pas toujours aisé de savoir pourquoi une modification au niveau de la berge fut oui ou non notée. On peut, par contre, deviner ce qui pourrait se passer si l'évolution continue dans le même sens que celui observé.

4.1.2.1. La berge aménagée à Furfooz

Premier sous-secteur

D'après les observations faites pour le premier sous-secteur, on peut se rendre compte qu'un risque de voir les blocs de pierres être contournés par l'eau est possible au fil des années. D'autant plus que les pierres contrairement à la végétation, n'ont pas un ancrage dans le sol, elles sont simplement déposées dessus et c'est le poids de ces dernières qui assure le maintien sur place. De plus, ces pierres ne pourront pas assurer une stabilisation croissante avec le temps au contraire de la végétation.

Maintenant, un suivi sur une période plus longue permettra de dire si les boutures qui furent placées entre les pierres pourront permettre une reprise suffisante pour empêcher l'érosion.

Deuxième sous-secteur

Dans le cas du deuxième sous-secteur, le courant semble avoir été ralenti le long de la berge permettant ainsi le dépôt de sédiments. Ces zones de calme peuvent être intéressantes pour la végétation et la faune aquatique. Pourtant un suivi est être nécessaire car des courants en sens inverse entre ces blocs pourraient par la suite provoquer une érosion régressive.

Pour le talus, la pente assez douce est très intéressante, car elle permet aux eaux de s'étendre sur une largeur importante et donc de diminuer sa force érosive.

La végétation herbacée semble avoir joué son rôle de stabilisation du sol en attendant que les ligneux puissent à leur tour consolider la berge. Le suivi devra se poursuivre si on veut connaître les avantages et désavantages de ce type d'aménagement.

Troisième et quatrième sous-secteurs

Dans les derniers aménagements, la berge semble ne pas avoir subi de modifications. Un simple talus de pente de type 6/4 avec de la végétation herbacée serait donc suffisant pour éviter l'effet érosif du courant sur la berge. Mais il ne faut pas oublier que ces sous-secteurs sont situés sur un tronçon rectiligne et que les observations pourraient être tout à fait différentes si on se trouvait au centre même d'un méandre.

Si les observations peuvent être poursuivies, il serait intéressant de noter l'évolution de ces deux berges pour voir, dans ce cas, si les ligneux sont indispensables ou non à la stabilisation de l'ensemble.

Ensemble des sous-secteurs

D'après les observations faites aux niveaux des différents sous-secteurs de Furfooz, on se rend compte qu'un risque d'érosion au niveau des zones aménagées, avec des enrochements, est possible. La première envie est donc de se demander pourquoi utiliser des enrochements sur une partie du secteur.

Il faut savoir que Furfooz fut un premier essai de techniques douces exécuté par le S.C.E.N.N. sur la Lesse. De plus cette technique semble avoir été choisie judicieusement. Les enrochements sont bien intégrés dans ce paysage, ce qui n'aurait pas été le cas à Villers-sur-Lesse. Et d'autres techniques végétales sur toute la longueur du tronçon telles que les caissons végétalisés similaires au niveau de la stabilisation ou encore le tapis végétal, auraient rapidement bloqué la vue sur le cours d'eau. Alors que ces enrochements suivis d'une végétalisation de la berge semblaient intégrer les différents paramètres : stabilisation, paysage, végétalisation.

Maintenant, les aménagements réalisés au niveau des sous-secteur 3 et 4 intègrent également ces trois paramètres. Mais ce type d'aménagement, à l'aide de matière vivante assure une stabilisation croissante alors que les enrochements, quant à eux, sont inertes. Un suivi sur plusieurs années pourrait permettre de confirmer l'efficacité réelle de ces plantations comme éléments de stabilisation des berges. Par contre, les enrochements, ne pouvant pas développer de système racinaire, ne pourront pas assurer une stabilisation croissante de cette berge.

4.1.2.2. La berge aménagée à Villers-sur-Lesse

Une évolution fut essentiellement remarquée pour les aménagements qui ont été exécutés à Villers-sur-Lesse lors du printemps 1996.

Premier sous-secteur

Le talus, n'ayant pas subi de modifications, aurait pu être protégé par les saules qui se trouvent en bas de la berge. Pourtant aucune sédimentation ne fut notée. L'accumulation de branchettes pourrait simplement être expliquée par la situation de ce sous-secteur au niveau de la rive convexe, à la fin d'une courbe.

Le peu d'évolution de cette berge pourrait donc être essentiellement expliqué par sa situation par rapport au méandre du cours d'eau. Mais également par les saules et la végétation herbacée du talus.

Deuxième sous-secteur

D'après les observations faites, on peut déduire un ralentissement du courant au niveau de l'aménagement permettant ainsi aux matières fines de se déposer. Ceci serait dû aux rejets de saules ayant repris à partir de la fascine et des saules ayant été plantés juste en arrière de celle-ci.

La stabilisation du talus pourrait, en plus du géotextile et des semences, être expliquée par ces arbustes ayant une tige plus ou moins souple pouvant ainsi se pencher vers le talus en freinant la force du courant.

Troisième sous-secteur

Si les épis n'ont pas repris, plusieurs raisons sont à mettre en cause. Premièrement, les rats musqués, présents à Villers-sur-Lesse, se sont nourris des jeunes rejets de saules qui poussaient à partir des branches utilisées dans la construction des épis.

Deuxièmement, une raison plus valable serait que ces épis furent construits à partir de branches entremêlées, comme un fagot qui fut placé en travers du cours d'eau. L'ensemble étant rattaché à la berge par des piquets et des fils de fer. Les saules ont besoin de beaucoup d'eau pour survivre, mais également de contact avec la terre. Dans ce cas, les branches furent couchées en surface, elles auraient dû être enfoncées en profondeur dans le sol.

Malgré tout, ces épis ont permis de ralentir le courant entre eux, permettant ainsi l'accumulation de branches et malheureusement de papier et autres saletés emportés par les crues.

Pour ce qui concerne le talus, aucune sédimentation ne fut observée. Or, en bas de la berge une rangée d'aulnes a été plantée. Comparés aux saules, les jeunes aulnes n'ont qu'une tige droite assez fragile alors que les saules donnent rapidement une touffe épaisse de branches partant dans tous les sens. Ceci peut être confirmé par l'accumulation de grosses branches sur la berge; les saules les auraient normalement bloqués.

Mais cette accumulation des branches de tailles importantes sur une petite partie de la berge serait également due à la situation du sous-secteur étudié. C'est-à-dire juste au niveau de la rive concave de la courbe, là où la force du courant est normalement plus forte et serait également due à un petit aplatissement de la berge avant d'avoir réellement le talus 6/4.

Ensemble des sous-secteurs

Le suivi réalisé au niveau du secteur aménagé à Villers-sur-Lesse permet de noter de nombreuses modifications, aussi bien dans le sens d'une stabilisation que d'une érosion. Ces modifications de la berge, plus importantes à Villers-sur-Lesse qu'à Furfooz, peuvent être liées à la situation des travaux dans un méandre; mais d'autres facteurs peuvent également jouer un rôle important pour l'évolution de la berge. Le type d'aménagement effectué en est un. Le choix de ce dernier fait intervenir de nombreuses disciplines, et des études de la berge érodée doivent être réalisées auparavant. Chaque berge à aménager devient un cas particulier, étudié sous tous ces angles. On peut ainsi remarquer que le type d'aménagement joue un rôle primordiale dans la protection de ces berges. Une technique mal choisie, réalisée à une mauvaise période ou encore par des personnes incompetentes peut entraîner des dégâts importants et une perte économique énorme.

Mais des facteurs indépendants de nos connaissances peuvent également jouer en faveur ou en défaveur de la stabilisation des berges. En effet, cette année, le niveau d'eau ne fut pas très important par rapport aux crues de 1993 et 1995 que ce soit au niveau durée ou au niveau force érosive. Nous ne pouvons pas prédire les conséquences d'une nouvelle crue de ce type. Cependant, il faut espérer que la berge aménagée aura eu le temps de se stabiliser bien avant une forte crue. Il faut espérer que l'ensemble des travaux, de la végétation semée et plantée aura eu le temps de se développer.

4.2. Suivi floristique

4.2.1. Analyse des résultats

La liste de relevés botaniques qui furent réalisés sur le terrain a été synthétisée dans divers tableaux :

- les Annexes 4 et 5 indiquent la présence ou l'absence d'une plante dans un quadrat et donc dans un sous-secteur et un secteur;

Tableau 14 : Tableau d'abondance et sociabilité des plantes observées, sur une surface de 25 m², pour les divers sous-secteurs de Furfooz (août-septembre 1996).

	rareté	I	II	III	IV
Phragmitetea Phragmitetalia					
<i>Iris pseudacorus</i>	5	+1	+2		+1
<i>Lycopus europaeus</i>	6		+1	+1	
Phragmition					
<i>Rorippa amphibia</i>	3				+1
Sparganio-Glycerion fluitantis					
<i>Apium nodiflorum</i>	7				+1
<i>Veronica beccabunga</i>	7		+1		
Magnocaricion (Phalaridion)					
<i>Phalaris arundinacea</i>	6	1.3	2.3	2.3	2.3
Scheuchzerio-Caricetea nigrae Scheuchzerietalia					
<i>Agrostis canina</i>	2	1.3	1.2	1.1	1.1
Bidentetea Bidentetalia tripartitae					
<i>Bidens tripartita</i>	5	+1			
Bidention tripartitae					
<i>Polygonum hydropiper</i>	6	+1	1.1	1.1	+1
chenopodion					
<i>Atriplex prostrata</i>	5	+1	+1	+1	+1
<i>Polygonum lapathifolium</i>	7		+1		
Chenopodietea					
<i>Aethusa cynapium</i>	8	+1			+1
<i>Chenopodium polyspermum</i> var. <i>acutifolium</i>	5			+1	
<i>Linaria vulgaris</i>	7	+3			
<i>Matricaria maritima</i> subsp. <i>inodora</i>	6		+1	1.3	+1
<i>Stellaria media</i>	10	+1	+3		
Sisymbrietalia Sisymbrium					
<i>Symphytum officinale</i>	9	1.2	+2	+1	+2
Onopordetalia Dauco-Melilotion					
<i>Melilotus officinalis</i>	7	+1			
<i>Tanacetum vulgare</i>	7	+1			
Polygono-Chenopodietalia					
<i>Chenopodium polyspermum</i>	5	+1			
<i>Sonchus asper</i>	8	+1			
Artemisietea					
<i>Cirsium arvense</i>	7			1.1	+1
<i>Galeopsis tetrahit</i>	8	+1	+1	1.2	+1
Artimisietalia					
<i>Artemisia vulgaris</i>	7	1.2	1.3		+1
<i>Rumex obtusifolius</i>	6		+2		
<i>Urtica dioica</i>	8	1.1	+1	2.3	+3
Arction					
<i>Arctium minus</i>	7	+1	+1		
Calystegio-Alliaritelia					
<i>Calystegia sepium</i>	7	1.1	1.1	1.1	+2
<i>Galium aparine</i>	9	+1	1.2	1.3	
Calystegion					
<i>Myosoton aquaticum</i>	7	1.3	1.3	1.2	1.3
Geo-Alliarion					
<i>Alliaria petiolata</i>	8	+1		+1	+1
<i>Silene dioica</i>	7				+1
Aegopodion					
<i>Dipsacus pilosus</i>	5		+1	+1	
<i>Eupatorium cannabinum</i>	7			+1	+1
Plantaginetea					

<i>Myosoton aquaticum</i>	7	2.3	+1	+1
Geo-Alliarion				
<i>Alliaria petiolata</i>	8	+1	+1	
<i>Silene dioica</i>	7	+1		
Plantaginetea				
<i>Plantago major</i>	10	1.1	+1	+1
<i>Poa annua</i>	10	+1	1.2	2.2
Agrostietalia stoloniferae				
<i>Rumex crispus</i>	8			+1
Molinio-Arrhenatheretea				
<i>Dactylis glomerata</i>	9	+2	+2	+2
<i>Festuca pratensis</i>	7			+2
<i>Holcus lanatus</i>	9	+1	+2	+1
<i>Poa trivialis</i>	10		+1	
<i>Trifolium dubium</i>	7	+1		
<i>Vicia cracca</i>	8	+1		
Molinetalia				
<i>Juncus effusus</i>	7		+2	
Filipendulion				
<i>Lythrum salicaria</i>	7		+1	
<i>Stachys palustris</i>	6	+1		
Calthion				
<i>Lotus pendunculatus</i>	7		+1	1.1
Arrhenatheretalia				
<i>Achillea millefolium</i>	8		+2	1.1
<i>Plantago lanceolata</i>	10		+1	+1
<i>Ranunculus repens</i>	8	+1	+1	+1
<i>Trifolium pratense</i>	8	+1		
Arrhenatherion				
<i>Galium mollugo</i>	8	+1		
Cynosurion				
<i>Lolium perenne</i>	10		+1	2.2
<i>Phleum pratense</i>	9	+1	1.1	1.2
<i>Trifolium repens</i>	10	+1	1.2	3.3
Epilobietea angustifolii Atropetalia				
<i>Epilobium angustifolium</i>	7		+1	
Quercu-Fagetea				
<i>Barbarea vulgaris</i>	5	1.1		
Fagetalia				
<i>Festuca gigantea</i>	6		+1	
<i>Glechoma hederacea</i>	8	+1		
<i>Scrophularia cf nodosa</i>	7	+1		
<i>Stachys sylvatica</i>	8	+1		
Non classé				
<i>Carduus crispus</i>	7	+1	+2	+1
<i>Fallopia convolvulus</i>		+1		
<i>Polygonum aviculare</i>	8	+1		+1
<i>Scrophularia cf auriculata</i>	5		+1	
nombre de taxa		53	41	30
Rarete spécifique moyenne		7	7	8
Légende				
I : Premier sous-secteur				
II : Deuxième sous-secteur				
III : Troisième sous-secteur				

Tableau 15 : Tableau d'abondance et sociabilité des plantes observées, sur une surface de 25 m², pour les divers sous-secteurs de Villers-sur-Lesse (août-septembre 1996).

	Raret	I	II	III
Phragmitetea Phragmitetalia				
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	5		+1	
<i>Lycopus europaeus</i>	5	+1	+1	
Sparganio-Glycerion fluitantis				
<i>Epilobium roseum</i>	5	+1	+1	
<i>Scrophularia umbrosa</i>	1	+1		
<i>Veronica beccabunga</i>	7	+1		
Magnocaricion (Phalaridion)				
<i>Phalaris arundinacea</i>	6	1.2		+1
Scheuchzerio-Caricetea nigrae Scheuchzerietalia				
<i>Agrostis canina</i>	2	+1		
Bidentetea Bidentetalia tripartitae				
<i>Bidens tripartita</i>	5	+1		+1
Bidention tripartitae				
<i>Polygonum hydropiper</i>	6	2.1	3.3	1.1
<i>Rorippa palustris</i>	5	+1		
Chenopodion				
<i>Atriplex prostrata</i>	5	+1	+1	
<i>Polygonum lapathifolium</i>	7	2.2	+1	1.1
Chenopodietea				
<i>Aethusa cynapium</i>	8	+1		
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	9	+1	+1	1.1
<i>Chenopodium album</i>	8	1.2	1.1	1.1
<i>Equisetum arvense</i>	7	+1	2.3	
<i>Linaria vulgaris</i>	7	+1		
<i>Matricaria maritima subsp. inodora</i>	6	+2	1.2	1.1
<i>Senecio vulgaris</i>	8			+1
<i>Solanum nigrum</i>	6	+1	+1	+1
<i>Stellaria media</i>	10	+1	+1	+1
Sisymbrietalia Sisymbriion				
<i>Sisymbrium officinale</i>	9	+1		+1
<i>Symphytum officinale</i>	8	+1		
Onopordetalia				
<i>Cirsium vulgare</i>	6		+1	
Dauco-Melilotion				
<i>Tanacetum vulgare</i>	7	+1	+1	
Polygono-Chenopodietalia				
<i>Atriplex patula</i>	8		+1	
<i>Chenopodium polyspermum</i>	5	1.1	+1	+1
<i>Galinsoga ciliata</i>	2	+1		
<i>Polygonum persicaria</i>	8	+1		
<i>Sonchus asper</i>	8	+1	+1	+1
Artemisietetea				
<i>Cirsium arvense</i>	7	+1	+1	
Artimisietalia				
<i>Artemisia vulgaris</i>	7	2.1	+1	+1
<i>Rumex obtusifolius</i>	6	+1		
<i>Urtica dioica</i>	8	+1	+1	
Calystegio-Alliaritelia				
<i>Aegopodium podagraria</i>	8		+1	
<i>Calystegia sepium</i>	7	1.1		
<i>Lapsana communis</i>	7	+1		
Calystegion				

- les tableaux 14 et 15 indiquent l'abondance et la sociabilité d'une plante dans un sous-secteur (25 m²).

Sachant que les plantes ont tendance à se rassembler selon leurs affinités écologiques pour former des communautés végétales qui sont en équilibre avec les facteurs du milieu, chaque plante a été classée, dans les tableaux, suivant son appartenance phytosociologique, c'est-à-dire suivant, la classe, l'ordre, l'alliance à laquelle elle appartient (Ellenberg, 1988; Oberdorfer, 1983). La phytosociologie est la science qui a pour objectif l'étude des groupements végétaux sous tous leurs aspects : leur formation, leur structure, leur composition et leur évolution. La connaissance de ces groupements permet notamment de fournir les informations nécessaires à la restauration ou à la reconstitution d'un site altéré.

Les groupes phytosociologiques observés sont présentés en annexe 6, mais les principaux sont repris ci-dessous :

Phragmitetea : Végétation herbacée, semi-aquatique, des bords des eaux, roselières

Bidentitalia tripartitae : Végétation naturelle des vases exondées riches en nitrates

Chenopodietea : Végétation messicole, culturale, nitrophile-rudérale. Végétation commensale des cultures sarclées; espèces annuelles.

Artemisietea : espèces nitrophiles des endroits plus ou moins frais formés d'espèces vivaces et hautes.

Plantaginetea : Groupements nitrophiles, eutrophes, des pelouses piétinées et des pelouses inondables.

Molinio-Arrhenatheretea : Végétation des prairies moyennement sèches ou humides. Cette végétation occupe les larges vallées alluvionnaires et y constitue les prairies fauchées.

Molinetalia : Végétation des prairies non amendées, souvent fauchées, à niveau phréatique élevé, du moins en hiver et au printemps, apparaissant souvent sur un substrat tourbeux.

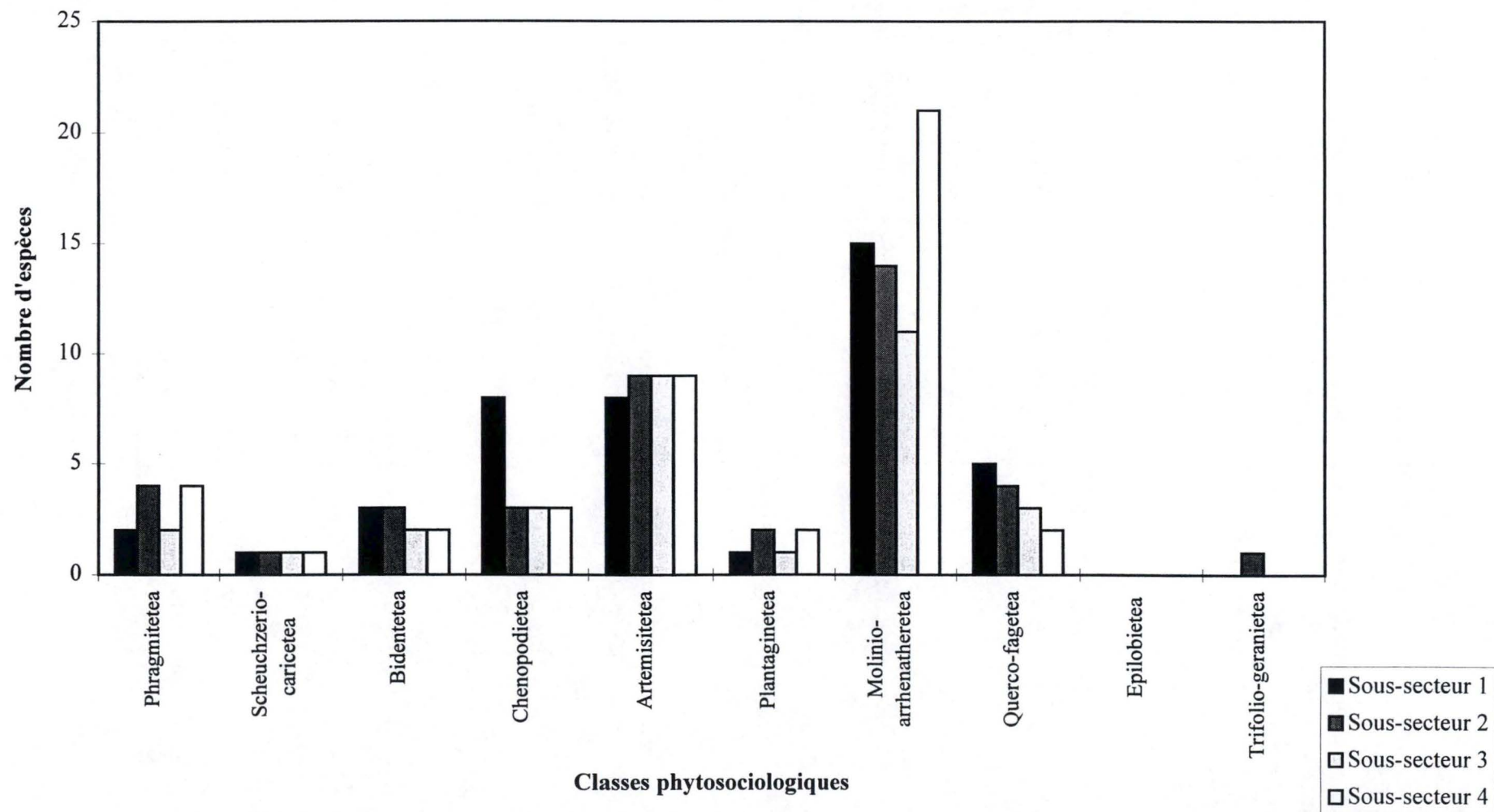
Arrhenatheretalia : végétation semi-naturelle des prairies fauchées ou pâturées, régulièrement entretenues, amendées et fumées.

Des graphiques de diversité spécifique des groupes phytosociologiques pour chaque sous-secteur et secteur ont été réalisés à partir des tableaux phytosociologiques.

4.2.1.1. Comparaison entre les sous-secteurs de Furfooz

Le secteur de Furfooz fut subdivisé, suivant les différents types d'aménagement effectués, en quatre sous-secteurs. C'est pour chacun de ces sous-secteurs que la végétation fut analysée. De manière générale, les trois groupes les plus diversifiés sont les *Molinio-Arrhenatheretea*, l'*Artemisietea* et les *Chenopodietea*. Les autres groupes ont un nombre d'espèces moindre (Figure 39).

Figure 39 : Diversité spécifique des classes phytosociologiques pour les sous-secteurs de Furfooz.



Molinio-Arrhenatheretea

Le nombre d'espèces appartenant à la classe des *Molinio-Arrhenatheretea* est plus élevé dans le quatrième sous-secteur (21 espèces) suivi des sous-secteurs 1 (15 espèces), 2 (14 espèces) et 3 (11 espèces) (Figure 39).

* Pour l'ordre des *Molinetalia* : Les espèces les plus abondantes sont *Filipendula ulmaria*, *Stachys palustris* et *Lolium perenne*. Cependant, cette abondance varie selon les sous-secteurs. En effet, *Filipendula ulmaria* a un coefficient d'abondance de 2 (Tableau 14) et ce uniquement dans le troisième sous-secteur, *Stachys palustris*, dans le premier sous-secteur possède un coefficient d'abondance de 2 et *Lolium perenne* a un recouvrement de 5 à 25 % à la fois dans le deuxième et le premier sous-secteur. Dans les autres sous-secteurs, ces trois espèces sont soit absentes, soit faiblement représentées (recouvrement inférieur à 5 %).

En se référant à l'Annexe 4, nous constatons que ces trois espèces, lorsqu'elles abondent, se localisent à des endroits différents sur la berge. Dans le troisième sous-secteur, *Filipendula ulmaria* sera présent uniquement dans le troisième quadrat, *Stachys palustris* se localise préférentiellement sur les 2 / 3 supérieurs de la berge dans le premier sous-secteur et *Lolium perenne* se trouve aussi bien sur le bas de la berge que sur le haut.

De manière générale, les espèces sont communes à assez communes si ce n'est pour *Achillea ptarmica* et *Stachys palustris* qui sont respectivement assez communes à assez rares et communes à assez rares.

* Dans l'ordre des *Arrhenatheretalia*, l'*Achillea millefolium* ainsi que *Phleum pratense* abondent dans le deuxième sous-secteur. Par contre, le *Lolium perenne* est abondant dans les sous-secteurs 1 et 2 (Tableau 14). Le *Plantago lanceolata*, quant à lui, a un coefficient qui varie entre 2 et 3 dans chaque sous-secteur.

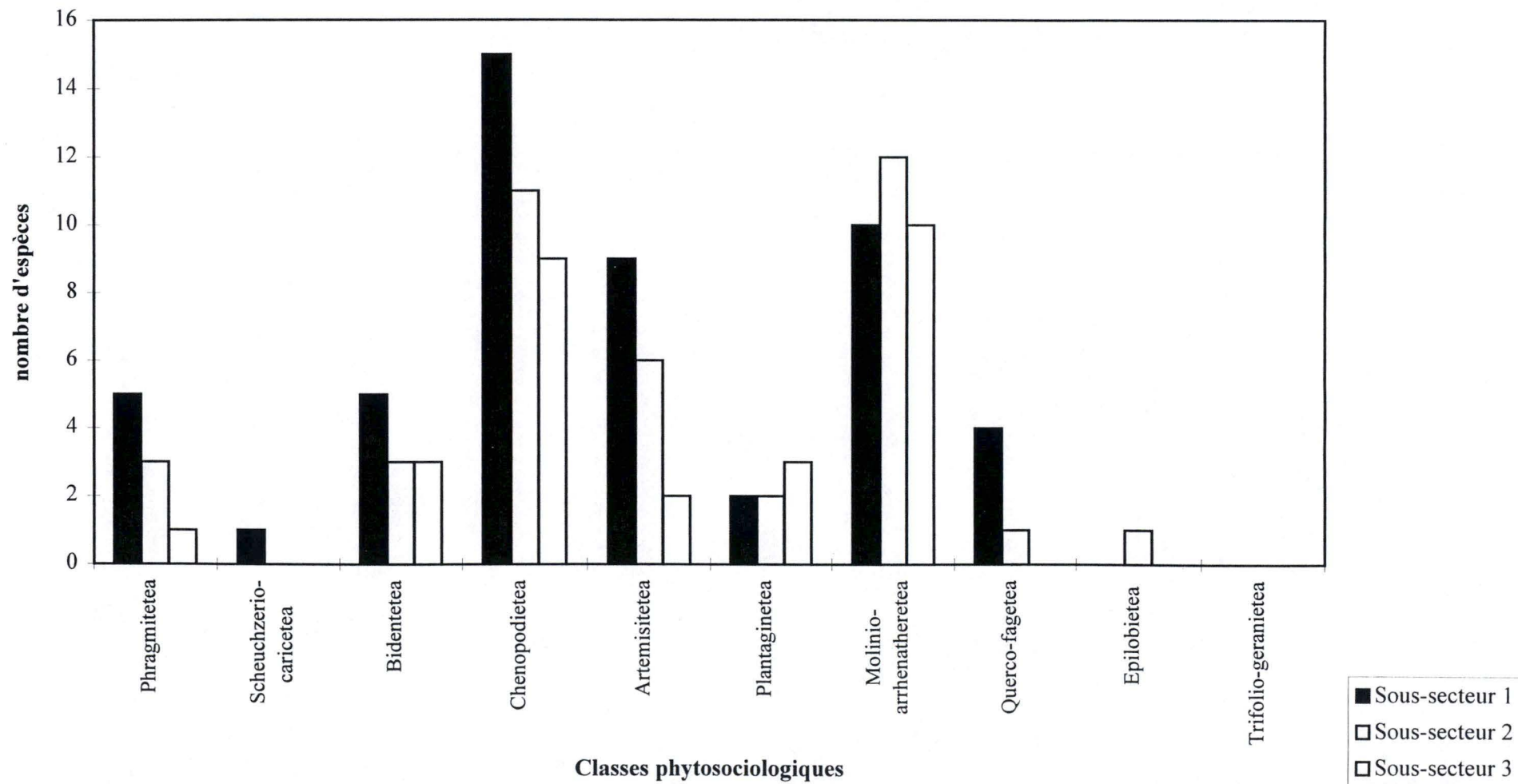
*On peut également noter une abondance plus élevée du *Dactylis glomerata* dans les sous-secteurs 1 et 2 (Tableau 14).

Artemisietea

Le nombre d'espèces appartenant à la classe des *Artemisietea* est semblable dans les 4 sous-secteurs, à savoir 8 à 9 espèces (Figure 39). Le tableau 14 nous montre que le troisième sous-secteur est le plus recouvert par ces espèces. Les espèces les plus abondantes et les plus fréquentes sont l'*Urtica dioica*, *Calystegia sepium*, deux espèces nitrophile, et *Myosoton aquaticum*. Les espèces sont observées sur toute la hauteur de la berge, sans avoir une position apparemment préférentielle (Annexe 4).

Les espèces présentes sont communes à assez communes pour cette région à part *Dipsacus pilosus* qui est une espèce assez commune à assez rare, présente dans le haut du talus des sous-secteurs 2 et 3 (voir Annexe 4).

Figure 40 : Diversité spécifique des classes phytosociologiques pour les sous-secteurs de Villers-sur-Lesse.



Chenopodietea

Le nombre d'espèces appartenant à la classe des *Chenopodietea* varie de 8 pour le premier sous-secteur à 4 pour chacun des autres sous-secteurs (Figure 39). Toutes ces espèces sont faiblement représentées, c'est-à-dire, qu'individuellement elles ont un recouvrement inférieur à 5% par sous-secteur (Tableau 14).

De manière générale, les espèces sont très communes à assez communes si ce n'est *Chenopodium polyspermum* et *Chenopodium polyspermum* var. *acutifolium* qui sont communs à assez communs (Annexe 4).

Phragmitetea

Le nombre d'espèces appartenant à la classe des *Phragmitetea* est relativement faible : 4 espèces pour les sous-secteurs 2 et 4 et 2 espèces pour les sous-secteurs 1 et 3 (Figure 39).

L'Iris pseudacorus bien que peu abondant est présent dans le troisième sous-secteur. Par contre le *Phalaris arundinacea* est de loin l'espèce la plus abondante (recouvrement de 5 à 25 %) et la plus fréquente (Tableau 14). Les autres espèces ne sont présentes que par un seul individu dans les sous-secteurs où elles sont répertoriées.

Remarquons la présence de *Mentha arvensis*, qui est rare, dans les sous-secteurs 2, 3 et 4 et *Elymus repens* dans le haut de la berge des sous-secteurs 2 et 4 (Annexe 4).

4.2.1.2. Comparaison entre les sous-secteurs de Villers-sur-Lesse

Le secteur de Villers-sur-Lesse aménagé au printemps 1996 par des techniques douces fut subdivisé en trois sous-secteurs. Ces sous-secteurs, différents par le type d'aménagement, sont comparés au niveau de la végétation.

La figure 40 permet de mettre en évidence, pour chaque sous-secteur de Villers-sur-Lesse, les groupes phytosociologiques les plus diversifiés.

Dans le cas du premier sous-secteur, le nombre d'espèces est plus élevé dans la classe des *Chenopodietea* (15 espèces). Cette classe est suivie par celle des *Molinio-Arrhenatheretea* et des *Artemisistetea* pour lesquelles le nombre d'espèces est respectivement de 10 et 9 espèces. On peut donc dire que ces deux derniers groupes, au point de vue de la diversité, sont similaires.

En ce qui concerne le deuxième sous-secteur, c'est le groupe des *Molinio-Arrhenatheretea* qui est le plus diversifié. Ce dernier est représenté par un nombre d'espèces de 12 alors que le nombre d'espèces appartenant à la classe des *Chenopodietea* est de 9. On peut également noter un nombre de 6 espèces pour les *Artemisistetea*.

Comme dans le cas du deuxième sous-secteur, le troisième sous-secteur présente une diversité plus élevée des *Molinio-Arrhenatheretea*. Cette classe représentée par 10 espèces et suivie par les *Chenopodietea* qui sont, quant à eux, représentés par un nombre d'espèces égal à 9.

Molinio-Arrhenatheretea

Le nombre d'espèces appartenant à la classe des *Molinio-Arrhenatheretea* est plus ou moins semblable entre les différents sous-secteurs.

Cependant, il est intéressant de noter que, malgré la présence d'une dizaine d'espèces dans le premier sous-secteur, des espèces ensemencées sont absentes dans ce dernier alors qu'elles sont bien présentes dans les sous-secteurs 2 et 3 (Tableaux 4 et 15). C'est le cas de *Lolium perenne*, *Plantago lanceolata*, *Achillea millefolium* et *Lotus pendunculatus*.

On peut également noter, dans chaque sous-secteur, une abondance, en général, assez faible d'espèces ayant été semées lors de la verduration des berges. Le troisième sous-secteur fait exception pour deux espèces. En effet, on note un coefficient d'abondance de 2 pour *Lolium perenne* et un coefficient d'abondance de 3 pour le *Trifolium repens* (Tableau 15).

Chenopodietea

Le nombre d'espèces appartenant à la classe des *Chenopodietea* est élevé pour chaque sous-secteur (Figure 40). Cependant, l'abondance de ces espèces est assez faible dans chaque sous-secteur (inférieure à 5 %). La seule exception est une abondance de 2 (c'est-à-dire un recouvrement entre 5 et 25 %), dans le deuxième sous-secteur pour *Equisetum arvense* (Tableau 15).

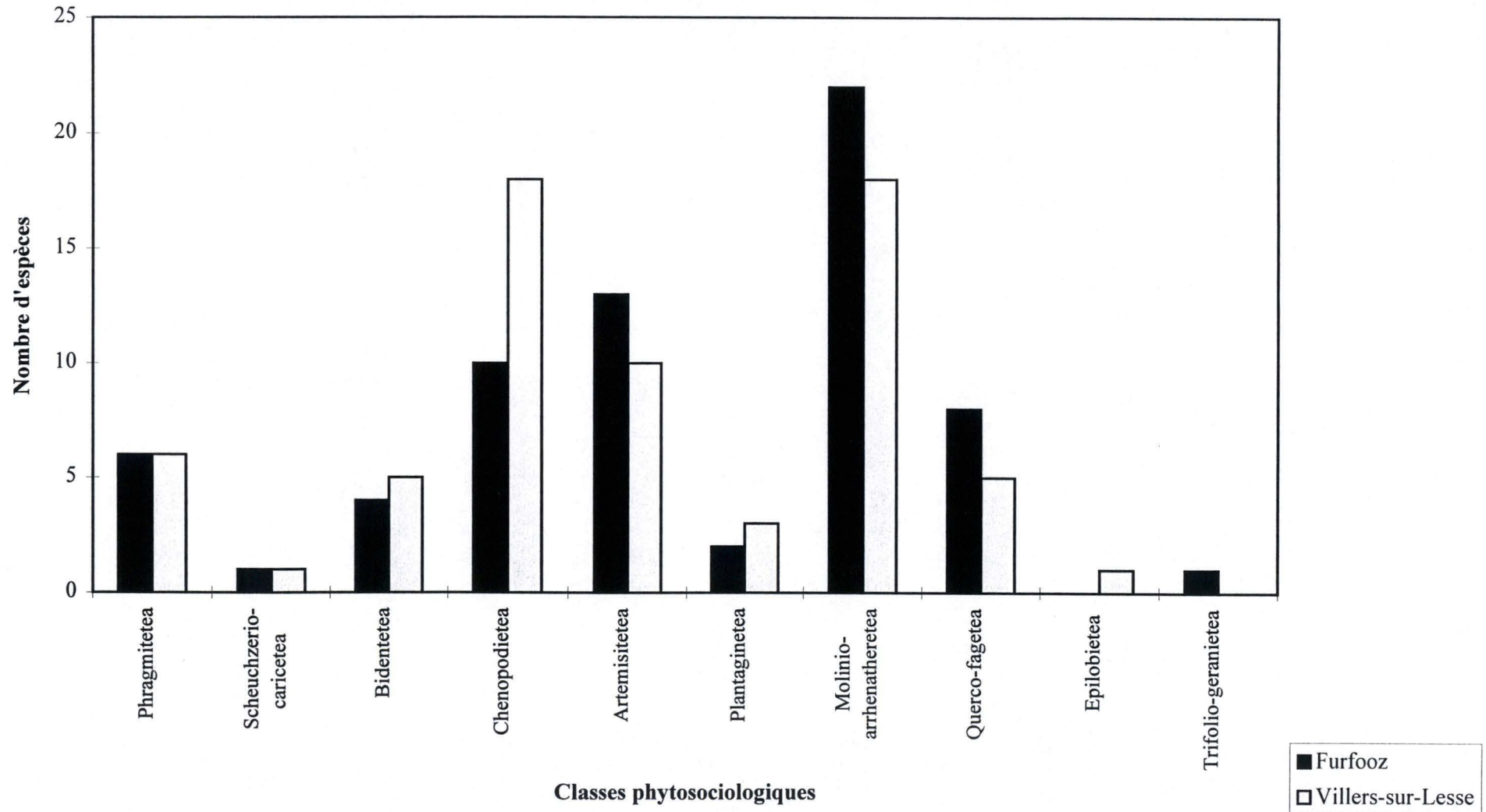
De manière générale, les espèces sont communes à très communes si ce n'est pour *Chenopodium polyspermum* et *Galinsoga ciliata* qui sont respectivement assez communes à assez rares et rares à très rares.

Artemisietea

Le nombre d'espèces de la classe des *Artemisietea* est différent dans chaque sous-secteur. Le premier sous-secteur, avec 9 espèces, est le plus diversifié alors que le troisième n'est représenté que par deux espèces (Figure 40).

Les diverses espèces dans l'ensemble des sous-secteurs sont rares. Deux exceptions dans le premier sous-secteur sont à noter : *Artemisia vulgaris* appartenant à l'ordre des *Artemisietalia* a un coefficient d'abondance de 2, ainsi que *Myosoton aquaticum* ayant également un coefficient d'abondance de 2 (Tableau 15).

Figure 41 : Diversité spécifique des classes phytosociologiques pour les deux secteurs.



Bidentetea

Le nombre d'espèces appartenant à la classe des Bidentetea est assez faible en général : 5 espèces pour le premier sous-secteur et 3 espèces pour les deux autres sous-secteurs (Figure 40).

Cependant, certaines espèces ont une abondance assez élevée. C'est le cas de *Polygonum hydropiper* qui appartient au Bidentetea et plus précisément au Bidention *Tripartitae*. Cette espèce est plus abondante dans les sous-secteurs 2 et 1 avec respectivement un coefficient d'abondance de 3 et 2 (Tableau 15). Il en est de même pour le *Polygonum lapathifolium* qui appartient au *Chenopodion Rubri* et qui se voit attribuer un coefficient d'abondance de 2 dans le premier sous-secteur.

A part *Polygonum lapathifolium* qui est commune à assez commune, les espèces présentes dans cette classe sont, en général, assez communes à assez rares.

Phragmitetea

La diversité de la classe des Phragmitetea semble être la moins élevée pour le troisième sous-secteur, alors que le premier sous-secteur semble au contraire plus diversifié. (Figure 39)

A part une abondance de 5% de *Phalaris arundinacea* au niveau du premier sous-secteur, les espèces de cette classe ont un coefficient d'abondance de "+" (c'est-à-dire inférieur à 5%) (Tableau 15).

On peut également noter la présence, dans ce premier sous-secteur, de *Scrophularia umbrosa* qui est rare à très rare.

4.2.1.3. Comparaison des deux secteurs aménagés

Les secteurs de Furfooz et de Villers-sur-Lesse furent aménagés en 1995 et 1996. Les techniques d'aménagement, la situation géographique, le nombre d'années passées depuis les travaux, l'utilisation des sols avant et après aménagements... sont autant de facteurs susceptibles de modifier le développement de la végétation.

On peut noter une certaine similitude entre ces deux régions aménagées (Figure 41). Cependant, la classe la plus diversifiée pour l'ensemble des sous-secteur de Furfooz est la classe des *Molinio-Arrhenatheretea* avec 22 espèces différentes pour ce secteur. Par contre, à Villers-sur-Lesse, les *Chenopodietea* et les *Molinio-Arrhenatheretea* sont les classes les plus diversifiées avec un nombre d'espèces étant égal à 19 pour chacune.

Molinio-Arrhenatheretea

A) Deux ordres compris dans les *Molinio-Arrhenatheretea* sont présents à Furfooz : l'ordre des *Molinetalia* et celui des *Arrhenatheretalia* (Annexe 4).

* Dans le cas des *Molinietalia*, les espèces les plus abondantes sont *Filipendula ulmaria* et *Stachys palustris* qui appartiennent à l'alliance des *Filipendulion*. Ainsi que pour *Lotus pendunculatus* qui appartient à l'alliance des *Calthion* (Tableau 14).

* En ce qui concerne les *Arrhenatheretalia*, les espèces les plus abondantes sont *Achillea millefolium*, *Plantago lanceolata* ainsi que *Phleum pratense* et *Lolium perenne* qui appartiennent à l'alliance des *Cynosurion*.

* On peut également noter une abondance plus élevée de *Dactylis glomerata* et de *Holcus lanatus* (Tableau 14).

Une répartition homogène aussi bien en bas de berge qu'en haut de berge, s'observe pour les espèces abondantes des *Molinio-Arrhenatheretea*, surtout après le premier quadrat c'est-à-dire après le premier mètre. L'ensemble de ces plantes sont communes dans ces régions, aucune plante rare n'y est abondante (voir Annexe 4).

Pour ce qui concerne l'abondance des espèces à Villers-sur-Lesse, la classe des *Molinio-Arrhenatheretea* montre une abondance assez faible en général, sauf dans l'un ou l'autre sous-secteur (Tableau 15).

De l'ordre des *Molinietalia* et de l'alliance de *Filipendulion*, le *Filipendula ulmaria* n'est pas présent et *Stachys palustris* ne l'est que pour un sous-secteur. Par contre les autres espèces abondantes à Furfooz (*Lotus pendunculatus*, *Achillea millefolium*, *Plantago lanceolata*, *Phleum pratense*, *Lolium perenne* ainsi que *Dactylis glomerata* et *Holcus lanatus*) sont bien présentes, mais moins abondantes.

Chenopodietea

Les *Chenopodietea* sont observés sur l'ensemble de la berge, mais on peut voir pour Furfooz une préférence du haut de la berge pour les *Onopordetalia* et du bas de la berge pour les *Polygono-Chenopodietalia*. Par contre à Villers-sur-Lesse, on observe l'ensemble aussi bien en bas de berge qu'en haut de berge. Mais l'abondance ne semble pas plus élevée malgré un nombre d'espèces plus important. On observe donc plus de plantes nitrophiles à Villers-sur-Lesse.

Phragmitetea

Si on regarde les groupes ayant un nombre d'espèces moindre, on remarque que les *Phragmitetea* sont, aussi bien à Furfooz qu'à Villers-sur-Lesse, assez faibles en bas de berge (Annexe 4 et 5).

Mais le *Phalaris arundinacea* qui est une espèce représentant bien les *Phragmitetea* et plus précisément les *Magnocaricion* (alliance colonisant les dépressions, les ruisseaux à plan d'eau superficiel) est abondant à Furfooz (Tableau 14).

Bidentetea

L'ensemble des plantes rassemblées dans l'ordre des *Bidentetea* sont observées, comme dans le cas des *Chenopodietea*, en bas de berge à Furfooz ce qui n'est pas le cas à Villers-sur-Lesse où on les observe tous sur l'ensemble de la berge (voir les Annexes 4 et 5). L'abondance de cet ordre est également plus élevée à Villers-sur-Lesse. Il est à noter que pour Villers-sur-Lesse, le *Polygonum hydropiper* qui appartient au *Bidention Tripartitae* n'est pas à négliger au niveau de l'abondance (Tableau 15).

Semences

Pour rappel, les mélanges utilisés pour la verduration (tableau 4) des berges lors des aménagements sont n°1 et n°2 .

- Le mélange numéro 1 est constitué à 90 % de *Phalaris arundinacea* et de 10 % d'*Agrostis stolonifera* en bas de berge. Or on n'observe aucune présence d'*Agrostis stolonifera* dans le tableau... mais *Agrostis canina* qui est assez rare dans nos régions.

- Le mélange numéro 2 est constitué de plantes appartenant essentiellement aux groupes de *Molinio-Arrhenatheretea* avec 15 % de *Phalaris arundinacea* appartenant au *Phragmitetea*. On y observe entre autres : 16 % de *Lolium perenne*, 14 % d'*Holcus lanatus*, 10% de *Dactylis glomerata*, 5% de *Plantago lanceolata*, 2% de *Phleum pratense*, 1% d'*Achillea millefolium*.

4.2.2. Discussion

On observe des variations, d'un sous-secteur à l'autre, au niveau du nombre d'espèces des groupes phytosociologiques. Lorsqu'on compare les sous-secteurs de Furfooz entre eux ou de Villers-sur-Lesse entre eux, il n'est pas évident d'expliquer ces différences observées. En effet, si on prend comme exemple les aménagements réalisés au niveau du secteur de Furfooz, ils ont tous été exécutés sous les mêmes conditions climatiques, dans une même région géographique et géologique. Ce qui est également le cas pour les sous-secteurs de Villers-sur-Lesse entre eux.

Cependant, les sous-secteurs ont été délimités suivant le type d'aménagement qui a été effectué. En effet, le bas de berge peut-être différent par la présence d'enrochement, de plantation importante. Par contre, le talus a été, en général, exécuté de la même façon, mais dans certains cas de la terre de curage fut utilisée pour recouvrir le géotextile ou encore une terre d'une autre provenance au lieu de la terre de végétalisation (terre anciennement présente). Ces différences entre les sous-secteurs peuvent nous apporter de l'information. Nous avons par exemple le cas de *Phalaris arundinacea* présent dans les semences de bas de berge. Cette espèce est mieux représentée dans le deuxième sous-secteur que dans le premier. Ceci pourrait être expliqué par la présence de zones plus calmes entre les pierres éparpillées le long de la berge. Alors qu'au niveau du premier sous-secteur les pierres, superposées contre la berge, descendent jusqu'au niveau de l'eau et ne laissent pas d'interstices entre les blocs ne permettant pas le développement de plantes en bas de berge.

D'autres explications peuvent provenir des semences utilisées. En effet, la plupart des plantes ensemencées, lors de la verduration du talus de la berge, appartiennent à la classe des *Molinio-Arrhenatheretea*. Comme de juste, cette classe est bien représentée dans l'ensemble des sous-secteurs.

Cependant, si le nombre d'espèces appartenant aux *Molinio-Arrhenatheretea* est plus élevé dans le quatrième sous-secteur (21 espèces), ce n'est pas spécialement lié aux semences. Au contraire, on peut remarquer qu'en général les sous-secteurs 1 et 2 ont une abondance plus élevée d'espèces ensemencées. C'est le cas entre autre de *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus*, *Plantago lanceolata*, *Trifolium repens* qui peuvent provenir du mélange n° 2. Ainsi, le nombre plus élevé d'espèces, même si peu abondantes, dans le quatrième sous-secteur pourrait être expliqué par la présence de prairies qui font suite à la berge.

Mais ce n'est pas toujours évident d'expliquer des différences entre des sous-secteurs. Par exemple, le sous-secteur 3 qui est situé à proximité du quatrième sous-secteur est moins bien représenté en espèces appartenant aux *Molinio-Arrhenatheretea*. Dans ce cas, lors de l'aménagement, la terre qui fut utilisée pour le retalutage n'est pas la terre de verduration c'est-à-dire celle présente avant les travaux. Ce qui pourrait expliquer les différences observées entre le sous-secteurs 3 et 4 alors qu'ils sont proches l'un de l'autre et qu'ils présentent un aménagement très similaire.

Maintenant, on peut remarquer que les espèces les plus abondantes du groupe des *Molinio-Arrhenatheretea* diffèrent d'un sous-secteur à l'autre. Par exemple :

Dactylis glomerata est plus abondant dans le sous-secteur 2,

Holcus lanatus et *Stachys palustris* pour le 1,

Filipendula ulmaria dans le 3,

Lotus pendunculatus dans 2 et 4,

Achillea millefolium dans le 2 ,

Plantago lanceolata dans le 1 et 2,

Lolium perenne également dans 1 et 2,

Phleum pratense dans le 2.

Ce type de variations entre les sous-secteurs sont difficilement explicables.

Ces difficultés sont également présentes pour expliquer les variations observées entre les sous-secteurs de Villers-sur-Lesse. Si le nombre d'espèces des différentes classes phytosociologiques est plus abondant dans le premier sous-secteur, ça pourrait être lié à la terre utilisée pour recouvrir le géotextile. En effet, dans ce cas, c'est le produit de curage qui fut utilisé lors des travaux, alors que pour les autres sous-secteurs, la terre anciennement érodée fut utilisée pour recouvrir la berge. Par contre, le nombre d'espèces moindre, en général, pour le troisième sous-secteur pourrait être expliqué par un arrosage des berges plus conséquent après l'ensemencement (arrosage nécessaire à cause d'un climat trop sec). Ainsi les semences auraient pu être emportées avec l'eau vers la rivière.

Mais, la position de ce sous-secteur dans le méandre pourrait être la cause d'un moins bon développement de la végétation.

Ces explications relèvent plus de la supposition, car ce type de milieu perturbé par l'homme doit seulement s'adapter et se développer. De plus de multiples facteurs sont à prendre en considération qu'ils soient liés à l'action de l'homme (apport de terre, de semences...) ou à la nature (occupation des sols voisins, conditions climatiques...)

Lorsqu'on compare les secteurs de Furfooz et de Villers-sur-Lesse, les différences, souvent plus marquées, seront liées aux époques de réalisation des aménagements. En effet, lorsqu'on regarde les groupes phytosociologiques de Furfooz et Villers-sur-Lesse, en parallèle, on pourrait penser que la végétation des berges de Furfooz est plus adaptée. Ce qui est en accord avec les périodes d'aménagement. En effet Villers-sur-Lesse a été aménagée un an après le secteur de Furfooz (c'est-à-dire au printemps 1996) et les relevés botaniques furent réalisés en été 1996. Les plantes auraient donc eu plus de temps pour s'adapter et se développer. Ceci est confirmé par la présence plus ou moins importante des *Molinio-Arrhenatheretea*. Ces *Molinio-Arrhenatheretea* assurent une bonne stabilisation de la berge, si elle est présente en haut de celle-ci. Ces plantes risquent de s'y maintenir. Alors qu'à Villers-sur-Lesse les *Chenopodietea* sont importants, ce groupe aimant les sols fraîchement remués (lors des aménagements par exemple). Les observations faites pour la classe des *Bidentetea* peuvent également être expliquées par l'aménagement plus récent à Villers-sur-Lesse et donc un sol qui vient d'être remué ou l'ensemble ne s'est pas encore bien stabilisé, bien adapté. Ainsi que par la présence de cultures tout le long de l'aménagement et donc de nitrates; ce qui est favorable au développement de ces espèces qui sont toutes des thérophytes et des nitrophiles présentes au bord des cours d'eau.

Les différences observées peuvent être également dues à des situations géographiques différentes. En effet, l'importance des *Chenopodietea* à Villers-sur-Lesse peut être justifiée par la présence de cultures tout le long de la berge aménagée. Les engrais s'écoulant vers la rivière permettent ainsi aux plantes de ce groupe d'y trouver des conditions idéales pour leur développement.

Mais certaines similitudes peuvent s'observer entre les deux secteurs. C'est le cas des types de semences utilisées, pouvant être responsables d'une proportion importante des *Molinio-Arrhenatheretea* dans les deux secteurs. Cependant, on pourrait déduire, en regardant l'abondance des plantes correspondant aux semences n° 2, que les semences ont mieux persisté pour le secteur de Furfooz que pour celui de Villers-sur-Lesse.

Ceci pourrait être mis en liaison avec une période assez sèche qui a fait suite à l'aménagement de Villers-sur-Lesse. Il y a donc fallu arroser mécaniquement la berge et réensemencer par la suite. Un arrosage manuel (2-3 minutes) un peu trop conséquent et une pente non nulle de la berge aurait eu comme conséquence le transport des graines avec l'eau vers le cours d'eau.

Dans les *Molinio-Arrhenatheretea*, l'ordre des *Molinetalia* est celui qui est le mieux adapté aux berges de cours d'eau. Or, les espèces abondantes de cet ordre c'est-à-dire *Filipendula ulmaria* et *Stachys palustris* sont absentes dans les semences (à part *Lotus*

pendunculatus qui a une abondance de 1 %). Ces espèces pourraient correspondre à une recolonisation naturelle de la berge risquant d'y persister à long terme. Par contre, la présence de l'*Achillea millefolium*, *Plantago lanceolata*, *Lolium perenne*, *Phleum pratense*, *Dactylis glomerata* et *Holcus lanatus* pourrait être plus liée aux semences qu'à une recolonisation naturelle. Les graines se seraient simplement bien développées dans un milieu adapté pour elles. Ce qui pourrait également confirmer le stade plus évolué des secteurs de Furfooz puisqu'en plus des espèces ensemencées, on aurait des espèces de recolonisation naturelle. Alors qu'à Villers-sur-Lesse les espèces abondantes sont uniquement des espèces présentes dans les semences. Il faut quand même noter que le *Plantago lanceolata* a une abondance allant de 2 à 3, ce qui est élevé comparé aux 5 % présents dans les semences. Ceci pourrait être lié aux semences provenant de vieux sacs stockés pendant plusieurs années. Le *Plantago lanceolata* serait une des espèces ayant le mieux résisté aux conditions de stockage imposées.

Bien sûr, les suivis devraient être poursuivis lors des prochaines années. Ce n'est pas une simple comparaison entre deux régions aménagées à deux moments différents, ni des comparaisons entre des plantes présentes dans les sous-secteurs par rapport aux semences utilisées qui permet de donner une information concernant l'évolution de la végétation des berges. Un suivi continu permettra de voir les espèces dominantes et ainsi, suivant l'enracinement de ces dernières, on pourra mesurer la stabilisation de la berge grâce à la végétation. De plus, ce suivi permettra d'apporter l'entretien nécessaire au bon moment; Par exemple, lors des observations, on a pu noter la présence importante d'*Urtica dioica* dans le troisième sous-secteur de Furfooz. Cette plante appartient à la classe des *Artemisietea* qui sont des plantes de friches nitrophiles. Or, nous avons deux évolutions possibles : soit vers les espèces de prairies ou soit vers les espèces rudérales avec développement important d'orties, cette dernière risquant d'étouffer les autres espèces dont les jeunes ligneux. Il serait donc intéressant en présence d'orties de proposer une gestion (fauchage de ces orties).

Tableau 16 : Tableau de relevés des insectes présents à Furfooz et à Villers-sur-Lesse (août et septembre 1996).

Odonates	F	V
Platycnemidae		
<i>Platycnemis pennipes</i>	+	+
Calopterygidae		
<i>Calopteryx splendens</i>	+	+
Gomphidae		
<i>Onychogomphus forcipatus</i>	+	
Aeschnidae		
<i>Aeshna grandis</i>		+
Orthoptères	F	V
Acrididae		
<i>Chorthippus parallelus</i>	+	+
<i>Chorthippus brunneus</i>		+
<i>Chrysochraon dispar</i>	+	
Tetrigidae		
<i>Tetrix undulata</i>	+	
<i>Tetrix subulata</i>	+	+
Tettigoniidae		
<i>Meconema thalassinum</i>	+	
<i>Conocephalus discolor</i>	+	
<i>Tettigonia viridissima</i>	+	+
<i>Pholidoptera griseoaptera</i>	+	+
Hétéroptères	F	V
Tingidae		
<i>Tingis pilosa</i>	+	
<i>Tingis ampliata</i>	+	
<i>Tingis cardui</i>	+	+
<i>Tingis crispata</i>	+	
<i>Dictyla humili</i>		+
Nabidae		
<i>Himacerus apterus</i>	+	+
<i>Nabacula limbata</i>	+	
<i>Nabis rugosus</i>	+	
Piesmatidae		
<i>Piesma maculatum</i>		+
Lygaeidae		
<i>Kleidocerys resedae</i>		+
<i>Ischnodemus sabuleti</i>	+	
<i>Metopoplax ditomoides</i> f. nov. sp.!		+
<i>Heterogaster urticae</i>		+
<i>Scolopostethus affinis</i>		+
<i>Peritrechus geniculatus</i>	+	
Coreidae		
<i>Coreus marginatus</i>	+	+
Rhopalidae		
<i>Liorhyssus hyalinatus</i>		+
<i>Corizus hyoscyami</i>		+
<i>Stictopleurus punctatonervosus</i>		+

Scutelleridae		
<i>Eurygaster testudinaria</i>	+	+
Pentatomidae		
<i>Graphosoma lineatum</i>	+	
<i>Aelia acuminata</i>		+
<i>Eysarcoris aeneus</i>	+	
<i>Holcostethus vernalis</i>	+	
<i>Palomena prasina</i>	+	+
<i>Carpocoris fuscispinus</i>		+
<i>Carpocoris purpureipennis</i>		+
<i>Dolycoris baccarum</i>	+	+
<i>Piezodorus lituratus</i>	+	
<i>Eurydema dominulus</i>	+	+
<i>Eurydema oleraceum</i>	+	
<i>Picromerus bidens</i>		+
<i>Zicrona caerulea</i>		+

Homoptères	F	V
------------	---	---

Cixiidae		
<i>Cixius cunicularius</i>	+	
Delphacidae		
<i>Javesella pellucida</i>	+	
<i>Javesella dubia</i>	+	
Cercopidae		
<i>Aphrophora alni</i>	+	+
<i>Aphrophora salicina</i>		+
<i>Philaenus spumarius</i>		+
Cicadellidae		
<i>Macropsis notata</i>		+
<i>Idiocerus vicinus</i> f. nov. sp.!		+
<i>Idiocerus similis</i>		+
<i>Metidiocerus rutilans</i>		+
<i>Aphrodes makarovi</i>	+	
<i>Anoscopus flavostriatus</i>	+	
<i>Evacanthus interruptus</i>	+	
<i>Cicadella viridis</i>	+	+
<i>Kybos rufescens</i>		+
<i>Empoasca vitis</i>		+
<i>Edwardsiana geometrica</i>		+
<i>Edwardsiana gratiosa</i>		+
<i>Edwardsiana tersa</i> f. nov. sp.!		+
<i>Eupteryciba jucunda</i>		+
<i>Ribautiana tenerrima</i>		+
<i>Eupteryx atropunctata</i>	+	
<i>Eupteryx aurata</i>	+	+
<i>Zyginidia scutellaris</i>		+
<i>Macrosteles sexnotatus</i>	+	
<i>Sagatus punctifrons</i>	+	+
<i>Cicadula persimilis</i>	+	
<i>Athysanus argentarius</i>	+	
<i>Euscelis incisus</i>	+	
<i>Arthaldeus pascuellus</i>		+

Lépidoptères Rhopalocères	F	V
---------------------------	---	---

Pieridae

<i>Pieris napi</i>	+	
<i>Pieris rapae</i>	+	+
<i>Colias crocea</i>		+
<i>Gonepteryx rhamni</i>	+	+

Nymphalidae

<i>Aglais urticae</i>	+	+
<i>Polygonia c-album</i>	+	+
<i>Cynthia cardui</i>	+	+
<i>Vanessa atalanta</i>	+	
<i>Inachis io</i>	+	+
<i>Argynnis paphia</i>	+	

Satyridae

<i>Maniola jurtina</i>	+	
<i>Pyronia tithonus</i>	+	+
<i>Aphantopus hyperantus</i>	+	

Lycaenidae

<i>Queçusia quercus</i>	+	
<i>Lycaena phlaeas</i>	+	+
<i>Heodes tityrus</i>	+	
<i>Lysandra coridon</i>	+	
<i>Polyommatus icarus</i>	+	

Diptères	F	V
----------	---	---

Conopidae

<i>Phyocephala rufipes</i>	+	
----------------------------	---	--

Tephritidae

<i>Urophora cardui</i>	+	
<i>Urophora stylata</i>	+	
<i>Xyphosia miliaria</i>	+	
<i>Terellia winthemi</i>	+	+
<i>Trupanea stellata</i>		+
<i>Dioxya bidentis</i>		+
<i>Tephritis hyoscyami</i>	+	

Hyménoptères	F	V
--------------	---	---

Sphecidae

<i>Ectemnius rubicola</i>	+	
<i>Ectemnius continuus</i>	+	
<i>Lestica clypeata</i>	+	+
<i>Lindenius albilabris</i>		+

Vespidae

<i>Polistes biglumis</i>	+	+
--------------------------	---	---

Colletidae

<i>Colletes daviesanus</i>	+	
<i>Hylaeus confusus</i>	+	+
<i>Hylaeus communis</i>	+	+
<i>Hylaeus difformis</i>	+	+

Halictidae

<i>Sphecodes scabricollis</i>	+	
-------------------------------	---	--

Andrenidae

<i>Andrena cf wilkella</i>	+	
<i>Andrena gravida</i>	+	
<i>Andrena flavipes</i>		+

Anthophoridae		
<i>Anthophora furcata</i>	+	
Melittidae		
<i>Macropis labiata</i>	+	
Megachilidae		
<i>Megachile centuncularis</i>	+	
<i>Stelis phaeoptera</i>	+	
<i>Anthidiellum strigatum</i>	+	+
Coléoptères	F	V
Coccinellidae		
<i>Adonia variegata</i>		+
<i>Coccinella 5-punctata</i>		+
<i>Coccinella 11-punctata</i>		+
<i>Adalia 2-punctata</i>		+
<hr/>		
Nombre total de taxa	84	72

4.3. Suivi faunistique

4.3.1. Les Insectes terrestres

4.3.1.1. Analyse des données

Le recensement des insectes au niveau des secteurs de Furfooz et Villers-sur-Lesse est présenté au tableau 16. Les espèces identifiées y sont regroupées selon leur appartenance aux différents ordres. On peut ainsi noter la présence de huit ordres : Odonates, Orthoptères, Hétéroptères, Homoptères, Lépidoptères, Diptères, Hyménoptères et Coléoptères. Le nombre de taxons pour Furfooz et Villers-sur-Lesse est respectivement de 84 et 72.

Dans le cas des Odonates, nos observations concernent uniquement des imagos; parmi les quatre espèces recensées, trois sont liées principalement aux cours d'eau. *Platycnemis pennipes* est très commune en Belgique et fréquente surtout les cours lents; elle se reproduit en de nombreux points de la Basse et Moyenne Lesse. *Calopteryx splendens* est une demoiselle fidèle aux eaux faiblement courantes et propres et à la végétation rivulaire luxuriante; elle est très fréquente en Lesse famennienne. *Onychogomphus forcipatus* est une espèce remarquable et menacée en Belgique; ses larves vivent dans les rivières à courant rapide et les imagos, très casaniers, se posent très souvent sur les plages de sable, de galets ou de graviers. Signalée en Wallonie surtout des vallées de l'Ourthe, du Viroin et de la Lesse, cette espèce sensible n'était jusqu'à présent pas connue de la région de Furfooz. La quatrième libellule, *Aeshna grandis*, n'est pas à proprement parler une espèce des eaux courantes mais se reproduit dans les étangs; l'individu noté à Villers était sans doute erratique.

Pour l'ordre des Orthoptères, les taxons recensés à Villers et Furfooz sont généralement communs en Belgique. *Chrysochraon dispar* et *Conocephalus discolor* sont surtout présents dans les prairies alluviales abandonnées (Furfooz), tandis que *Tettigonia viridissima* se trouve dans la frange rivulaire luxuriante et arbustive (notamment au niveau des plantations et de la haute végétation rudérale). Les deux espèces très communes de *Tetrix* furent observées dans les zones floristiquement peu colonisées (berge récemment aménagée, plage de boue au bord de l'eau, chemin de terre). Ces deux dernières se nourrissent de mousses et leur présence dans nos stations est probablement liée aux travaux d'aménagement (création de plages ouvertes); cette occupation sera toutefois éphémère car ces biotopes sont appelés à se boiser relativement rapidement.

L'étude du groupe des Hétéroptères a révélé quelques surprises faunistiques, par exemple la capture de deux espèces méridionales rares : *Metopoplax ditomoides* qui est nouvelle pour la faune belge, et *Liorhyssus hyalinus* auparavant seulement connue à Bruxelles. Un grand nombre de ces punaises sont des phytophages suceurs de sève souvent inféodés, d'ailleurs, à des végétaux bien précis. Ainsi, *Tingis cardui* et *T. ampliata* vivent sur les chardons (*Cirsium*, *Carduus*), *T. crispata* sur *Artemisia vulgaris*, *T. pilosa*

sur *Galeopsis*, *Dictyla humili* sur *Symphytum*, *Piesma maculatum* sur les Chénopodes, *Metopoplax* sur *Matricaria*, etc.

Dans le cas des Homoptères, les Cicadelles et familles voisines sont représentées par 400 espèces belges, toutes phytophages (suceuses de sève). Sur les 30 espèces récoltées, trois s'avèrent nouvelles pour le pays (*Idiocerus vicinus*, *Aphrodes makarovi* et *Edwardsiana tersa*), et un bon nombre est inféodé à des plantes croissant sur les berges : *Aphrophora salicina*, *Idiocerus vicinus*, *I. similis*, *Metidiocerus rutilans*, *Kybos rufescens*, *Edwardsiana tersa* et *Sagatus punctifrons* se développent sur divers saules, *Edwardsiana geometrica*, *E. gratiosa* et *Eupteryciba jucunda* ont été trouvés sur l'aulne glutineux (Villers-sur-Lesse).

La faune lépidoptérologique est relativement banale; à Furfooz, la présence de *Lysandra coridon*, espèce calcicole thermophile, peut s'expliquer par la proximité des pelouses du Parc National. Les bardanes et le chardon crépu comptaient parmi les plantes nectarifères les plus visitées par les différents rhopalocères observés.

La plupart des Diptères identifiés sont des Tephritidae, petites mouches possédant des ailes joliment colorées et tachetées et occasionnant souvent des galles sur divers végétaux (principalement Asteraceae); nos espèces sont parasites sur les chardons sauf *Trupanea stellata* et *Dioxya bidentis* qui sont plus éclectiques.

Parmi les abeilles, on peut souligner la capture de *Hylaeus difformis*, très rare en Belgique et attirée dans nos stations par la linéaire commune; *Anthophora furcata*, rare au sud du sillon sambro-mosan et butinant les *Galeopsis* et *Stachys*; *Macropsis labiata*, également rare, strictement inféodée aux lysimaques (mais butinant avec avidité, à Furfooz, *Myosoton aquaticum*) et donc plus directement liée aux bord des eaux que les autres Hyménoptères recensés (ses nids pourraient par ailleurs être installés dans l'argile des berges verticales bien exposées).

4.3.1.2. Discussion

Cet inventaire est évidemment très incomplet et il faut surtout souligner le caractère ponctuel de sa réalisation (août et septembre 1996). Toutefois, le nombre total d'espèces (125) notées est relativement important compte-tenu de l'effort de prospection. Ceci indique une assez grande richesse faunistique des stations étudiées. Il est difficile de savoir, cependant, quelle est la part réelle de responsabilité des aménagements écologiques dans cette biodiversité. Dans ce cadre, les observations faites pourraient orienter certaines discussions.

Les Odonates, insectes carnassiers, sont les seuls de notre liste à être vraiment inféodés aux milieux aquatiques. Les larves appartiennent à la macrofaune benthique et sont donc directement sensibles aux drainages, curages, etc. Les adultes se reproduisent et se nourrissent au voisinage des points d'eau et dépendent de la physionomie du biotope terrestre. Les libellules sont ainsi d'excellents bio-indicateurs vis-à-vis de la qualité de l'environnement.

Tableau 17 : Tableau de relevés des macroinvertébrés à Furfooz, Villers-sur-Lesse et Lessive (Septembre 1996).

Groupes systématiques			I		II		III		IV		V		VI		
			Nb d'ind.	%	Nb d'ind.	%	Nb d'ind.	%	Nb d'ind.	%	Nb d'ind.	%	Nb d'ind.	%	
Oligochètes	Tubificidae		31	2	18	1	106	5	40	4	37	1			
	Lumbriculidae		64	4	56	4	182	9	69	6	142	5	1	0	
Hirudinéés	Erpobdellidae	<i>Erpobdella</i> spp.	23	1	25	2	63	3	10	1	97	4	27	9	
	Glossiphoniidae	<i>Batracobdella</i> spp.	11	1	3	0	3	0	0	0	7	0	1	0	
		<i>Glossiphonia</i> spp.					15	1	4	0	5	0			
		<i>Helobdella stagnalis</i>					1	0	1	0	1	0			
	Hirudinae	<i>Haemopsis sanguisuga</i>	2	0			5	0							
Piscicolidae	<i>Piscicola</i> spp.	8	0	4	0	1	0	5	0	1	0	10	3		
Plathelminthes	Dendrocoelidae	<i>Dendrocoelum</i> spp.	1	0	2	0					1	0			
	Dugesidae	<i>Dugesia</i> spp.	5	0	1	0					32	1			
	Planariidae	<i>Polycelis</i> spp.	13	1	1	0									
Mollusques	Ancylidae	<i>Ancylus fluviatilis</i>					33	2	24	2	5	0			
	Bithyniidae	<i>Bithynia</i> spp.					59	3	20	2					
	Lymnaeidae	<i>Lymnaea</i> spp.	4	0	4	0	15	1	12	1	13	0			
		<i>Physa</i> spp.							0	0	27	1			
	Neritidae	<i>Theodoxus fluviatilis</i>					37	2	2	0					
	Sphaeriidae	<i>Sphaerium</i> spp.					38	2	37	3					
<i>Pisidium</i> spp.						58	3	20	2						
Crustacés	Asellidae		28	2	55	4			1	0	92	4			
	Gammaridae		1008	56	487	35	268	13	166	15	499	19	88	29	
Insectes	Coléoptères	Dytiscidae	14	1	11	1			4	0					
		Elmidae	28	2	15	1	649	32	100	9	20	1	10	3	
		Gyrinidae			1	0			1	0					
		Hydrobiidae							0	0	5	0			
	Diptères	Athericidae		1	0	3	0	23	1	3	0	2	0	2	1
		Ceratopogonidae												5	2
		Chironomidae		282	16	398	29	92	4	431	38	146	6	68	23
		Empididae				1	0	4	0	3	0			2	1
		Limoniidae		3	0			1	0	3	0	15	1		
		Sialidae												1	0
		Simuliidae		120	7	34	2	13	1			155	6		
		Tabanidae		15	1	5	0	1	0	1	0				
	Tipulidae		3	0	4	0	1	0	1	0			2	1	
	Ephéméroptères	Baetidae	<i>Baetis</i> spp.	26	1	17	1	151	7	34	3	64	2		
			<i>Cloeon</i> spp.	1	0										
		Caenidae	<i>Caenis</i> spp.			1	0	11	1	5	0	8	0		
		Ephemerellidae	<i>Ephemerella</i> spp.	28	2	98	7	4	0	2	0	515	20	48	16
			<i>Torleya</i> spp.									11	0		
		Ephemeridae	<i>Ephemerella</i> spp.	7	0	6	0	52	3	42	4	6	0	10	3
		Heptageniidae	<i>Ecdyonorus</i> spp.	11	1	9	1	4	0			6	0	1	0
		Leptophlebiidae	<i>Habrophlebia</i> spp.									2	0		
	<i>Paraleptophlebia</i> spp.										2	0			
Potamanthidae	<i>Potamanthus luteus</i>							2	0						
Hémiptères	Aphelocheiridae	<i>Aphelocheirus aestivalis</i>					4	0	1	0					
	Corixidae	<i>Corixa</i> spp.			21	2									
		<i>Sigara</i> spp.			8	1									
	Gerridae	<i>Gerris</i>	1	0							1	0	1	0	
	Hebridae	<i>Hebrus pusillus</i>													
Naucoridae	<i>Naucoris</i> spp.									2	0				
Mégaloptères	Sialidae	<i>Sialis</i> spp.	46	3	51	4	3	0	43	4	4	0	3	1	
Odonates	Calopterygidae	<i>Calopteryx</i> spp.	2	0	6	0	1	0	7	1	25	1			
	Gomphidae	<i>Onychogomphus forcipatus</i>					1	0	3	0					
	Platycnemidae	<i>Platycnemis</i> spp.							2	0					
Plécoptères	Leuctridae	<i>Leuctra</i> spp.	6	0	8	1	14	1	3	0					
Trichoptères	Brachycentridae					2	0					44	2	2	1
	Beraeidae														
	Goeridae		1	0			1	0	3	0					
	Hydropsychidae		1	0	25	2	91	4	22	2	34	1	2	1	
	Lepidostomatidae				5	0	3	0			445	17	9	3	
	Leptoceridae		2	0	1	0	5	0	1	0	74	3	5	2	
	Limnephilidae				1	0					29	1			
	Philopotamidae										5	0			
	Psychomyiidae										21	1	1	0	
	Polycentropodidae		1	0	2	0	24	1	6	1	11	0			
	Rhyacophilidae		8	0			1	0			8	0			
Sericostomatidae						17	1	2	0	1	0				
Nombre total d'individus			1805		1388		2057		1136		2620		299		
Nombre total d'unités systématiques			34		36		41		39		42		22		
Entropie de Shannon H			2.531		3.038		3.656		3.380		3.710		3.057		

I : Villers-sur-Lesse : berge naturelle avec plantations et fascine (travaux 1995)
 II : Villers-sur-Lesse : berge naturelle avec épis en saule (travaux 1996)
 III : Furfooz : berge artificielle - enrochements + plantations (travaux 1995)
 IV : Furfooz : berge plus ou moins naturelle - quelques enrochements (travaux 1995)
 V : Berge naturelle à Lessive
 VI : Berge érodée à Lessive

Les autres espèces rencontrées sont plutôt liées à la végétation présente au niveau de la berge. Par exemple, les criquets et les sauterelles n'ont pas de représentants strictement liés aux berges des rivières, mais certains, plutôt hygrophiles, peuvent s'y rencontrer si la végétation correspond à leurs exigences. Les punaises témoignent d'une grande diversité spécifique en liaison avec les différents types de végétations de nos stations et des environs. Il en est de même pour les Lépidoptères, Diptères, et Hyménoptères qui ne comprennent pas, dans notre inventaire, d'espèces liées spécialement aux berges de rivières et dont leurs représentants y étaient probablement (sauf exceptions, par ex. *Macropis*) seulement attirés par les nombreuses floraisons (papillons, abeilles...) ou l'abondance de proies (guêpes).

On peut, d'après les observations, noter une grande richesse faunistique essentiellement liée aux plantes herbacées présentes sur la berge. L'aménagement de la berge, anciennement érodée et dénudée de toute végétation, a certainement eu un effet positif sur la biodiversité de cette faune terrestre. Cependant, il faut noter qu'une majorité de cette faune est inféodée à des espèces herbacées apparues naturellement. Quelques insectes (Hémiptères) ont, quand même, été trouvés sur des arbustes plantés (saules, aulnes) ou sur des espèces herbacées pouvant provenir des semences (*Artemisia vulgaris*).

Il ne faut pas oublier que le fait de boiser une berge aura pour conséquence de fermer le milieu, qui sera alors progressivement déserté par la faune héliophile ou liée à la strate herbacée (c'est le cas de beaucoup d'espèces recensées à F. et V.). Une solution serait de maintenir des tronçons ouverts alternant avec des tronçons boisés.

4.3.2. Les macroinvertébrés

4.3.2.1. Analyse des données de macroinvertébrés

Le tableau 17 rassemble, pour chaque station de prélèvements, le nombre total d'individus des divers niveaux taxonomiques observés, ainsi que le pourcentage que représente ce taxon par rapport à l'ensemble des taxons de la station étudiée. Ces données regroupent aussi bien les prélèvements par troubleau que par surber permettant ainsi d'avoir une idée sur l'ensemble des individus présents dans la station. Les différentes stations sont :

- I : une berge naturelle avec plantations et fascine à Villers-sur-Lesse (sous-secteurs V.1. et V.2.),
- II : une berge naturelle avec épis en saule à Villers-sur-Lesse (sous-secteur V.3.);
- III : une berge artificielle avec enrochement et plantations à Furfooz (Sous-secteurs F.1. et F.2.),
- IV : une berge plus ou moins naturelle avec quelques enrochements à Furfooz (sous-secteur F.3. et F.4.),
- V : une berge naturelle avec une végétation variée à Lessive,
- VI : une berge naturellement érodée à Lessive.

Les macroinvertébrés identifiés ont été déterminés jusqu'aux limites imposées par la méthode des I.B., à savoir l'espèce, le genre ou la famille.

Si l'on regarde le nombre total d'individus, on observe 299 individus pour la berge érodée, 2620 pour la berge naturelle et on va de 1136 à 2057 pour les berges aménagées.

On observe le même scénario pour le nombre total d'unités systématique par stations, c'est-à-dire un nombre faible pour la berge VI érodée (22) et un nombre plus élevé pour la berge V (42). Les autres berges possèdent 34 à 41 unités systématiques.

On peut ainsi calculer un indice de diversité de 3.710 pour la berge V (naturelle) et 3.057 pour la berge VI (érodée). Les indices des berges qui furent perturbées par les travaux d'aménagement vont de 2.531 à 3.038. C'est à Villers-sur-Lesse qu'on observe une diversité inférieure à celle de la berge érodée. Que ce soit pour la berge I ou II.

On peut noter la présence de six groupes systématiques : Oligochètes, Hirudinées, Plathelminthes, Mollusques, Crustacés et Insectes. Parmi ces différents groupes, on observe dans chaque station un pourcentage important de *Gammaridae* qui appartient aux crustacées. Ce pourcentage est plus important dans la première station de Villers-sur-Lesse (56 %) suivie de la berge II (35 %). Ce pourcentage est moindre pour la berge V (naturelle), 19 % et les berges III (13 %) et IV (15 %) de Furfooz.

Les *Chironomidae*, insectes diptères, sont également abondants, mais essentiellement dans la station IV (38 %) de Furfooz au contraire de la station III (4 %) de ce dernier secteur. On peut également noter dans la station III 32 % d'*Elmidae* qui y sont les seuls Coléoptères.

Le groupe des insectes est assez bien représenté; On y observe plusieurs espèces sensibles à la pollution, tels que *Leuctridae* qui est un Plécoptère. Cette espèce est présente au nombre de 14 individus dans la station III suivie de 8, 6 et 3 individus respectivement dans les stations II, I, IV. Mais cette espèce n'est pas la plus sensible. On peut noter, d'après la détermination du BMWP score, la présence de plusieurs Trichoptères très sensibles. C'est le cas de *Lepidostomatidae* qui est fortement présente (17 %, c'est-à-dire 445 individus) dans la station naturelle V. On peut également noter une faible présence de *Gaeridae*, de *Brachycentridae*, de *Sericostomatidae* qui sont également des Trichoptères sensibles. Nous observons aussi des *Ephemerellidae* (Ephéméroptères) présent à 20 % (515 individus) dans la station V et 16 % (48 individus) dans la stations VI.

4.3.2.2. Discussion

Le peuplement d'un site est sous la dépendance d'un ensemble de conditions naturelles et provoquées dont il convient d'apprécier les influences respectives dans la composition des communautés (Vernaux, 1984). La qualité de l'eau, celle du substrat et la structure des mosaïques de microhabitats conditionnent la structure et la composition des communautés de macroinvertébrés d'eau courante (Bournaud & Amoras, 1984; Bournaud & Cayerinx, 1986; Evrard & Micha, 1995).

Les deux berges étudiées à Lessive (stations V et VI), étant donné leur proximité géographique, sont caractérisées par la même qualité d'eau. Nous pouvons donc penser que seuls les facteurs qualité du substrat et mosaïques de microhabitats, tous deux dépendant du type de berge, sont responsables en majeure partie des variations observées dans les peuplements de ces deux sites. Lorsqu'on regarde le nombre total d'individus de la berge naturelle (2620) celui-ci est plus élevé que dans les cas où il y a récemment eu des aménagements (entre 1136 et 2057). Par contre la berge érodée se voit octroyer un nombre d'individus de 299, ce qui est le plus faible. Même si je n'ai pas pu faire d'observations au niveau de la berge érodée à Villers-sur-Lesse, on peut quand même se rendre compte qu'à deux endroits proches, des différences s'observent suivant le type de berges. Le nombre de taxa est également beaucoup plus faible dans le cas de la berge érodée. Si on regarde les chiffres indiquant la diversité par l'équation de Shannon, celui-ci est également plus faible pour la berge érodée que pour la berge naturelle. De plus, le pourcentage d'espèces sensibles est plus important pour la berge naturelle(V) à Lessive que pour toutes les autres stations.

D'après Bournaud (1986), plusieurs microhabitats sont définis d'après le substrat qui apparaît comme l'élément essentiel pour leur définition. Le micromilieu de végétation de la station V apparaît comme le plus riche. Les racines se comportent comme des filtres le long des rives où s'accumulent les débris organiques. On y observe un grand nombre d'abris et une bonne stabilité pour la faune. Le micromilieu de sédimentation (gravier, sable, limon) de la station VI est marqué par une faible richesse faunistique. Les interstices sont uniquement accessibles à la faune de faible dimension. De plus le limon colmate les interstices et fait disparaître le périphyton.

Une comparaison directe des communautés de macroinvertébrés entre les sites de Furfooz, Villers-sur-Lesse et Lessive, en vue de mettre en évidence un effet de berge n'est pas chose aisée. Nous venons en effet de voir que plusieurs paramètres non étudiés dans le cadre de cette étude peuvent conditionner ces peuplements. Néanmoins les berges situées à Villers-sur-Lesse, malgré un nombre d'individus élevé et un nombre de taxa plus important que pour une berge érodée, possèdent une diversité moindre. On a pu remarquer dans les deux cas un pourcentage d'individus élevé de Gammaridae et de Chironomidae. Ensemble, ils représentent plus de la moitié de la population prélevée à Villers-sur-Lesse. Les autres taxa ne sont représentés que par un très faible pourcentage d'individus. Ceci pourrait être lié à l'aménagement récent, c'est-à-dire à une forte perturbation du milieu et un temps nécessaire pour que certaines espèces puissent s'imposer dans ce milieu.

Dans le cas de Furfooz, la diversité, le nombre de taxa et d'individus sont plus élevés qu'à Villers-sur-Lesse ce qui pourrait être expliqué par un temps d'adaptation plus long et un substrat plus accueillant pour cette faune aquatique.

Ces berges ayant été récemment aménagées, il serait intéressant de poursuivre ce suivi faunistique pendant plusieurs années. En effet, ces berges, ayant subi de fortes perturbations, devront de plus en plus se stabiliser, ce qui devrait se marquer par une augmentation de la diversité vers celle de la berge naturelle. Mais est-ce que la berge de Villers-sur-Lesse, ayant été aménagée uniquement par des végétaux aura une diversité supérieure à celle de Furfooz où on observe des enrochements?

Tableau 18 : Tableau de relevés des poissons le long des différents types de berges à Furfooz et à Villers-sur-Lesse (avril et juin 1997).

Espèces	Villers-sur-Lesse				Furfooz			
	22.04.97		12.06.97		22.04.97		12.06.97	
	I	II	I	II	III	IV	III	IV
Ablette						1		4
Anguille		3			1		2	
Barbeau					<u>3</u>	2		
Brochet		1						
Chabot	1				14	31	12	13
Chevaine					<u>27</u>		1	
Epinoche	1		2					
Goujon	<u>10</u>	1			<u>35</u>	<u>43</u>	1	1
Gremille					1			
Lamproie	37		1					1
Loche	10		25		19	83	8	35
Truite		1				2		
Vairon		<u>80</u>	<u>32</u>	<u>50</u>	1	1		13
Vandoise						7		3
Nb total d'individus	59	86	60	50	101	170	24	70
Nb de coups d'anode	60	60	40	40	80	70	45	50
Nb total d'espèce	5	5	4	1	8	8	5	7
Longueur d'échantillonnage	50	100	50	100	100	100	100	100

I : station à Villers-sur-Lesse regroupant les sous-secteurs V.1. et V.2.

II : station à Villers-sur-Lesse représentant le sous-secteur V.3.

III : station à Furfooz regroupant les sous-secteurs F.1. et F.2.

IV : station à Furfooz regroupant les sous-secteurs F.3. et F.4.

Remarque 2 : les chiffres soulignés correspondent aux stades juvéniles.

Un suivi à plus long terme s'avère donc nécessaire si on veut pouvoir tirer des conclusions sur l'effet des aménagements pour la faune aquatique.

4.3.3. Les poissons

4.3.3.1. Analyse des résultats concernant la faune piscicole

Le tableau 18 reprend les espèces pêchées le 22/ 04/ 1997 et le 12/ 06/1997 le long des berges des secteurs aménagés de Furfooz et Villers-sur-Lesse. Ces secteurs ont été subdivisés en tronçons de 50 ou 100 mètres. Ceux-ci réunissent diverses caractéristiques:

Soit pour Villers-sur-Lesse :

- Un premier tronçon de 50 m, qui réunit les sous-secteurs V1 et V2, présente un fort envasement au niveau du cours d'eau, juste en bas de la berge. Ce tronçon a une hauteur d'eau faible d'environ 20 cm. Notons quand même que la partie « amont » possède un substrat plutôt caillouteux par rapport à la partie « aval » de cette station qui est vaseuse.
- Le deuxième tronçon de 100 m, au niveau du sous-secteur V3, est caractérisé par un ralentissement du courant grâce aux épis et une profondeur moyenne de 50-60 cm d'eau. Le substrat y est vaseux.

Soit pour Furfooz :

- Un premier tronçon de 100 m situé devant les sous-secteurs F1 et F2 présente des blocs de pierre entre lesquels le courant est ralenti et des sédiments peuvent se déposer. La profondeur d'eau est en moyenne de 30 cm. Quelques abris pour les poissons sont présents, ainsi qu'une faible végétation semi-aquatique (Iris, Phalaris...).
- La dernière station de pêche, correspondant aux sous-secteur F3 et F4, est également un tronçon de 100 m. On y observe peu d'abris pour les poissons, peu de végétation, la profondeur est au maximum de 15-20 cm. Le substrat y est de type caillouteux.

Le nombre total d'espèces pour les deux secteurs n'est pas très différent : 9 pour Villers-sur-Lesse et 11 pour Furfooz. En fait, nous n'avons que des ablettes et des barbeaux en plus à Furfooz qu'à Villers-sur-Lesse. Si on regarde les espèces de poissons capturés pour chaque station, en tenant compte que les pêches ont été effectuées sur des tronçons de longueur différente, on peut noter que les espèces essentiellement représentées à Villers-sur-Lesse sont la lamproie, le vairon et la loche. Vers la fin avril 1997, nous avons remarqué une abondance assez élevée de lamproies au niveau des fascines et de nombreux alevins de vairon au niveau des épis. Pour les mêmes stations, nous avons respectivement observé vers la mi-juin 1997 un nombre important d'alevins de vairons ainsi que des loches au niveau des fascines. Entre les épis, seuls des juvéniles, en général indéterminés, ont pu être capturés. Bien sûr d'autres espèces telles que anguille, brochet, chabot, épinoche, goujon et truite furent observées, mais le nombre d'individus pêchés est assez faible. Pour ce qui concerne les sous-secteurs F3 et F4 de Furfooz, diverses espèces telles que anguille, barbeau, chevaine, goujon furent capturées en avril 1997, mais aucune

de ces espèces n'y est dominante. On note également, pour cette même date la présence de diverses espèces (ablette, chabot, gremille, truite, vairon, vandoise) dont une présence importante d'alevins de goujons ainsi que des loches. Les observations de juin 1997 indiquent également pour l'ensemble des stations plusieurs espèces de poissons (ablette, chabot, lamproie, vairon, vandoise) mais aucune n'y était fortement représentée.

4.3.3.2. Discussion

Une certaine rigueur est nécessaire avant de vouloir interpréter ce type de données. En effet, les deux secteurs étudiés (Furfooz et Villers-sur-Lesse) sont distants de près de 40 Km. Il en découle que de nombreux facteurs, susceptibles d'influencer la répartition des poissons dans un cours d'eau, sont à prendre en considération. C'est le cas des sources de pollutions, du débit, du pH, de la conductivité, de la pente... De plus, divers problèmes liés à la technique qui a été utilisée ont été rencontrés. Ce qui donne des données peu représentatives du milieu pêché (dont un nombre d'individus capturés faibles). Premièrement, il faut savoir que la pêche électrique est une pêche sélective; c'est-à-dire que certains poissons sont plus facilement pêchés que d'autres. C'est le cas des poissons qui se cachent dans la vase au contraire de ceux qui ont tendance à fuir devant le danger. C'est également le cas pour les alevins qui seront plus facilement attirés par l'anode que des poissons de taille importante. De nombreux autres facteurs ont également influencé l'échantillonnage tels qu'une végétation rivulaire plus importante en juin rendant l'accès à l'eau parfois difficile, une profondeur d'eau variant d'une zone à l'autre... Il faudrait donc adapter la technique de pêche suivant les données désirées et systématiser la méthode d'échantillonnage. N'oublions pas de noter une forte variation temporelle entre les pêches effectuées. Il serait donc intéressant de faire plusieurs campagnes sur une même année, et cela pendant plusieurs années consécutives. Dans le cas d'un aménagement futur, il faudrait également faire des pêches aussi bien avant qu'après les travaux.

En tenant compte de l'ensemble de ces remarques, il est intéressant de discuter les données pour avoir une idée des types de poissons qu'on peut retrouver et voir si ces derniers seraient liés aux aménagements effectués.

D'après la règle des pentes de Huet (1946), le secteur de Villers-sur-Lesse est situé dans la zone à ombre. Cette zone est dominée par l'ombre commune et les espèces communes sont le barbeau, le chevaine, la truite, le hotu, le goujon et le vairon. Le secteur de Furfooz, quant à lui, est situé dans la zone à barbeau. Cette zone est dominée par le barbeau, le chevaine, le hotu et le goujon; les espèces communes sont le gardon, le rotengle, la vandoise, le brochet et la perche. Lorsqu'on regarde les deux secteurs aménagés on note seulement deux espèces supplémentaires à Furfooz. Ces 2 espèces, l'ablette et le barbeau, sont des espèces qui vivent plutôt dans le cours inférieur des eaux courantes. Cela est peut-être simplement dû au fait que Furfooz est situé à environ 40 km en aval de Villers-sur-Lesse. Les données des pêches réalisées précédemment dans la région d'Hulsonniaux permettent de noter une certaine similitude avec nos résultats. En effet les pêches qui furent réalisées en 1996 à Hulsonniaux indiquent, comme dans le cas de Furfooz qui est situé à quelques km de Hulsonniaux, une majorité de cyprinidés dont la présence de chevaines, de barbeaux, d'ablettes, ainsi que d'autres poissons comme le chabot. Les nombreuses espèces observées à Furfooz cette année (1997) peuvent être liées

aux divers habitats offerts par le cours d'eau. Certaines profitant des rochers pour s'y abriter (exemple : anguille, truite), d'autres de la vase déposée entre ces pierres (exemple : loche, lamproie) ou encore d'un courant rapide avec un substrat de galet (exemple : goujon, chabot). Pour ce qui concerne les pêches réalisées à Villers-sur-Lesse, les fascines ont provoqué d'importants dépôts de matières fines favorisant les poissons étant adaptés à ce type de substrat vaseux. Ce qui est le cas par exemple des lamproies et des loches. par contre les épis ont créé une zone d'eau calme permettant aux juvéniles de croître à l'abri d'un courant parfois rapide.

Le type de données récoltées ne permet pas de déterminer une influence du type d'aménagement sur les communautés piscicoles vivant à proximité des berges. Il faudrait donc systématiser une méthode d'échantillonnage qui tienne compte des divers facteurs temporel et spatial. La méthode d'échantillonnage doit être standardisée pour assurer la qualité des données et l'échantillon doit refléter de façon précise la communauté piscicole présente sur l'étendue du cours d'eau à des périodes déterminées.

5. Proposition d'aménagement

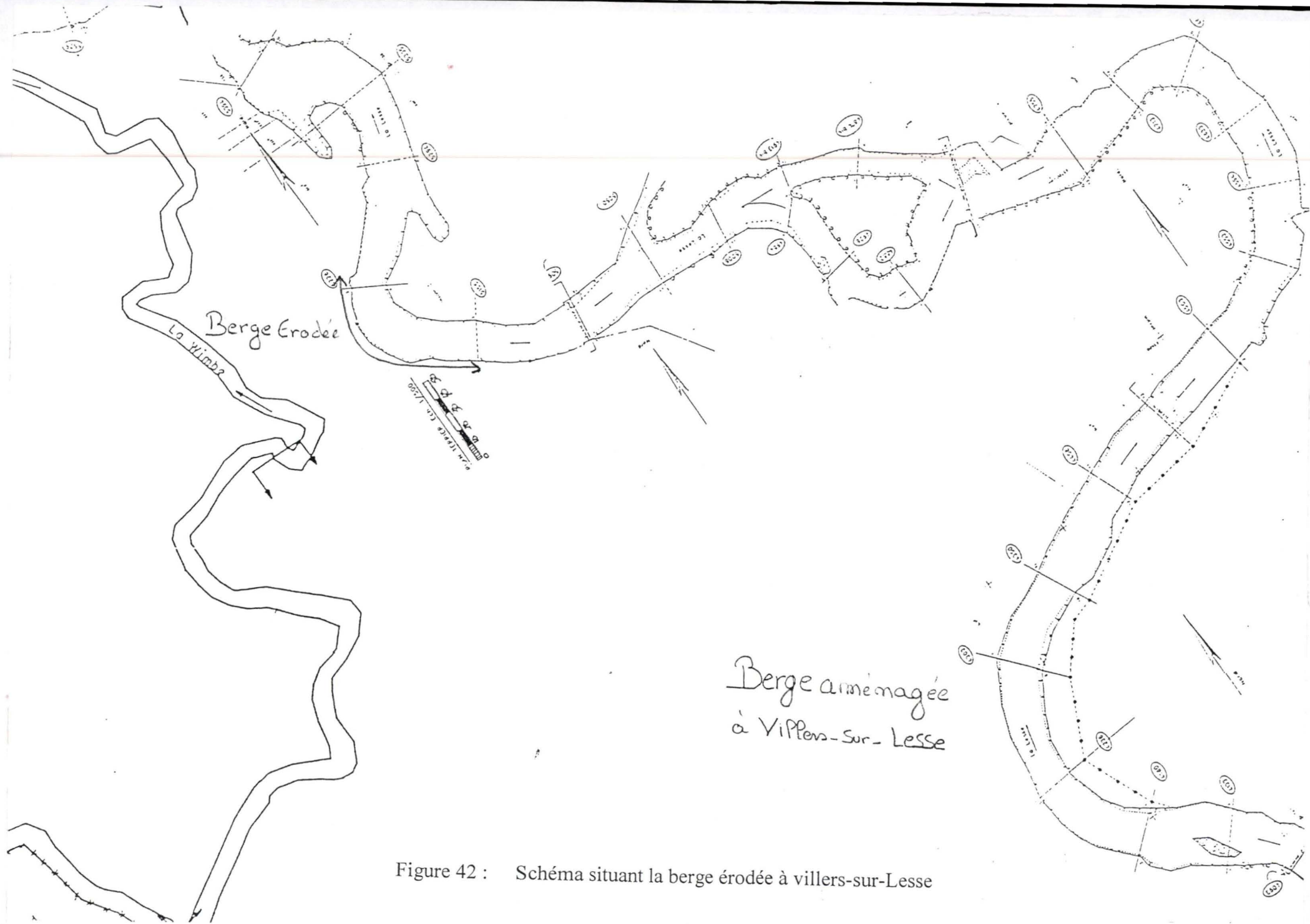


Figure 42 : Schéma situant la berge érodée à villers-sur-Lesse

5. Proposition d'aménagement

5.1. La berge érodée

Le bassin versant de la Lesse, cours d'eau de 83 km, a une superficie totale de 2740 km². La région étudiée est située à 44 km d'Anseremme et la superficie du bassin y est de 1094 km². La pente moyenne de la Lesse est de 3,7 ‰; pour la région de Villers-sur-Lesse elle est de 1,2 ‰. La vitesse du courant y est dite moyenne (25 à 30 cm/sec) pour la majorité de l'année. Mais lors des crues, le débit augmente rapidement dans ce cours d'eau d'une largeur de 10 à 15 mètres.

La berge érodée est située sur la rive gauche de la Lesse et est limitée tout le long par un champ de maïs. On y observe une pente abrupte, pratiquement dénudée de végétation.

La zone de 100 mètres ayant été délimitée pour des observations plus minutieuses est située au niveau du méandre indiqué sur la figure 42. C'est à cet endroit, comme le montre la superposition des cartes (Figure 14), que l'érosion semble la plus rapide. Le suivi réalisé sur le tronçon de 100 mètres situé en amont de la confluence Lesse-Wimbe est résumé dans le tableau 19. Ce tableau reprend la hauteur de la berge, la végétation présente ainsi que diverses observations telles que la présence d'éboulis et de galets.

Suivi de cette berge érodée

5.1.1. Type de sols

Divers échantillons de terre ont été prélevés sur le terrain et analysés en laboratoire à l'aide d'un microscope. Aucune différence n'a été relevée entre les différents échantillons prélevés au niveau de la berge érodée, le contenu granulométrique étant plus ou moins similaire. Cette terre est donc formée, en général, de 60 % de silt, 30 % d'argile, 5 % de grains de sable fins, le reste de quartz, de grès, d'arénite. On peut noter l'absence de calcaire.

Le type de sol qu'on a pu observer (Figure 43) permet simplement de confirmer que l'ensemble est constamment remanié et que la circulation de l'eau y est lente.

L'argile permet d'échanger, suivant les besoins, les ions avec la végétation.

5.1.2. Erosion

Lors des observations sur le terrain, on a pu remarquer une érosion importante juste au dernier mètre délimité, c'est-à-dire entre 90 et 100 m. Des piquets avait été placés au premier et au centième mètres à une distance d'un mètre par rapport au cours d'eau. Après la période de crue, le premier piquet se trouvait toujours à un mètre du bord. Par contre le

Tableau 19 : Tableau rassemblant les diverses observations pour la berge érodée de Villers-sur-Lesse (1997).

Distance (m)	Végétation de la berge	Hauteur (septembre 96)	Observations diverses
0 à 10	<u>Falaise</u> : <i>Poa annua</i> (+1), <i>epilobe</i> sp. (jeune pousse, +1)	totale à 0 m : 3 m D'eau : 0, 90 m	A 0 mètre élargissement de la rivière à cause de l'érosion. De 5 à 10 m : galets à 1 m 20 de haut (en partant du fond). Creux de 20 cm de profondeur dans la berge pour le premier mètre.
10 à 20	<u>Sur rebord</u> : <i>Dactylis glomerata</i> , <i>poa annua</i> <i>Urtica dioica</i> <u>Falaise</u> : rien	2 m 50 0, 30 m	A 10 m : galets jusqu'à 1 m 50 de haut en partant de l'eau. Rebord prêt à tomber. De 10 à 20 m : divers éboulis tombés dans l'eau.
20 à 30	<u>Rebord</u> : <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Poa annua</i> <i>Chenopodium</i> sp. <i>Artemesia vulgaris</i> <u>Falaise</u> : <i>Taraxacum</i> .	2 m 15 0, 15 m	A 20 m : 1 m de galets incrustés dans la berge sur une hauteur de 1 m. A 25 m : gros éboulis de 60 cm de large prêts à tomber. De 25 à 30 m : petit creux dans la berge au niveau de l'eau.
30 à 40	<u>Rebord</u> : <i>Ranunculus repens</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Artemesia vulgaris</i> <u>Falaise</u> : <i>Carduus crispus</i> , <i>Dactylis glomerata</i>	1 m 95 0, 15 m	De 29 à 33 m : rebord plat au dessus du niveau de l'eau. En dessous, galets; au dessus de la terre. De 40 à 41 m : la berge est un peu bombée sous le niveau d'eau.
40 à 50	<u>Falaise</u> : <i>Cirsium vulgaris</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Galium mollugo</i>	2, 05 m 0, 05 m	De 41 à 50 m : La berge se creuse dans le bas. De 46 à 50 m : galets sur 80 cm de haut. A 47 m 50 : 45 cm de creux dans la berge sur 60 cm de long.
50 à 60	<u>Eboulis</u> : <i>Urtica dioica</i> , <i>Dactylis glomerata</i> <u>Falaise</u> : <i>Plantago lanceolata</i> , <i>Taraxatum</i> sp.	2 m 20 0, 40 m	A 59 m : une galerie de 1 m 10 de profondeur s'observe. De 50 à 60 m : galets de 75 cm à 1 m de haut.
60 à 70	<u>Bas de berge</u> : <i>Dactylis glomerata</i> <u>Falaise</u> : rien	2 m 45 0, 60 m	De 60 à 70 m : galets en moyenne jusque 1 m 10 de haut. De 60 à 70 m : éboulis de 20 cm De 70 à 75 m : galets d'1 m 10 de haut et berge bombée à ce niveau.
70 à 80	<u>Falaise</u> : rien	2 m 35 0, 75 m	De 70 à 75 m : au dessus des galets petit creux, puis berge droite. De 75 à 80 m : creux de la berge au niveau de l'eau, galets à 1 m 10. De 75 à 80 m : plus de creusement de la berge au-dessus des galets.
80 à 90	Pas d'observation. Cause : trop profond	2 m 90 1 m 10	Après 80 m galets à 1 m 75. A 81 m : Creux au niveau de l'eau de 50 cm de profondeur.
90 à 100	Pas d'observation. Cause : trop profond	2 m 60 (à 90 m) 1, 05 m	Stop pour les détails à cause de la profondeur. En crue : à 90 m : 2 m 10 d'eau +50 cm de terre En crue : à 100 m : 1 m 80 d'eau + 70 cm de terre



Figure 43 : Type de sol observé pour la berge érodée à Villers-sur-Lesse.



Figure 44 : Représentation de la force érosive du courant contre la berge.



Figure 45 : Photo illustrant la zone la plus érodée à Villers-sur-Lesse.

dernier piquet n'est plus... Il fut emporté avec plus d'un mètre de berge. Il semble donc que l'érosion y est assez forte. De plus, les eaux de précipitation, s'évacuant en fonction de la pente du champ, se concentrent à ce niveau.

Lorsqu'on regarde la berge érodée, on peut également remarquer que, dans ces dix derniers mètres, l'ensemble est à un niveau plus bas que le reste de la berge érodée : la hauteur de berge est plus basse aux dix derniers mètres (Figure 44). Le courant en période de crues y est très fort, provoquant des remous, des mouvements d'eau du bas vers le haut et se dirigeant tantôt vers l'amont, tantôt vers l'aval (Figure 45). En haut de cette portion de berge, aucune végétation n'est présente.

On peut déduire de ces observations que l'érosion est beaucoup plus agressive au niveau du centième mètre. Par sa position dans la courbe, cette berge subit une érosion dite par "sapement", agissant en pied de berge. Mais on remarque également une érosion provoquée par l'évacuation de l'eau du champ. Cette érosion est appelée "ravinement" et est favorisée par la pente du terrain et par l'absence de végétation. On peut également noter une érosion dite par "glissement", s'observant lors de la décrue.

Cependant malgré des observations sur une très faible longueur, il serait intéressant de proposer une stabilisation sur l'ensemble de la berge érodée, c'est-à-dire sur au moins 250 m, et non pas uniquement dans la zone où l'érosion semble plus importante.

5.1.3. Flore

Les observations réalisées en septembre 1996 ont permis de noter dans le tableau 19 l'ensemble de la végétation se développant sur la berge érodée. On peut ainsi remarquer que cette végétation est pratiquement absente. Ceci est lié à une pente abrupte, rendant l'enracinement difficile et au type de sol s'érodant facilement, les crues arrachant la végétation ayant pu s'ancrer faiblement. Les seuls endroits où la végétation peut se développer correspondent aux éboulis se trouvant en bas de berge, ainsi qu'aux surplombs et à la zone (trop faible) séparant le haut de la berge au champ de maïs.

Les berges sont dénudées de végétation, on observe uniquement une largeur de plus ou moins 30 cm de plantes sur les rebords, l'agriculteur cultivant à moins de 50 cm de la berge.

5.1.4. Faune

Comme on peut le remarquer aucune liste faunistique n'a été réalisée pour la berge érodée. Ceci à cause de la profondeur d'eau importante à certains endroits ainsi qu'une berge très abrupte et donc un accès difficile. Cependant, on peut supposer que la berge abrupte, empêchant la végétation de se développer, n'attire pas les insectes et le manque de diversité du substrat ainsi que le peu de caches ne sont pas plus attrayants pour la faune aquatique.

5.2. Proposition d'aménagement

La rivière, très méandreuse, présente une allure morphodynamiquement très variée : peu d'endroits sont stables, de longs tronçons présentent de fortes érosions qui sont accélérées par l'utilisation des sols pour l'agriculture.

En connaissant l'évolution d'un cours d'eau en général, on se rend compte que la Lesse a tendance à rejoindre la Wimbe. La berge concave est érodée aussi bien par les eaux s'écoulant du champ que par les eaux du cours d'eau. Dans le cas de la mise en commun des eaux de la Lesse avec celles de la Wimbe, toute la zone risquerait d'être inondée. Dans le cas de Villers, aucune habitation ne se trouve dans le voisinage, il y a donc peu de risques pour la population. Mais, une érosion des berges de la Wimbe impliquerait un transport de matières qui peuvent se déposer plus loin (au niveau d'habitation par exemple). Ce dépôt peut diminuer la largeur du cours d'eau, provoquant des inondations lors de la montée des eaux.

Plusieurs mesures sont nécessaires pour connaître les risques encourus dans le cas où les eaux de la Lesse s'écouleraient dans le cours de la Wimbe.

Il serait intéressant entre autre de

- connaître la quantité d'eau pouvant s'écouler dans la Wimbe,
- calculer la force érosive de cette dernière,
- mesurer les surfaces risquant d'être inondées,
- calculer la quantité de matières pouvant être transportées et la distance qu'elles pourraient parcourir,
- calculer le nombre d'années avant la rencontre des deux cours d'eau...

Pour faire ces mesures de nombreuses données sont nécessaires telles que les débits moyens, la vitesse d'érosion, la force du courant, la capacité de la Wimbe.

Propositions d'aménagement

Le génie végétal nous donne diverses possibilités d'aménagement intéressantes. Dans notre cas, nous en avons retenue trois : créer une zonation végétale, construire une fascine et construire des épis.

5.2.1. Création d'une zonation végétale

Le but de recréer une zonation végétale est en premier lieu d'assurer la stabilisation de la berge. Ceci est réalisé grâce aux espèces herbacées et ligneuses et au géotextile.

Les espèces herbacées vont par leur enracinement retenir efficacement la couche superficielle du sol, en attendant que les espèces ligneuses prennent la relève. Le choix de ces espèces herbacées et ligneuses dépendra entre autre du type d'enracinement qu'ils développeront (chapitre 1.3.2.3.). Les espèces utilisées peuvent, en plus d'assurer une

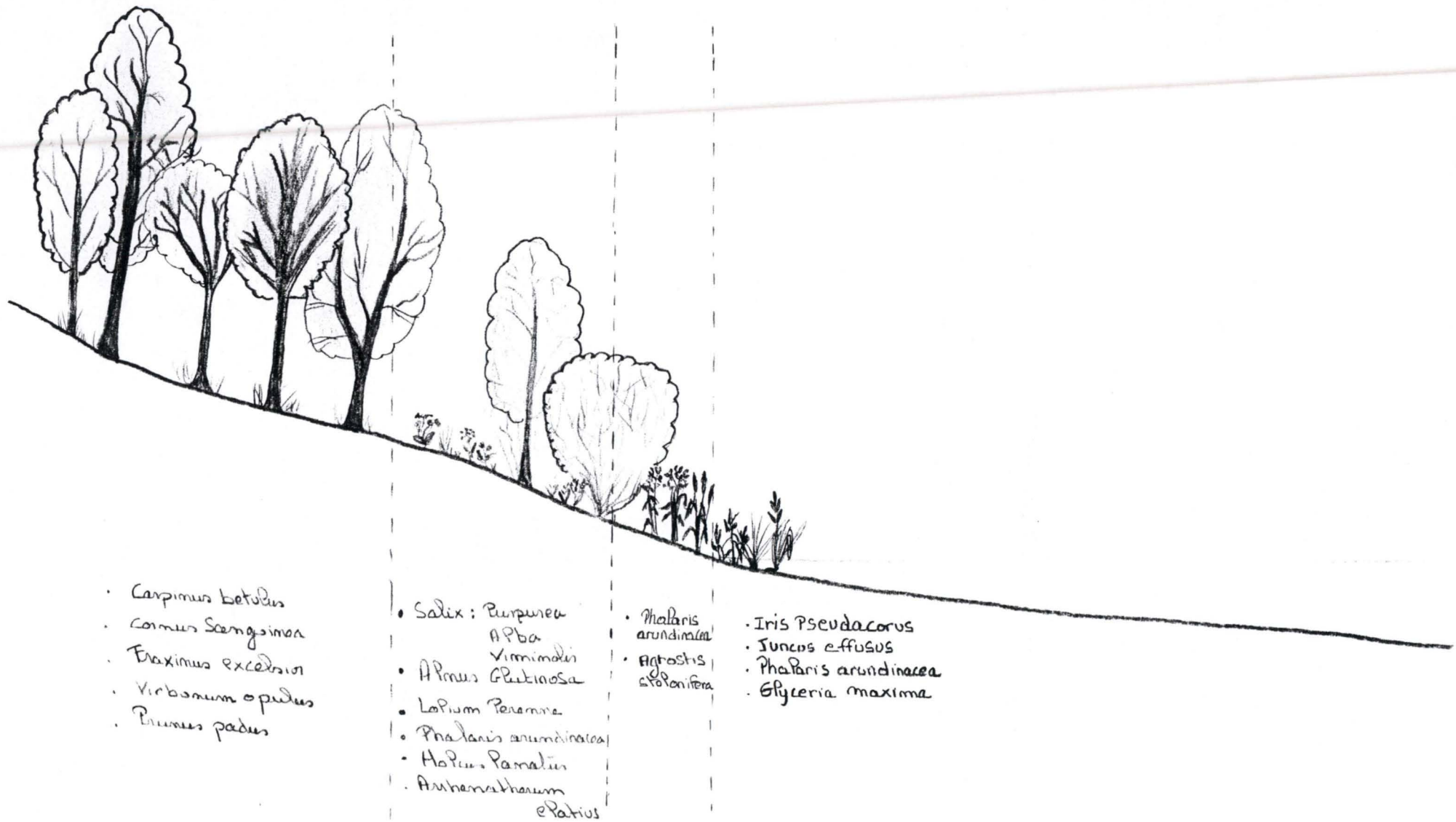


Figure 46 : Schéma représentant l'aménagement d'une berge par retalutage.

stabilisation, diversifier le couvert végétal et améliorer le potentiel d'habitats faunistiques (Figure 46).

Le géotextile, quant à lui, assure une solidité accrue des aménagements et leur protection immédiate en attendant que les végétaux aient acquis leur stade optimal de développement.

Si l'on désire recréer une zonation végétale au niveau de la berge érodée, plusieurs étapes sont nécessaires : retalutage, mise en place d'une natte de jute, ensemencement, plantation.

- La première étape est le retalutage de la berge pour que la végétation puisse s'y développer et jouer son rôle stabilisateur. Ce retalutage ne doit pas spécialement être en pente douce sur toute la largeur. Il faut une pente douce au pied de berge. Celle-ci permettra le développement d'une zone propice aux hydrophytes et aux héliophytes. Ensuite peut venir une pente un peu plus forte (talus 6/4) qui permettra le développement d'autres végétaux.

- La deuxième étape est la mise en place d'une natte en jute tissée de manière à couvrir la berge et éviter le ravinement en cas de crue durant les deux premières périodes végétatives. Cette natte est fixée par des agrafes métalliques en U, d'une longueur totale de 60 cm. Cette natte est ensuite recouverte d'une couche de remblai de terre végétale.

Le choix du type de géotextile n'est pas simple, car il doit répondre à divers critères dont deux, à priori, contradictoires. D'une part, les mailles doivent être les plus petites possible afin de retenir les particules fines en cas de crue et d'autre part, les plus grosses possible afin de ne pas étrangler les végétaux et permettre un développement correcte. C'est pourquoi nous avons choisi le jute (produit naturel et dégradable). Il offre une bonne résistance à la traction et il est tissé, ainsi, les fibres pourront s'écarter pour laisser passer les végétaux sans les étrangler.

- Un ensemencement manuel des surfaces travaillées est ensuite réalisé avec des mélanges différents pour le bas et le haut de la berge. Cependant, le fait d'utiliser un géotextile à mailles relativement fines (3-7 mm) oblige à réaliser l'ensemencement en deux étapes, à savoir une première fois avant la pose de la natte et une fois après, afin d'éviter que la majorité des graines ne reste piégée à la surface de la natte de jute.

On sait que certaines herbacées possèdent un réseau racinaire suffisamment développé pour qu'on puisse leur attribuer un rôle stabilisateur. C'est le cas des espèces présentes dans les mélanges utilisés lors des aménagements précédents.

Le mélange spécial pour bas de berge sur 0,5 m de haut (valable pour toutes les régions naturelles) (mélange numéro 1) contient :

<i>Phalaris arundinacea</i>	90 %
<i>Agrostis stolonifera</i>	10 %

Le mélange spécial pour le reste de la berge naturelle ou même pour toute la berge (valable partout) (mélange numéro 2) contient :

<i>Lolium perenne</i>	16 %	<i>Agrostis stolonifera</i>	5 %
<i>Phalaris arundinacea</i>	15 %	<i>Poa trivialis</i>	5 %
<i>Holcus lanatus</i>	14 %	<i>Plantago lanceolata</i>	5 %
<i>Arrhenatherum elatius</i>	12 %	<i>Phleum pratense</i>	2 %
<i>Dactylis glomerata</i>	10 %	<i>Trifolium repens</i>	2 %
<i>Festuca rubra subsp.rubra</i>	6 %	<i>Lotus pedunculatus</i>	1 %
<i>Agrostis capillaris</i>	6 %	<i>Achillea millefolium</i>	1 %

Cependant, il serait intéressant auparavant de vérifier si les mélanges contiennent bien de l'*Agrostis stolonifera*.

Le mélange de graines est simplement épandu à la main sur la surface travaillée. Un arrosage mécanique peut ensuite se faire s'il fait trop sec.

- Des plantations seront ensuite réalisées mais celles-ci varient également du bas au haut de la berge :

*Dans la zone d'hélophytes, on peut planter en mottes et rhizomes, deux pièces par m², des *Iris pseudacorus*, *Juncus effusus*, *Phalaris arundinacea*, *Glyceria maxima* ...

*Dans la partie basse de la berge, on peut placer des boutures de saule. Ces boutures sont des segments de branche (diamètre 2-4 cm, longueur 40-100 cm) ayant une forte capacité de rejets que l'on peut planter isolément et qui, en poussant, formeront un nouveau buisson, un nouvel arbre.

Cette méthode ne demande pas beaucoup de travail. Il suffit de préparer des trous avec une barre à mine d'un diamètre légèrement plus petit que celui des boutures (densité variable, mais entre 2 et 5 trous/m²).

On enfonce ensuite les boutures dans les trous en laissant dépasser un quart de la longueur à l'air libre (bourgeons dirigés vers le haut bien sûr). On arrose enfin la bouture avec 1 litre d'eau.

Voici des exemples d'espèces de saule intéressantes : *Salix alba* (saule blanc), *Salix viminalis* (saule des vanniers), *Salix purpurea* (saule pourpre).

- Des plantations d'espèces rivulaires peuvent avoir lieu sur l'ensemble du talus avec bien sûr des saules en bas de berge, suivis d'*Alnus glutinosa* (aulnes) et d'autres espèces telles que *Carpinus betulus* (charme), *Cornus sanguinea* (cornouiller sanguin), *Fraxinus excelsior* (frêne), *Viburnum opulus* (viorne obier), *Prunus padus* (cerisier à grappes).

Pour réaliser les plantations, il suffit de creuser un trou plus ou moins important, de façon à pouvoir installer le nouveau plan sans que les racines ne soient comprimées au fond. On recouvre ensuite les racines de terre et l'on tasse le matériau afin que tout le réseau racinaire soit en contact direct avec la terre pour assurer une bonne reprise.

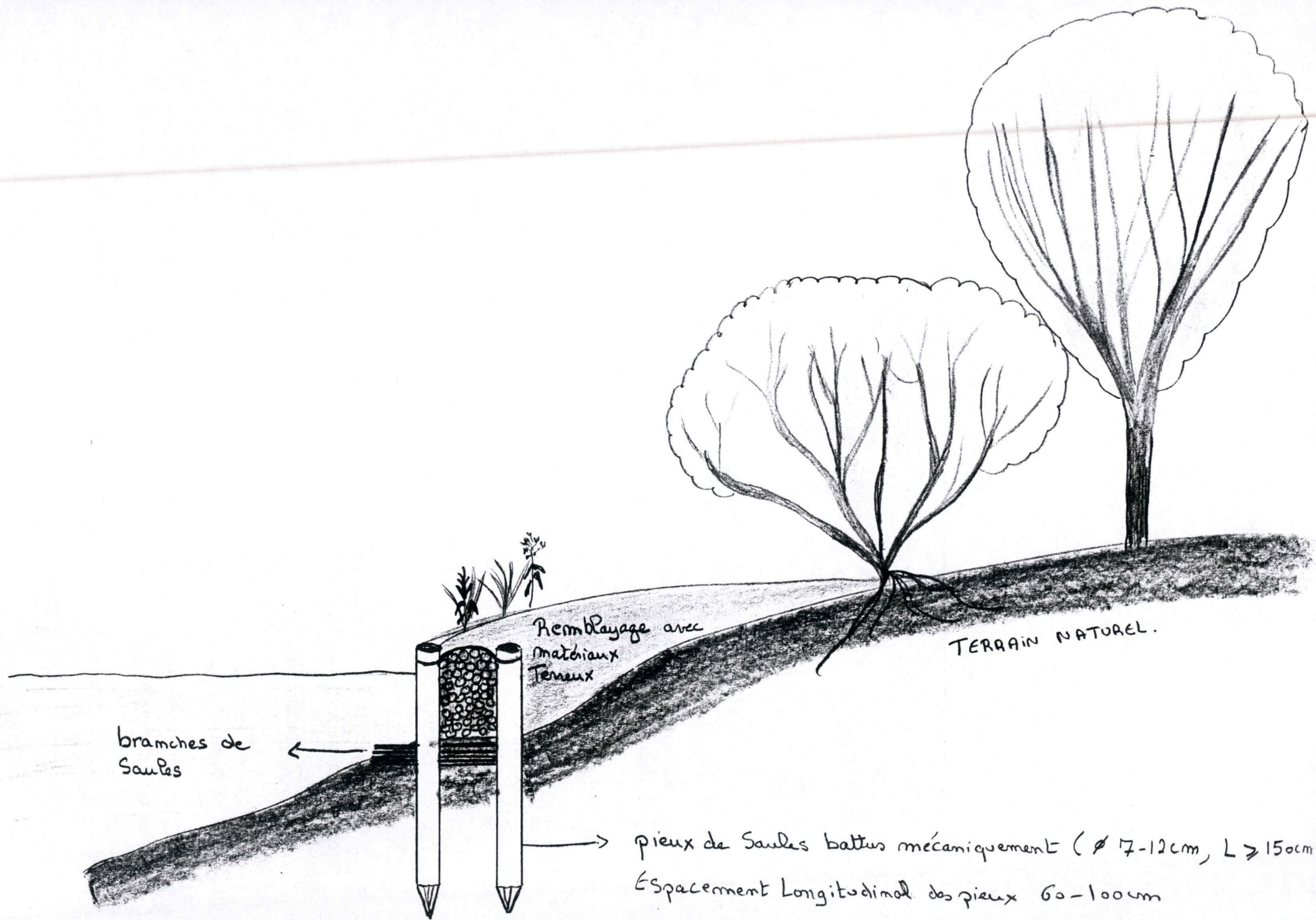


Figure 47: Schéma simplifié de la technique de stabilisation des sols par des pieux de saules.

5.2.2. Fascinage

Pour fasciner la berge (Figure 47), la première étape serait de la taluter avec une pente 6/4, ensuite de confectionner un solide pied de berge en fascines de saule. Pour cela, on placera d'abord deux rangées de pieux parallèlement à la berge. Ces pieux de saule (ou autres) d'une longueur de 150 cm minimum selon la nature des sols doivent avoir un diamètre de 7 à 12 cm. Ils seront espacés de 60 à 100 cm sur la longueur. Par contre, les deux rangées seront séparées par une distance variant de 20 à 40 cm. Ces pieux seront enfoncés par battage mécanique.

On va ensuite poser des branches de saule entre les pieux que l'on prendra soin de compacter au maximum après avoir intégré de fines couches de matériaux terreux entre les branches.

On attachera ensuite des fils de fer aux pieux des deux rangées, perpendiculairement aux branches, pour empêcher ces dernières de se déplacer.

On recouvrira l'ouvrage avec des matériaux terreux afin que les branches ne se dessèchent pas et prennent racines.

Il est intéressant, pour éviter un déchaussement de l'ouvrage par le dessous (en raison de la granulométrie fine du substrat) de placer des branches de saules sous la fascine. Ces branches seront enfoncées dans la berge et partiront perpendiculairement à celle-ci.

Les fascines protégeront ainsi le pied de berge, mais elles ne constituent pas une technique appropriée pour la protection du talus entier.

Il est également intéressant de refaire un talutage 6/4 derrière. On pourrait ainsi planter en bas de berge une rangée de saules suivie d'aulnes et de frênes. Les saules protégeront le talus et les plantations lors des premières crues. Les racines de l'aulne, plus lentes à se développer, formeront une barrière parallèle au cours d'eau. Elle serviront également de cache pour la faune aquatique. Les frênes, quant à eux, ont des racines qui fuient l'eau. Elles empêcheront l'eau de contourner les aulnes. D'autres plantations suivant les indications de l'annexe 1, peuvent être intéressantes dans le haut du talus.

5.2.3. Epis

Dans le cas des épis, le but est de réduire la vitesse d'écoulement par la présence d'une densité importante de branches. Des sédiments fins pourront alors se déposer et reconstituer la berge (Figure 48).

- Pour cela, on va enfoncer par battage mécanique des pieux de saules (ou autres) d'une longueur supérieure ou égale à 200 cm et d'un diamètre de 7 à 15 cm. On placera ainsi des rangées de pieux de la berge vers le centre du cours d'eau.

Ce qui peut causer certaines difficultés dans la réalisation de ce genre de technique est la taille des pieux. Ces derniers, au centre du cours d'eau, doivent atteindre une hauteur

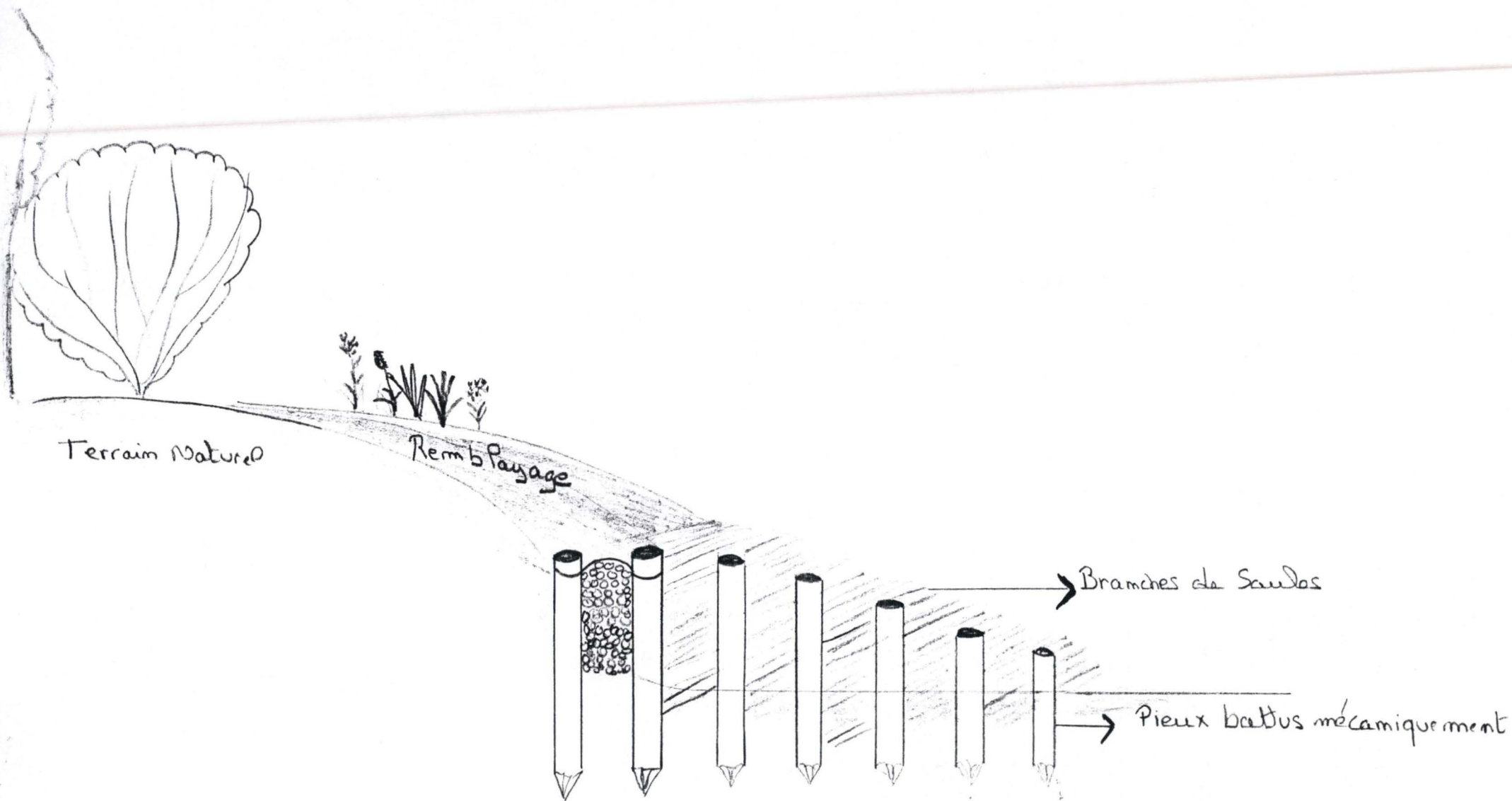


Figure 48 : Schéma représentant la stabilisation d'une berge par des épis, fascine et talus.

similaire au niveau d'étiage. Lorsqu'on se dirige vers la berge, la taille doit augmenter en conséquence. Mais il ne faut pas oublier que la partie enterrée doit être très importante (au moins 1 m 50) si on ne veut pas que la construction soit emportée dès les premières crues.

On placera ensuite des branches de saules entre ces pieux, en commençant par le centre.

Ces branches seront enfoncées dans le fond du cours d'eau et partiront obliquement pour remonter à la surface. Des branches seront bien compactées et on y placera de la terre pour assurer une meilleure reprise.

Pour la construction de ce type d'aménagement, il faut commencer en amont de la zone étudiée et y construire le premier épi. Ensuite on regarde sur le terrain l'évolution du courant et on place le deuxième épi de telle façon que le courant ne puisse atteindre directement la berge. Ce courant sera ainsi dévié vers le centre du cours d'eau. Le nombre d'épis pour l'ensemble de l'aménagement se détermine donc sur le terrain.

Pour ce qui est de l'orientation, tout dépend de la situation de l'épi par rapport au méandre. C'est-à-dire que les épis situés en amont du cours d'eau devraient avoir une direction vers l'aval. Ensuite au centre du méandre l'orientation serait plutôt perpendiculaire, pour terminer avec une orientation vers l'amont.

Pour la longueur des épis, elle devrait correspondre à la moitié de la largeur du cours d'eau en période d'étiage. C'est-à-dire 5 à 6 m de long. Cette longueur semble à priori trop élevée. Ceci est dû à une grande différence de la largeur du cours d'eau entre les périodes de crues et celles d'étiages. Pourtant une longueur moindre risque de diminuer l'efficacité de ces épis lors de la période la plus intéressante.

Pour éviter de rencontrer ces problèmes, on peut réaliser des épis de 4 m au maximum. Mais ces derniers seront plus proches les uns des autres, c'est-à-dire que le nombre total d'épis sera plus grand.

On peut également combiner la deuxième proposition, c'est-à-dire placer contre le bas de la berge talutée des fascines ainsi que des boutures, des semences, des plantations en plus du géotextile (voir les propositions précédentes).

Chaque type d'aménagement peut assurer une bonne stabilisation de la berge. Cependant, son choix dépend de divers facteurs tels que le coût engendré, l'entretien,... ainsi que la surface de terrain nécessaire. En effet les travaux nécessitent une certaine surface de terre appartenant à l'agriculteur. Il faudra donc sensibiliser ce dernier entre autre pour travailler sur une partie de ses terres, ainsi que pour assurer le maintien d'une zone d'arbres en haut du talus. Il faudra désormais éviter que l'agriculteur cultive trop près de la berge, activant le risque d'effondrement. Ainsi, les produits de type herbicides ne s'écouleront plus directement dans le cours d'eau.

6. Discussion Générale

6. Discussion générale

La Lesse est un cours d'eau relativement sauvage qui voit sa végétation riveraine disparaître. Or, sans cette végétation, l'érosion des berges, provenant de l'évolution naturelle de la rivière, est accélérée.

Faut-il aménager les berges de la Lesse pour lutter contre cette érosion? La réponse est controversée.

Le façonnement des berges est un phénomène naturel. Il a toujours existé. Il vaudrait mieux laisser faire la nature et éviter tant que possible l'intervention humaine.

Une faune particulière s'est développée dans les berges érodées; c'est le cas du martin-pêcheur et de l'hirondelle-de-rivage. Consolider les berges, c'est réduire leur habitat.

Les crues et les inondations sont aussi des phénomènes naturels. Elles permettent la fertilisation des sols et la création d'une zonation végétale.

Il ne faudrait pas non plus transformer la Lesse en un canal d'écoulement.

Voilà quelques raisons pour ne pas intervenir.

Cependant, il s'avère parfois nécessaire d'aménager tout simplement pour empêcher, par exemple des érosions qui mettraient en danger des personnes ou des biens.

De nombreux types de travaux existent dont les techniques plus classiques du mur ou du perré maçonné. Ces aménagements assurent une stabilité de la berge, arrêtant son évolution, mais ils provoquent également une diminution de la diversité aussi bien faunistique que floristique. L'impact sur le paysage s'en fait ressentir. Ce type de protection réduit également le pouvoir de régulation des crues réalisé par les zones alluviales, ce qui accroît considérablement les dangers d'inondations.

Les techniques douces

La reconnaissance actuelle des caractéristiques écologiques et paysagères du milieu riverain et de l'intérêt des végétaux comme matériaux de lutte contre l'érosion des berges a induit une évolution des techniques d'aménagement mises en œuvre. Les techniques douces sont basées sur le pouvoir de fixation des plantes assurant une stabilisation dynamique croissante de la berge. En effet, la protection souvent faible au début devient de plus en plus efficace au fur et à mesure de la croissance et du développement des plantes. De plus elles offrent une résistance souple aux forces du courant permettant de mieux dissiper l'énergie.

Ce type d'aménagement par techniques douces a tout d'abord un intérêt écologique. En effet, il existe, pour la restauration naturelle des rives, différentes formes d'implantation des végétaux. On peut aussi bien utiliser des segments de végétaux que des végétaux entiers ou des graines. Diverses techniques de protection végétale sont ainsi réalisables permettant d'augmenter le nombre de microhabitats différents. Remarquons qu'augmenter la biodiversité faunistique et floristique apporte aussi un revenu économique par la pêche.

On peut noter un intérêt paysager. Un paysage uniformisé tel un canal n'est pas très attirant pour les touristes, au contraire des zones rivulaires avec une flore et une faune importantes, offrant un paysage agréable sont attrayants pour le public. Cela assure un revenu économique grâce aux différentes activités de loisirs.

Résultats des suivis

Au niveau de la Lesse, des aménagements par techniques douces ont été réalisés à Furfooz et à Villers-sur-Lesse avec pour but de stabiliser les berges anciennement érodées tout en augmentant la biodiversité faunistique et floristique.

La berge située à Furfooz a été aménagée en 1995 avec des plantations et des enrochements comme compléments. Quatre techniques y sont visibles : un renforcement du pied de berge à l'aide de blocs de pierre superposés en plus d'un retalutage, quelques blocs de pierre déposés en bas de berge en plus d'un retalutage, un simple talus et enfin, un talus avec des plantations de ligneux.

La berge située à Villers-sur-Lesse a été aménagée en 1996 à l'aide de végétation. Trois techniques différentes y sont visibles : un simple retalutage, un retalutage plus du fascinage en bas de berge et, enfin, un retalutage accompagné d'épis.

Notre étude consiste à réaliser des suivis de ces berges récemment aménagées pour vérifier que les buts (stabilisation et diversité) ont bien été atteints.

Nous nous sommes d'abord intéressés aux techniques utilisées pour examiner la stabilité de la berge après un aménagement. Nous avons ensuite réalisé divers suivis floristique et faunistique pour évaluer la biodiversité. Une année ne suffit pas pour approfondir tous ces points. Il faudrait, par exemple, observer les aménagements juste avant et juste après une crue importante pour connaître l'impact réel de cette crue.

Même si nous n'avons pu le montrer concrètement, l'ensemble "aménagement-faune-flore" est lié.

La morphologie des berges

Pour ce qui concerne le suivi de la morphologie des berges, on observe une évolution plus nette à Villers-sur-Lesse qu'à Furfooz. A Villers-sur-Lesse le fascinage a permis un dépôt important de sédiments et les épis même s'ils n'ont pas l'air de bien reprendre ont créé des zones calmes. Il est cependant difficile de connaître l'origine exacte de cette évolution : Villers et Furfooz ne sont pas comparables. En effet, Villers

a été aménagé plus récemment et Furfooz présente un tronçon rectiligne tandis qu'à Villers nous sommes dans un méandre.

Suivi faunistique

Pour ce qui concerne les suivis faunistique et floristique, le tableau ci-contre reprend l'ensemble des données récoltées.

Nous avons ainsi pu observer un développement important de la végétation herbacée au niveau des berges aménagées alors que cette végétation est pratiquement absente au niveau des berges érodées. Nous avons échantillonné 67 espèces pour l'ensemble des sous-secteurs à Furfooz ainsi qu'à Villers-sur-Lesse. Comme il a déjà été montré (p. 53) les espèces herbacées sont entre autre liées aux semences utilisées dans le but de stabiliser la berge. Mais une bonne partie de la végétation provient d'une recolonisation naturelle possible grâce à la création d'une pente douce. On observe ainsi, aussi bien à Furfooz qu'à Villers-sur-Lesse, 56 espèces dues à une recolonisation naturelle et 11 espèces dues aux semences. Il est intéressant de noter que dans chaque cas 3 espèces de plantes "normalement" présentes dans les semences (*Agrostis stolonifera*, *Agrostis cappilaris* et *Festuca rubra*) n'ont pu s'adapter à la berge. L'utilisation de techniques douces pour stabiliser une berge anciennement érodée est donc intéressante pour le développement d'une végétation herbacée.

Les insectes

A priori, on observe une plus grande diversité faunistique pour les secteurs de Furfooz que pour ceux de Villers-sur-Lesse. En ce qui concerne la faune entomologique, on peut se rendre compte que la végétation due aux aménagements est un paradis pour les insectes. En effet, il a été montré (p.57) que la plupart des insectes sont inféodés à des espèces végétales particulières : *Tingis cardui* et *T. ampliata* vivent sur les chardons (*Cirsium*, *Carduus*), *T. crispata* sur *Artemisia vulgaris*, *T. pilosa* sur *Galeopsis*, *Dictyla humili* sur *Symphytum*, *Piesma maculatum* sur les chénopodes, *Metopoplax* sur *Matricaria*, etc... D'autres insectes, dont la présence fut notée, sont simplement attirés par les nombreuses floraisons. On peut noter d'après nos échantillons un nombre de taxa de 48 pour Furfooz et de 42 pour Villers-sur-Lesse. Cette similitude pourrait s'expliquer par des aménagements similaires au niveau du talus (Plantation, ensemencement, géotextile). Malgré cette similitude, le nombre d'individus total est plus important à Furfooz. Cela s'expliquerait pas un temps d'adaptation et de développement plus important pour la végétation à Furfooz qu'à Villers-sur-Lesse. Les observations ont été réalisées peu après l'exécution des travaux à Villers-sur-Lesse tandis que la végétation de Furfooz a eu un an pour s'adapter.

Macroinvertébrés - poissons

Si on compare les berges aménagées de Villers-sur-Lesse et celles de Furfooz, la diversité de macroinvertébrés ainsi que le nombre de taxa est plus important à Furfooz. Cependant, n'oublions pas que de nombreux facteurs autres que l'aménagement lui-même sont responsables de cette répartition de macroinvertébrés. C'est pourquoi, nous avons

comparé deux berges similaires à Lessive. Cette comparaison nous a montré (p. 58) que la diversité de macroinvertébrés est plus importante dans le cas d'une berge naturelle avec végétation (indice de Shannon de 3710) que dans le cas d'une berge érodée ($H = 3057$). Il en est de même pour la répartition de la faune piscicole. Les différences observées sont dues à de nombreux facteurs tels que la qualité de l'eau, la situation géographique etc... Cependant, on peut quand même noter que le nombre d'espèces est de 11 à Furfooz et de 9 à Villers-sur-Lesse.

Si l'on regarde l'ensemble des sous-secteurs de Furfooz, que ce soit pour les macroinvertébrés ou pour les poissons, le nombre d'individus est plus important pour les enrochements. En effet, ces derniers offrent une diversité de microhabitats importante.

Pour les poissons, on observe à Villers-sur-Lesse une faible diversité de microhabitats responsable de la répartition de cette faune. En effet, au niveau des fascines, l'envasement a attiré des espèces de poissons tels que la loche et la lamproie alors que les épis, par la présence de zones calmes ont attiré des alevins.

conclusion

De nombreux liens entre la faune, la flore et l'aménagement existent. Si l'on veut connaître le degré de stabilité offert par les techniques d'aménagement utilisées ainsi que la biodiversité faunistique et floristique qui en découle, il faudrait continuer les suivis sur une période beaucoup plus longue, ainsi qu'améliorer et systématiser les techniques d'échantillonnage (voir perspective). Dans le cadre de ce mémoire différents suivis ont été réalisés au niveau de ces berges. Ces suivis nous ont permis de montrer que la diversité est plus importante pour une berge aménagée que pour une berge érodée. En effet, la création d'une pente douce permet à la végétation herbacée de s'y adapter alors qu'une berge érodée, abrupte, est, en général, dépourvue de toute végétation. Attirée par cette dernière, il en découle également une importante diversité de la faune terrestre.

Nous avons également pu, pour la faune aquatique de type macroinvertébré, mettre en évidence la présence d'un plus grand nombre d'individus et de taxa pour une berge aménagée que pour une berge érodée. Il a été également démontré, pour deux autres berges situées à Lessive, que la diversité des macroinvertébrés est plus importante pour une berge naturelle avec végétation que pour une berge abrupte.

Nous avons également essayé de montrer d'autres liens existants entre l'aménagement par techniques douces d'une berge érodée, l'augmentation de sa diversité de la faune et de la végétation. Cependant, pour qu'ils puissent être confirmés avec certitude, les suivis au niveau de la biodiversité faunistique et floristique devront être approfondis, les méthodes d'échantillonnage devront être systématisées et les prélèvements devront être exécutés de façon répétée dans le temps. Des données plus conséquentes permettront de mettre en évidence les liens entre «aménagement-flore-faune» qui n'ont pu l'être dans le cadre de ce mémoire.

Proposition d'aménagement

L'ensemble des données étudiées dans le cadre de ce mémoire a permis de montrer l'importance que joue un aménagement par technique douce au niveau de la biodiversité floristique et faunistique.

Les propositions d'aménagement (p. 65) qui ont été réalisées ont pour but principal de stabiliser la berge érodée. La troisième proposition permettra d'offrir, en plus de la stabilité, des zones d'eau calmes entre les épis, des abris, des caches, des lieux de ponte, de la nourriture pour la faune aquatique. Les épis permettront en plus une reconstitution de la berge par sédimentation au niveau de laquelle des plantes semi-aquatiques pourront se développer, augmentant, grâce à la mosaïque de microhabitats, la biodiversité floristique et faunistique.

Le fascinage, quant à lui, stabilisera le pied de berge, empêchant un déchaussement des épis lors des crues et protégeant le talus grâce aux rejets de saules. Ce fascinage apportera également de nombreux abris et de la nourriture pour la faune aquatique.

La berge retalutée offrira une pente douce permettant à la végétation de s'y développer. Celle-ci assurera, grâce à son enracinement, une stabilité de l'ensemble ainsi qu'une augmentation de la diversité entomologique. Cependant, n'oublions pas, si c'est possible, de laisser des zones aménagées sans plantation d'arbre car ils vont refermer le milieu et l'ensemble de la faune liée à la strate herbacée disparaîtra.

Tableau 20 : Nombre d'unités systématiques observées pour la faune et la flore des différents sous-secteurs.

Secteur	Sous-secteur	Nombre d'unité systématique			
		Plantes	Insectes	Poissons	Macroinvertébrés
FURFOOZ	F1	43	48	8	41
	F2	41		9	39
	F3	32			
	F4	44			
VILLERS-SUR-LESSE	V1	51	42	6	34
	V2	39		5	36
	V3	28			

Tableau 21 : Nombre d'unités systématiques observées pour la faune et la flore des secteurs de Furfooz et Villers-sur-Lesse.

	Nombre d'unité systématique observé pour chaque secteur			
	Plantes	Insectes	Poissons	Macroinvertébrés
Furfooz	67	84	11	48
Villers-sur-Lesse	67	72	9	42

7. Résumé - Conclusion - Perspectives

7. Résumé - Conclusion - Perspectives

Les cours d'eau par le façonnement (érosion et sédimentation) des berges évoluent dans l'espace et dans le temps. Une érosion plus ou moins importante peut conduire à la détérioration complète de cette zone de transition qu'est la berge. Il est donc nécessaire de la protéger par diverses techniques de stabilisation. Les techniques douces, qui utilisent la capacité qu'ont les végétaux de stabiliser le sol grâce à leur enracinement, intègrent les facteurs écologiques en plus d'assurer une stabilité dynamique de la berge. Elles permettent de maintenir une diversité optimale de microhabitats ainsi qu'une biodiversité faunistique et floristique importante.

Mais avant tout aménagement, la berge érodée doit faire l'objet d'une étude d'impact afin d'évaluer la nécessité des travaux, de mesurer les conséquences positives et négatives à tous les niveaux et de choisir la technique la moins dommageable pour l'environnement. Lorsque des travaux sont réalisés, tout n'est pas fini. Commence alors le suivi et l'entretien régulier de la berge stabilisée. L'étude écologique de ces aménagements est donc un travail de longue haleine nécessitant une approche interdisciplinaire : des études biologique, physique, géomorphologique, socio-économique et paysagère sont nécessaires.

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons proposé, pour la berge érodée à Villers-sur-Lesse, différents types d'aménagement par techniques douces. Cependant, l'étude réalisée auparavant pour cette berge ne fut que très superficielle. A priori, cette érosion ne semble pas mettre en danger des biens ou des personnes. On pourrait donc se demander si cette proposition de stabilisation de berge est indispensable.

En effet, le cours d'eau a toujours existé et cela bien avant que l'homme n'intervienne. De plus, ce type de berge abrupte, même s'il présente moins de diversité de microhabitats, joue un rôle aussi important pour la faune que n'importe quelle autre berge naturelle. C'est le cas des hirondelles-de-rivage et des martins-pêcheurs qui y nidifient et dont la survie dépend.

D'un autre côté, comme il a déjà été démontré auparavant, une stabilisation de la berge par les techniques douces proposées permettra de recréer une zone accueillante aussi bien pour la végétation que pour la faune.

Mais avant de choisir d'aménager ou non une berge, une réunion de concertation est en principe organisée... chaque partie ayant un intérêt différent vis-à-vis du cours d'eau, pourra exposer son point de vue, présenter ses arguments dans un sens ou dans l'autre et proposer dans le cas échéant d'autres solutions. On pourra ainsi se rendre compte qu'il n'est pas simple de concilier les différentes associations.

Par exemple, nous avons l'ami de la nature pour qui la rivière et son environnement immédiat constituent un milieu bien particulier où vivent des populations anciennes d'animaux et des plantes parfaitement adaptées. La conservation de ces espèces réclame, à ses yeux, une perturbation minimum des caractères physiques et chimiques du biotope naturel. Toute modification de la température, de la profondeur et de la vitesse de l'eau, de sa qualité et de la nature du substrat peut être cause de troubles profonds dans les équilibres établis.

Nous avons le pêcheur qui appréciera une rivière à haute potentialité piscicole. Cela implique une disposition appropriée de plantes aquatiques et rivulaires, l'abondance de caches et abris dans le fond du lit et les berges, le maintien en permanence d'une hauteur d'eau suffisante, la présence de zones propices au frai...

Le Service des Cours d'Eau Non Navigable, quant à lui, vise à maîtriser le cours d'eau principalement en tant que vecteur physique des eaux superficielles. Pour remplir sa mission de protection des personnes et des biens, il sera amené à résoudre deux problèmes : l'adaptation de la capacité d'écoulement aux débits de crues, particulièrement dans les zones habitées, et la lutte antiérosive là où la propriété riveraine est menacée.

Dans notre cas, les terrains voisins du cours d'eau à Villers-sur-Lesse appartiennent à la donation royale, ainsi, ce qui sera perdu d'un côté sera de toute façon récupéré de l'autre par ce même propriétaire. De plus, ce terrain utilisé comme surface de culture de maïs ne présente aucune habitation dans le voisinage. Cependant, la proposition d'un aménagement dépendra quand même de l'agriculteur. En effet, la plupart des agriculteurs, recherchant le profit, cultive jusqu'au bord de l'eau, accélérant ainsi l'érosion de la berge. Si ce dernier n'est pas sensibilisé par les nouvelles techniques d'aménagement, il sera difficile d'obtenir une surface importante pour créer les différentes zonations végétales. De plus, il sera difficile de l'obliger à laisser une surface tampon entre son champ et le cours d'eau alors qu'actuellement il cultive déjà à moins de 50 cm du bord du cours d'eau.

Personnellement, ma tendance serait de laisser le cours d'eau évoluer puisque nous nous trouvons dans une zone non habitée où l'érosion ne semble pas déranger qui que ce soit. Cependant une étude d'impact au niveau de la berge érodée s'avère indispensable pour mesurer les conséquences qui découleront de l'érosion de la berge. En effet, comme on l'a déjà dit auparavant, l'érosion de la berge à Villers-sur-Lesse aura peut-être comme conséquence, avec le temps, la réunion du cours d'eau Lesse avec la Wimbe. Il est donc nécessaire de faire différentes mesures pour voir réellement les dégâts qui pourraient en découler. Car si dans la zone même d'érosion aucun danger d'inondation pour des personnes ne semble présent, il faut noter que des conséquences pourraient s'en faire ressentir en aval, au niveau de villages par exemple.

Maintenant, si un aménagement s'avère nécessaire, nous nous pencherons en premier lieu vers des techniques douces permettant d'assurer une stabilisation dynamique de la berge tout en y assurant un maximum de diversité des types de microhabitats. Mais même en techniques douces, il ne faut pas oublier d'éviter toute uniformisation du cours d'eau. Car, par exemple, le fait de boiser une berge aura pour conséquence de fermer le milieu qui sera alors progressivement déserté par toute la faune héliophile ou liée à la strate

herbacée. Une solution serait de maintenir des tronçons ouverts alternant avec des tronçons boisés.

Dans le cas d'aménagement futur, n'oublions pas que des suivis doivent être réalisés entre autre pour observer l'évolution de la berge du point de vue morphologique et du point de vue diversité faunistique. Permettant ainsi de voir si des entretiens sont nécessaires. En effet, l'efficacité optimale des techniques végétales n'est réelle qu'après quelques années de croissance des végétaux. La présence de rats musqués peut détruire la berge par les nombreux terriers creusés. En présence de bétail, si aucune barrière n'est mise le développement de la végétation stabilisante n'est pas possible à cause du piétinement, etc...

Les suivis qui ont été réalisés dans le cadre de ce mémoire regroupent des observations effectuées pendant quelques mois. Ces suivis devraient être, pour bien faire, réalisés sur plusieurs années. De plus les méthodes d'échantillonnage pourront être systématisées et exécutées de façon répétée dans le temps.

* Il serait ainsi intéressant pour la partie floristique de réaliser non pas un quadrat par sous-secteur défini mais bien plusieurs. Permettant ainsi de voir si des différences pour les espèces échantillonnées s'observent uniquement entre les sous-secteurs ou si des différences s'observent également dans un même sous-secteur.

* Pour la faune entomologique, on pourrait, en cas d'études approfondies, automatiser les piégeages d'insectes. On pourrait également placer des pièges pour connaître la faune qui se déplace au niveau de ce dernier et pas uniquement liée à la floraison.

* Au niveau de la faune piscicole, il faudrait augmenter le nombre de pêches pour observer le rôle que joue la variable temps par rapport à la répartition des poissons. De plus une augmentation des échantillonnages et une systématisation de ces derniers donneront des résultats plus conséquents. Ce qui est intéressant pour mettre en évidence les liens entre le type d'habitats offert et la répartition des espèces (Haury et Baglinière, 1996) ainsi que le type de nourriture et le régime alimentaire des différents poissons (Spillmann, 1965).

* Pour la faune de macroinvertébrés, il faudrait également continuer les prélèvements dans le temps. On pourrait réaliser plusieurs surber (entre 6 et 10) pour chaque station étudiée (50 à 100 m). Les échantillons donnant des résultats de type quantitatif en plus des données qualitatives obtenues par le troubleau. On pourra voir le lien proie-prédateur avec les poissons mais également par rapport aux macroinvertébrés présents et au substrat présent après aménagement ainsi que par rapport au régime alimentaire de ces macroinvertébrés (Cogerino & al, 1995 et Merritt & Cummin, 1996).

8. Références Bibliographiques

- Anonyme (1973).** Stabilisation végétale des cours d'eau. *Service fédéral des routes et des digues*, Berne, 39 pp.
- Anonyme (1980).** Problématique de l'aménagement des cours d'eau. Contribution. Ministère de l'Agriculture de la Région Wallonne, 40 pp.
- Anonyme (1985).** Zones inondables : Bassin de la Lesse. *Rapport 1b du Ministère Wallon de l'Équipement et des Transports*, 77 pp.
- Balzat, N-H. (1996).** Instauration d'un débit minimal pour la navigation sur certains cours d'eau. *Le pêcheur Belge* : 2-3.
- Blanc, M. (1984).** Stabilisation du lit et des berges en rivière. Réparation des seuils anciens et protection des berges par enrochements. *CEMAGREF*, 35-86.
- Bournaud, M. & Amoros, C. (1984).** Des indicateurs biologiques aux descripteurs de fonctionnement : quelques exemples dans un système fluvial. *Bull. Ecol.*, 15 (1) : 57-66.
- Bournaud, M. & Cogérino, L. (1986).** Les microhabitats aquatiques des rives d'un grand cours d'eau : approche faunistique. *Annls Limnol.*, 22 (3) : 285-294.
- Bournérias, M. (1968).** Guide des groupements végétaux de la Région Parisienne. *SEDES*, Paris, 290 pp.
- Cogérino, L., Cellot, B. & Bournaud, M. (1995).** Microhabitat diversity and associated macroinvertebrates in aquatic banks of a large European river. *Hydrobiologia*, 304 : 103-115.
- Côté, L., réd. (1996).** Restauration naturelle des rives du Saint-Laurent...entre Cornwall et l'île d'Orléans... Guide d'interventions, *Environnement Canada, Service Canadien de la Faune*, X + 150 pp.
- De Langhe, J-E., Delvosalle, L., Duvigneaud, J., Lambinon, J. & Vanden Berghen, C. (1973).** "Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines". *Ed. Patrim. Jardin bot. nat., Meise*, XCVII + 821 pp.
- Delvaux, C. (1993).** Le maillage écologique en Fagne schisteuse herbagère : position phytosociologique, déterminisme écologique et cartographie des éléments relictuels de prairies semi-naturelles. *Mémoire de licence, Université Libre de Bruxelles*, 92 pp.

- De Saeger, P. (1970).** Réserves et parcs naturels d'Ardenne et Gaume. *Parcs Nationaux*, 25 (1) : 17-19; 27-29.
- Delescaille, L.-M. (1987).** Les eaux courantes. Introduction à l'écologie et à l'aménagement écologique des cours d'eau. *E.N.P.N. & Centre Marie-Victorin, Vierves*, 76 pp.
- Dethioux, M. (1974).** Quelques aspects de l'écologie de l'Aulne glutineux. *Parcs Nationaux*, 29 (3) : 118-129.
- Dethioux, M. (1982).** Les cariçaies du bord des eaux. *Comm. Centre Ecol. Forest. et Rurale*, Gembloux, N. S. n°34, 21 pp.
- Dethioux, M. (1986).** Essais de bouturage de graminées sur les berges de deux cours d'eau belges. *Revue de l'agriculture n° 6*, vol. 39 : 1361-1366.
- Dethioux, M. (1989a).** Aménagement écologique des cours d'eau. Espèces aquatiques des eaux courantes. Coédition du *Ministère de la Région wallonne et du Centre de Recherche et de Promotion forestières, Gembloux*, 72 pp.
- Dethioux, M. (1989b).** Aménagement écologique des cours d'eau. Espèces herbacées du bord des eaux. Coédition du *Ministère de la Région wallonne et du Centre de Recherche et de Promotion forestières, Gembloux*, 143 pp.
- Dethioux, M. (1989c).** Aménagement écologique des cours d'eau. Espèces ligneuses de la berge. Coédition du *Ministère de la Région wallonne et du Centre de Recherche et de Promotion forestières, Gembloux*, 80 pp.
- Dethioux, M., Limbourg, P. & Noirfalise, A. (1983).** Répertoire écologique des espèces herbagères de Belgique. *Comm. Centre Ecol. Forest. et Rurale, Gembloux*, N. S. n°37, 29 pp.
- Didier, J. (1997).** Indice Biotique d'Intégration Piscicole pour évaluer la qualité écologique des écosystèmes lotiques. *Thèse de doctorat, Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Namur*.
- Ellenberg, H. (1988).** Vegetation ecology of Central Europe. 4^e ed., *Cambridge University press*.

- Evrard, M. (1996).** Utilisation des exuvies nymphales de Chironomidae (Diptera) en tant qu'indicateurs biologiques de la qualité des eaux de surface wallonnes. *Thèse de doctorat, Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix, Namur.*
- Fellrath, M. (1980).** La rivière, milieu vivant. *Atlas visuels Payot Lausanne*, Vol 7-8, 128 pp.
- Fetter, S., Batteux, A., Hanton, C. & Stassin, O. (1996).** Année de l'Aulne. *Ministère de la région Wallonne, Division Nature et Forêts*, 34 pp.
- Frennet, L. (1948).** Une exploration entomologique au parc national de Furfooz. *Parcs Nationaux*, 2 : 8-10.
- Froment, A., Verniers, G., Taffein, C. et Micha, J-C. (1982).** L'aménagement écologique des cours d'eau" (deuxième partie). *Groupe d'Ecologie Appliquée, A.S.B.L., Louvain-la-Neuve*, 54 pp.
- Gerard, P., Moreaux, B., Grollinge, B. (1997) :** Bref aperçu de la gestion halieutique de Basse-Lesse. Rapport intermédiaire non publié. *Centre forestier de Gembloux*, 6 pp.
- Gratton, L. (1989).** L'utilisation des plantes ligneuses dans la stabilisation des berges en milieu agricole. Rapport rédigé pour le *Ministère du Loisir, de la chasse et de la pêche*, Québec, 66 pp.
- Guinochet, M. (1970).** Clé des classes, ordres et alliances phytosociologiques de la France. *Naturalia monspeliensia*, sér. bot., 21 : 79-119.
- Haury, J. & Baglinière, J.-L. (1996).** Les macrophytes, facteur structurant de l'habitat piscicole en rivière à Salmonidae. Etude de microrépartition sur un secteur végétalisé du Scorff (Bretagne-Sud). *Cybium 20 (3) suppl.* : 111-127.
- Jacob, J-P. & Paquay, M. (1992).** Oiseaux nicheurs de Famenne: Atlas de Lesse et Lomme. *Aves, Liège*, 360 pp.
- Jacquemin, J. (1971).** Etude écologique des invertébrés d'une station de la Lesse". *Mémoire de licence, Université Catholique de Louvain*, 112 pp.
- Lachat, B. (1984).** Stabilisation de cours d'eau par la végétation. Un aspect du génie biologique. *Wasser, energie und luft*, n° 9 : 177-180.
- Lachat, B. (1991).** Le cours d'eau, conservation, entretien et aménagement. Conseil de

- l'Europe, Strasbourg, 84 pp.
- Lachat, B. (1993).** Le cours d'eau : conservation, entretien et aménagement. Stabilisation du lit des cours d'eau protection de berges. *Série aménagement et gestion n°2*, Strasbourg 1991, p 84.
- Lachat, B. (1994).** Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales. *Ministère de l'Environnement, DIREN Rhône Alpes*, 143 pp.
- Lambinon, J., De Langhe, J-E., Delvosalle, L. & Duvigneaud, J (1972).** Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines. *deuxième édition, Patrim. Jardin bot. nat., Meise, CXIX + 1092 pp.*
- Lambinon, J., De Langhe, J-E., Delvosalle, L. & Duvigneaud, J (1992).** Nouvelle Flore de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg, du Nord de la France et des régions voisines. *Quatrième édition, Patrim. Jardin bot. nat., Meise, CXIX + 1092 pp.*
- Lambot, F. & Huybens, N. (1996).** Les cours d'eau non navigables. Programme de formation permanente pour la division de la nature et des forêts. Qualité des cours d'eau. 1^{ère} partie. *Ministère de la Région Wallonne*, 62 pp.
- Le Boulengé, E. (1983).** Le rat musqué : ennemi public ou ami intime?" *Environnement n°1*, 8 pp..
- Lebrun, J., Noirfalise, A., Heinemann, P. et Vanden Berghen, C. (1949).** Les associations végétales de Belgique. *Centre de recherches écologiques et phytosociologiques de Gembloux*, comm. n°8 : 105-207.
- Legendre, L. & Legendre, P. (1984) :** Ecologie numérique : le traitement multiple des données écologiques. *Collection d'Ecologie*, 12-13, Ed. Masson, Paris, p 260.
- Libois, R. & Libois, C. (non daté).** Le martin-pêcheur (*Alcedo atthis*). Population et habitat en Wallonie. *Ministère de la Région Wallonne, Conservation de la Nature*, 15 pp.
- Maibach, A. (1989).** Clé de détermination des libellules de Suisse et des régions limitrophes. *Bull. Romand d'Entomologie*, 68 : 31-68.
- Maire, G. (1977).** La dynamique fluviale de la Saulx marnaise. *Ministère de l'agriculture (France)*, 38 pp.
- Maréchal, P. (1958).** Parc Naturel de Lesse et Lomme. Botanique. Entomologie.

- Mayne, R. (1954).** Le Parc National de Lesse et Lomme. *Parcs Nationaux*, 9 (3) : 72-78.
- Merritt, R.W. & Cummins, K.W., (1996).** Trophic relations of macroinvertebrates. *In methods in stream ecology*, academic PRESS, INC, 453-474.
- Micha, J.-C. & Ruwet, J.-C. (1970).** La pêche électrique en rivière et ses utilisations dans la région liégeoise. *Nat. belges*, 51(6) : 291-306.
- Micha, J.-C. & Noiset, J.-L. (1982).** Evaluation biologique de la pollution des ruisseaux et rivières par les invertébrés aquatiques. *Probio-revue*, Vol. 5, n° 1 : 143 pp.
- Muus, B.J. & Dahlström, P. (1981).** Guide des poissons d'eau douce et pêche. Delachaux et Niestlé, 224 pp.
- Noirfalise, A. (1948) :** La réserve botanique du parc National de Furfooz. *Bulletin d'Ardenne et Gaume*, fascicule 2, p 4-8.
- Noirfalise, A. (1966) :** "Milieux et biotopes de la vie sauvage". *Bulletin d'Ardenne et Gaume*, Volume XXI, fascicule 2, p 39-60.
- Noirfalise, A. & Dethioux, M. (1970).** Répertoire écologique des espèces forestières de Belgique. *Notes techniques du centre d'écologie forestière n°10*, Gembloux, 28 pp.
- Oberdorfer, E. (1983).** Süddeutsche Pflanzengesellschaften. Teil III. *Gustav Fischer Verlag*, 455 pp.
- Perard, C. (1995?).** Protections des berges par enherbement. *Agence de l'Eau, Seine-Normandie*, 48 pp.+ Annexes.
- Piette, P. (1996).** Influence de différents types de berges sur la faune piscicole de la Meuse et de la Sambre. Mémoire de graduat, *Institut Provincial d'Enseignement Supérieur Pédagogique et Agricole*, La Reid.
- Rollin, Y., Pierret, A. et Laffineur, B. (non daté) :** "L'amicale des pêcheurs de la Lomme et de la Lesse. Une gestion de bon père de famille". *Bulletin d'Ardenne et Gaume*, Volume 51, fascicules 3 et 4, p 10-20.
- Saelens, S. (1992) :** "Mise au point d'un système d'information géographique pour les études d'incidence sur cours d'eau. Application aux problèmes d'érosion de la Lesse". *Système d'information géographique*, Gembloux.

- Saubain, M., Micha, J-C., Lamberts, L., Depelchin, A. (Non daté)** : “Carte de la qualité des cours d'eau non navigables de la province de Namur”. Service technique provincial et Facultés Universitaire Notre-Dame de la Paix, Namur.
- Seibert, P. (Non daté)** : “Influence de la végétation naturelle le long des torrents, des rivières et des canaux, en rapport avec l'aménagement des rives”. Munich (République Fédérale d'Allemagne), p 37-71.
- Sougnez, N. & Dethioux, M. (1975)**. La végétation riveraine à hautes herbes nitrophiles en Belgique. *Beitr. Naturk. Forsch. Südw.-Dtl.*, 34 : 345-356.
- Spillmann, C.J. (1961)**. Poissons d'eau douce. Faune de France 65, Lechevalier, Paris, 303 pp.
- Thill, A. (1961)** : “Les paysages de la Haute-Lesse et leurs types de végétation”. *Bulletin d'Ardenne et Gaume*, Volume XVI, fascicule 1.
- Thill, A. (1964)** : “La flore et la végétation du parc national de Lesse et Lomme, première partie”. *Bulletin d'Ardenne et Gaume*, Volume XIX, fascicule 1, p 6-29.
- Thill, A. (1964)** : “La flore et la végétation du parc national de Lesse et Lomme, deuxième partie”. *Bulletin d'Ardenne et Gaume*, Volume XIX, fascicule 2, p 54-79.
- Tricot, B. & Perlot, G., Rosillon, F. & Van der Borcht, G., (Non daté)** : “Guide juridique relatif aux cours d'eau non navigables”. *Ministère de la région wallonne, Direction générale des Ressources Naturelles et de l'Environnement*, p 200.
- Van de Poel, B. (1957)** : “Ecologie et Géomorphologie de la région du parc National de Lesse et Lomme”. *Bulletin d'Ardenne et Gaume*, Volume XII, fascicule 3, p 99-153.
- Van de Poel, B. (1959)** : “La région de Furfooz dans l'espace et dans le temps (Géologie, Géomorphologie et Préhistoire)”. *Bulletin d'Ardenne et Gaume*, Volume XIV, fascicule 2, p 35-60.
- Van de Poel, B. (1959)** : “La région de Furfooz dans l'espace et dans le temps. 2ème partie”. *Bulletin d'Ardenne et Gaume*, Volume XIV, Fascicule 3, p 93-106.
- Van Schepdael, J. (1958)** : “Emotions et surprises entomologiques au Pays du Parc National de Lesse et Lomme”. *Bulletin d'Ardenne et Gaume*, Volume XIII, Fascicule 3, p 141-144.

- Vanden Berghen, C. (1982)** : "Initiation à l'étude de la végétation". 3^{ème} édition. *Université catholique de Louvain, Jardin Botanique national Belgique*, p 263.
- Vanden Bossche, J-P. (1994-1996)** : "Réseau de mesure de la qualité des eaux de surface en région Wallonne". *Ministère de la région Wallonne, Direction Générale des ressources Naturelles et de l'Environnement*, p 138-155.
- Verniers, G., réd. (1983)**. Rives et rivières, des milieux fragiles à protéger. *Fondation Roi Baudouin & Ministère de la Région Wallonne*, 102 pp.
- Verniers, G. (1993)**. Etude paysagère de cours d'eau. Approche méthodologique. *Groupe Interuniversitaire de Recherche en Ecologie Appliquée, Agence de l'Eau Seine-Normandie*, 39 pp.
- Verniers, G. (1995)**. Aménagement écologique des berges des cours d'eau. Techniques de stabilisation. *Presse universitaire de Namur*, 77 pp.
- Verniers, G., Taffein, C., Micha, J.-C. & Froment, A. (1984)**. L'aménagement écologique des rivières. La Meuse. *Parcs Nationaux*, 39 (4) : 140-154.
- Vieban, S. (1986)**. Aménagement des cours d'eau, gestion et protection des berges. *Mémoire de fin d'étude, Ecole Nationale des Ingénieurs des Travaux des Eaux et Forêts, Nogent-sur-Vernisson*, 204 pp.
- Wasson, G., Dumont, B. & Trocherie, F. (1981)**. Protocole de description des habitats aquatiques et de prélèvement des invertébrés benthiques dans les cours d'eau. *Ministère de l'agriculture, C.E.M.A.G.R.E.F.*, 18 pp. + Annexes.
- Wolff, J.-C. (1990)**. Techniques de stabilisation des rivières et de leurs berges. Rencontre transfrontalière de l'environnement sur "L'entretien des rivières", Arlon, Juin 1989, 15 pp.
- Wynhoff, I., Vander Made, J. & Van Swaay, C. (1990)**. Dagvlinders van de Benelux. *Stichting uitgeverij van Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging*, 188 pp.

Annexes

Annexe 1 : Essence ligneuses les plus indiquées pour les berges et les rives des cours d'eau. D'après Dethioux, 1981 et Lachat, 1991 in Vernier, 1995

ESPECES PRECONISEES	ECOLOGIE	INDICATIONS CULTURALES	DISTRIBUTION EN BELGIQUE						
			Ardennes						
			Rég. limon.	Condroz	Famenne	Lorraine	Basse	Moyenne	Haute
Aulne glutineux <i>Alnus glutinosa</i>	Supporte inondation prolongée (sauf en été) - convient pour zone fort. soumise à l'érosion - bon stabil. berge - enracin. et croissance rapides - héliophile - (A,a-II++3-4-3-X)	Pied berge à 20-40 cm au-dessus du niveau eau dist. plants : 2 x 2m	+	+	+	+	+	±	-
Bouleau verruqueux <i>Betula pendula</i>	Sol pauvre, acide - pionnier de sol fertile ou calcaireux - héliophile - fe. se décomposent rapidement - enracinement traçant croissance rapide - (A,a)	Sp. très décorative à planter bord berge ou sur rive en isolé dist. plant : 3 x 3m	+	+	-	-	+	+	+
Cerisier à grappes <i>Prunus padus</i>	Sol limoneux, caillouteux, humide, enracinement traçant - héliocline - possibilité de bouturage - (a-III±2-4-2-X)	Sp. liée aux forêts alluviales naturelles - très décoratif	+	+	+	*	*	+	-
Cornouiller sanguin <i>Cornus sanguinea</i>	Sol limoneux fertile et profond - peu humide - fe. se décomposent bien - enracinement traçant - (a-III±2-3-3-X)	Haut berge ou rive dist. plant : 1,5x1,5m	+	+	+	+	+	-	-
Coudrier ou noisetier <i>Corylus avellana</i>	Sol relat. fertile et pas trop sec - héliophile - fe. se décomposent rapidement - enracinement oblique dans sol - (a-II±2-2-3-X)	Sommet berge (± 1 m du plan eau) - dist. plant : 1,5 x 1,5m	+	+	+	+	+	-	-
Erable sycomore <i>Acer pseudoplatanus</i>	Sol meuble, profond à bon régime hydrique - fe. se décomposent bien - enrac. en pivot - croiss. rapide (jeunesse) - couv. important - bonne esp. limiter croiss. ortie sur berge et renoncule dans c.e. (A, a-III±2-3-2-x)	Rive - convient en site forestier dist. plant : 1,5 x 1,5m	+	+	+	+	+	-	-
Frêne <i>Fraxinus excelsior</i>	Sol limoneux, profond et fertile - enrac. pivotant - exc. enrac. croiss. rapide - héliophile - (A, a, I-III++2-3-3-X)	Remarquable pour bord c.e. dist. plant : 1,5 x 1,5m	+	+	+	+	+	-	-
Prunellier <i>Prunus spinosa</i>	Sol rel. fertile, peu humide, héliophile - fuit milieu trop humide (a-III±2-2-4-x)	Fixe sol par drageons - abris pour petit gibier - planter comme haie : 0,3 à 0,5m	+	+	+	+	+	-	-
Saule blanc <i>Salix alba</i>	Sol humide, fertile, pas trop compact, héliophile - fe. se décomposent rapidement - enracinement traçant - profond bouturage - (A, a, I-III++2-2-3-+)	Valeur esthétique supporte inondation dist. plant : 2 x 2m	*	+	+	+	-	-	-
Saule fragile <i>Salix fragilis</i>	Sol limoneux fert. - humide - héliophile - fe. se décomposent bien bouturage - (A, a, I-II++2-3-4-+)	Haut. berge par aligne. ou pied isolé - dist. plant : 1 x 1-2 x 2m	+	+	+	+	±	-	-
Saule à 3 étamines <i>Salix triandra</i>	Sol fertile - humide - héliophile - fe. se décomp. bien bouturage - (a-III++2-3-3-+)	Berge - dist. plant : 1 x 1m	+	+	+	+	-	-	-
Saule des vanniers <i>Salix viminalis</i>	Sol profond - fertile - humide - héliophile - croissance rapide bouturage - (a-III++2-3-4-+)	Intérêt pour couv. et fix. de berge - dist. plant : 1 x 1m	+	+	+	+	-	-	-
Saule à oreillettes <i>Salix aurita</i>	Sp. frugale - forêt humide - non alluviale - dépression humide même marécageuse - héophile - bouturage - (a-III±2-4-3-+)	Berge c.e. dist. plant : 1 x 1-1,5 x 1,5m	+	+	+	+	+	+	+
Saule pourpre <i>Salix purpurea</i>	Sp. pionnière sol alluvionnaire - fertile - humide - héliophile enracinement traçant - bouturage - (a-II±1-2-4-+)	Berge c.e. à prox. de l'eau dist. plant : 1 x 1m	+	+	+	+	+	-	-
Sorbier des oiseleurs <i>Sorbus aucuparia</i>	Sol léger - meuble - pas trop humide - acidophile - héliophile résiste bien au froid - enracinement type plateau bouturage - (A, a-I(-)-2-3-3)	Rive - plant en align. sur digue décoratif dist. plant : 2 x 2m	-	+	-	-	+	+	+
Sureau noir <i>Sambucus nigra</i>	Sol limoneux - fertile - modérément humide - héliophile - fe. se décomposent rapidement - enracinement traçant (a-II++2-3-3-x)	Essence buissonnante - rive - intér. esth. et nutritionnel dist. plant : 1,5 x 1,5m	+	+	+	+	+	-	-
Viorne obier <i>Viburnum opulus</i>	Sol limoneux - fertile - profond - fe. se décomposent bien enracinement traçant (a-II±3-3-3-+)	Sp. buissonnante - berg. - intérêt esth. - dist. plant : 1 x 1m	+	+	+	+	+	-	-

A = arbres
a = arbuste
I = têtard

Acidité
I = 3,5 - 5,5
II = 4,5 - 6,5
III = 5,5 - 8
i = indifférent

Azote
(-) = pauvre
(±) = moyen
(+) = riche

Humus
1 = sans/peu
2 = moyen
3 = beaucoup

Granulométrie
1 = grossier
2 = moyen
3 = fin
4 = très fin

Lumière
1 = ombre
2 = pénombre
3 = mi-lumière
4 = lumière

Multiplication
X = mauvaise
± = moyenne
+ = bonne

Annexe 2 : Condition d'utilisation des espèces herbacées et semi-aquatiques.
D'après Dethioux, 1989 in Vernier, 1995

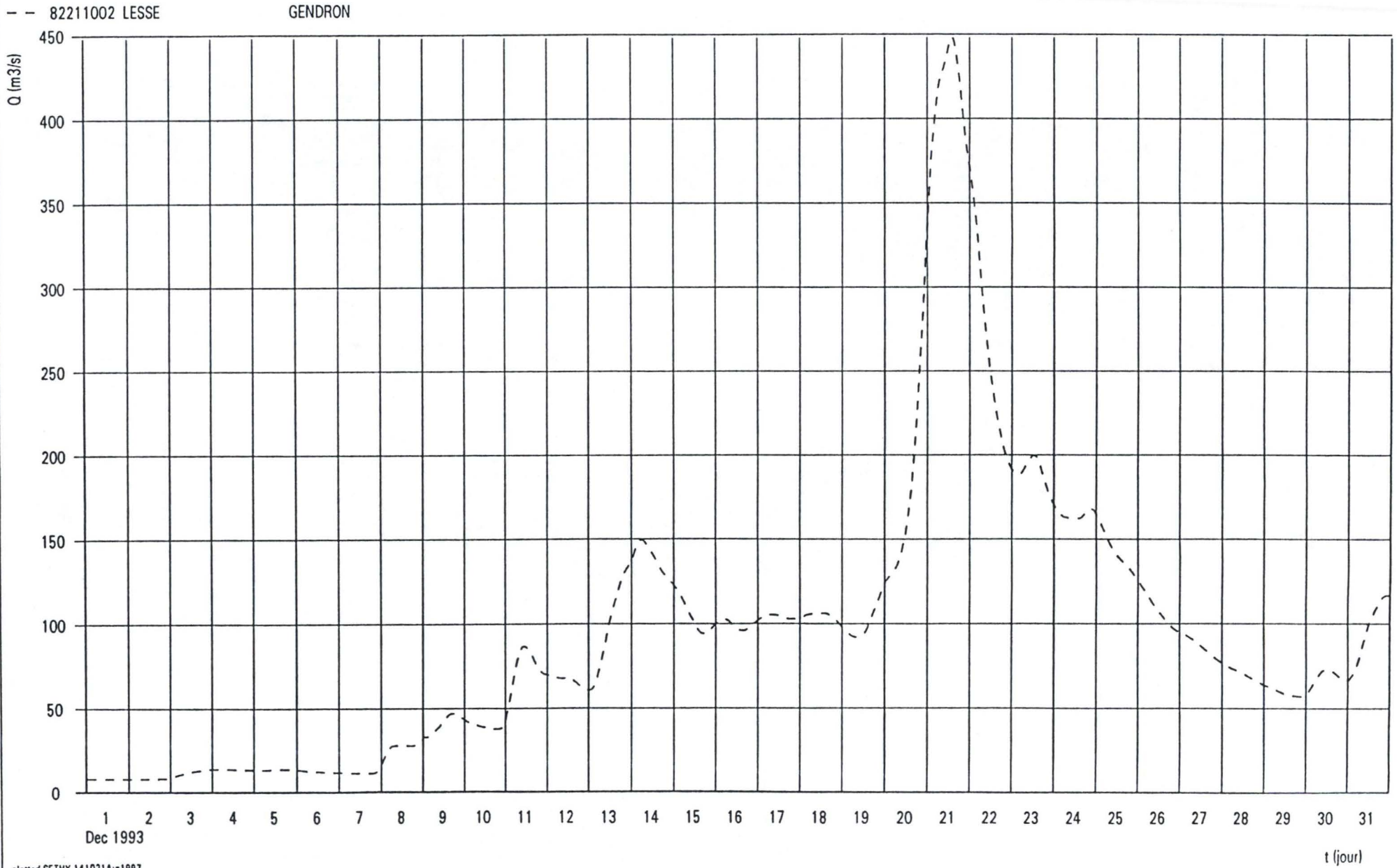
		Longévité	Exigences lumineuses	Zone préférentielle	Mode d'implantation	Région	Source d'approvisionnement
Achillée sternutatoire	<i>Achillea ptarmica</i> L.	v	H	bas de berge	p - g	partout	N
Acore	<i>Acorus calamus</i> L.	v	H	eau-bas de berge	r	↳ moy. Ard.	N - c(p)
Agropyre de chiens	<i>Elymus caninus</i> (L.) L.	v	h	moitié inf. berge	g	↳ moy. Ard.	N
Agrostide blanche	<i>Agrostis stolonifera</i> L.	v	H	toute la berge	g	partout	N - c(g)
Alliaire	<i>Alliaria petiolata</i> (Bieb.) Cav. & Gr.	b	h	moitié sup. berge	g	↳ moy. Ard.	N
Angélique sauvage	<i>Angelica sylvestris</i> L.	b	H	moitié inf. berge	g	partout	N
Armoise commune	<i>Artemisia vulgaris</i> L.	v	H	moitié sup. berge	g	↳ moy. Ard.	N - c(g)
Baldingère	<i>Phalaris arundinacea</i> L.	v	H	moitié inf. berge	g - r	↳ haute Ard.	N - c(g-p)
Balsamine des bois	<i>Impatiens noli-tangere</i> L.	a	H	moitié inf. berge	g	↳ moy. Ard.	N
Balsamine géante	<i>Impatiens glandulifera</i> L.	a	H	moitié sup. berge	g	↳ Famenne	N
Berce	<i>Heracleum sphondylium</i> L.	b	h	moitié sup. berge	g	↳ moy. Ard.	N - c(g)
Bident triparti	<i>Bidens tripartita</i> L.	a	H	bas de berge	g	↳ moy. Ard.	N
Bistorte	<i>Polygonum bistorta</i> L.	v	H	bas de berge	r	↳ haute Ard.	N - c(p)
Caille-lait blanc	<i>Galium mollugo</i> L.	v	H	moitié sup. berge	g	↳ moy. Ard.	N - c(g)
Canche cespiteuse	<i>Deschampsia cespitosa</i> (L.) Beauv.	v	h	moitié inf. berge	g	partout	N - c(g)
Ceraiste aquatique	<i>Myosoton aquaticum</i> (L.) Moench	a	H	moitié inf. berge	g	↳ moy. Ard.	N
Chiendent	<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	v	H	toute la berge	g - r	↳ moy. Ard.	N - c(g)
Cirse des champs	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	v	H	moitié sup. berge	g	partout	N
Cirse des marais	<i>Cirsium palustre</i> (L.) Scop.	b	H	toute la berge	g	partout	N - c(p)
Compagnon rouge	<i>Melandrium dioicum</i> (L.) Coss. & Germ.	v	h	moitié sup. berge	g	↳ moy. Ard.	N
Consoude officinale	<i>Symphytum officinale</i> L.	v	H	moitié sup. berge	g	↳ basse Ard.	N
Dactyle vulgaire	<i>Dactylis glomerata</i> L.	v	H	moitié sup. berge	g	↳ haute Ard.	N - c(g)
Epiaire des bois	<i>Stachys sylvatica</i> L.	v	s	mi-berge	r	↳ moy. Ard.	N
Epiaire des marais	<i>Stachys palustris</i> L.	v	H	moitié inf. berge	r	↳ moy. Ard.	N
Epilobe hérissé	<i>Epilobium hirsutum</i> L.	v	H	moitié inf. berge	g - r	↳ moy. Ard.	N
Fétuque géante	<i>Festuca gigantea</i> (L.) Vill.	v	s	moitié sup. berge	g	↳ moy. Ard.	N
Fromental	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) Beauv. ex J. & C. Presl	v	H	moitié sup. berge	g	↳ moy. Ard.	N - c(g)
Gaillet croisetle	<i>Cruciata laevipes</i> Opiz	v	H	moitié sup. berge	g	↳ moy. Ard.	N
Glycérie aquatique	<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmberg	v	H	eau-bas de berge	g - r	↳ basse Ard.	N - c(p)
Glycérie flottante	<i>Glyceria fluitans</i> (L.) R. Brown	v	H	eau-bas de berge	g	partout	N
Gratteron	<i>Galium aparine</i> L.	a	H	moitié sup. berge	g	↳ moy. Ard.	N - c(g)
Houblon	<i>Humulus lupulus</i> L.	v	h	moitié sup. berge	g	↳ moy. Ard.	N - c(g)
Iris jaune	<i>Iris pseudacorus</i> L.	v	h/H	eau-bas de berge	r	↳ moy. Ard.	N - c(p)
Jonc épars	<i>Juncus effusus</i> L.	v	H	moitié inf. berge	g - p	↳ haute Ard.	N - c(p)
Laiche aiguë	<i>Carex acuta</i> L.	v	H	eau-bas de berge	r - p	↳ moy. Ard.	N - c(p)
Lamier maculé	<i>Lamium maculatum</i> L.	v	H	moitié sup. berge	g	↳ Famenne-Lor. belg.	N
Lierre terrestre	<i>Glechoma hederacea</i> L.	v	h	mi-berge	g	↳ moy. Ard.	N
Liseron des haies	<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Brown	v	H	toute la berge	r - g	↳ moy. Ard.	N
Lycope	<i>Lycopodium europaeus</i> L.	v	h	bas de berge	g	↳ moy. Ard.	N
Lysimaque commune	<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	v	H	moitié inf. berge	g	↳ moy. Ard.	N - c(p)
Massette à larges feuilles	<i>Typha latifolia</i> L.	v	H	eau-bas de berge	r - g	↳ moy. Ard.	N - c(p)
Morelle douce-amère	<i>Solanum dulcamara</i> L.	v	h	bas de berge	g	↳ basse Ard.	N
Ortie (grande)	<i>Urtica dioica</i> L.	v	h	toute la berge	g	↳ moy. Ard.	N - c(g)
Patience à feuilles obtuses	<i>Rumex obtusifolius</i> L.	v	H	toute la berge	g	↳ moy. Ard.	N
Patience crépue	<i>Rumex crispus</i> L.	v	H	toute la berge	g	↳ moy. Ard.	N
Patience des eaux	<i>Rumex hydrolapathum</i> Huds.	v	H	eau-bas de berge	g - r	↳ Famenne	N
Pâturin commun	<i>Poa trivialis</i> L.	v	h	moitié sup. berge	g	↳ moy. Ard.	N - c(g)
Pétasite officinal	<i>Petasites hybridus</i> (L.) Gaerth, B. Mey. & Scherb.	v	H	moitié inf. berge	r	↳ moy. Ard.	N - c(p)
Podagraire	<i>Aegopodium podagraria</i> L.	v	h	moitié sup. berge	r	↳ moy. Ard.	N
Poivre d'eau	<i>Polygonum hydropiper</i> L.	a	H	moitié inf. berge	g	↳ moy. Ard.	N
Reine des prés	<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	v	H	moitié inf. berge	r - g	partout	N
Renoncuie rampante	<i>Ranunculus repens</i> L.	v	h	toute la berge	S - g	partout	N - c(g)
Roseau	<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.	v	H	eau-bas de berge	r - g	↳ basse Ard.	N - c(p)
Rubanier rameux	<i>Sparganium erectum</i> L.	v	H	eau-bas de berge	r	↳ moy. Ard.	N - c(p)
Salicaire commune	<i>Lythrum salicaria</i> L.	v	H	moitié inf. berge	g	↳ moy. Ard.	N - c(p)
Scrofulaire ailée	<i>Scrophularia umbrosa</i> Dum.	v	H	moitié inf. berge	g	↳ basse Ard.	N
Stellaire des bois	<i>Stellaria nemorum</i> L.	v	s	moitié inf. berge	g	↳ moy. Ard.	N
Tanaisie	<i>Tanacetum vulgare</i> L.	v	H	moitié sup. berge	g	↳ moy. Ard.	N - c(g)
Topinambour	<i>Helianthus tuberosus</i> L.	v	H	moitié sup. berge	r	basse Ard.	N
Valériane officinale à rejets	<i>Valeriana repens</i> Host	v	h	moitié inf. berge	r	↳ moy. Ard.	N
Véronique des ruisseaux	<i>Veronica beccabunga</i> L.	v	H	eau-bas de berge	r	↳ haute Ard.	N - c(p)

a espèce annuelle
b espèce bisannuelle
v espèce vivace

H espèce héliophile
h espèce hémi-héliophile
s espèce sciaphile

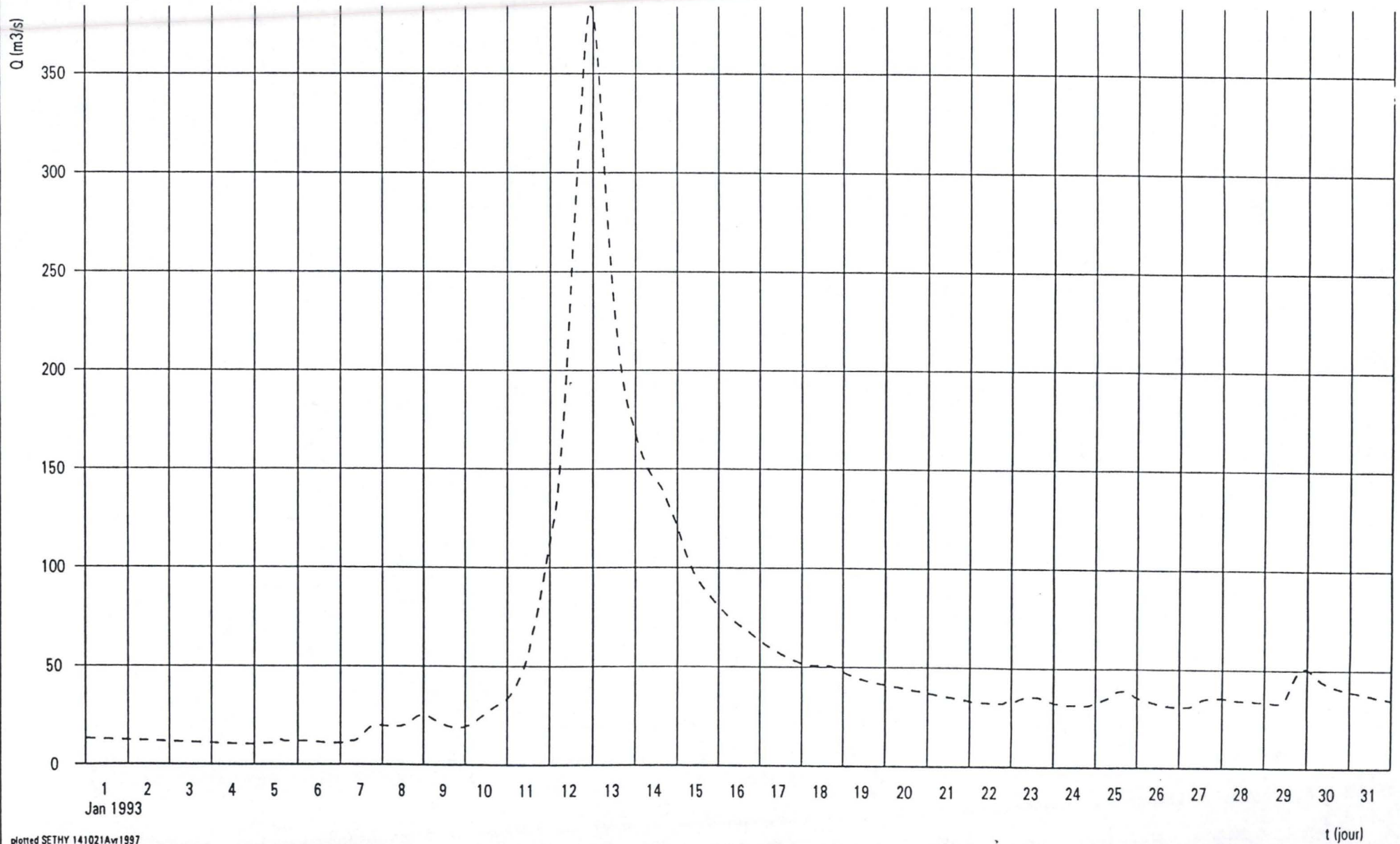
g graines
p plants
r rhizomes
S espèces formant des stolons

↳ de la plaine à ...
N dans la nature
c disponible dans le commerce
- sous forme de graines (g)
- sous forme de plants (p)



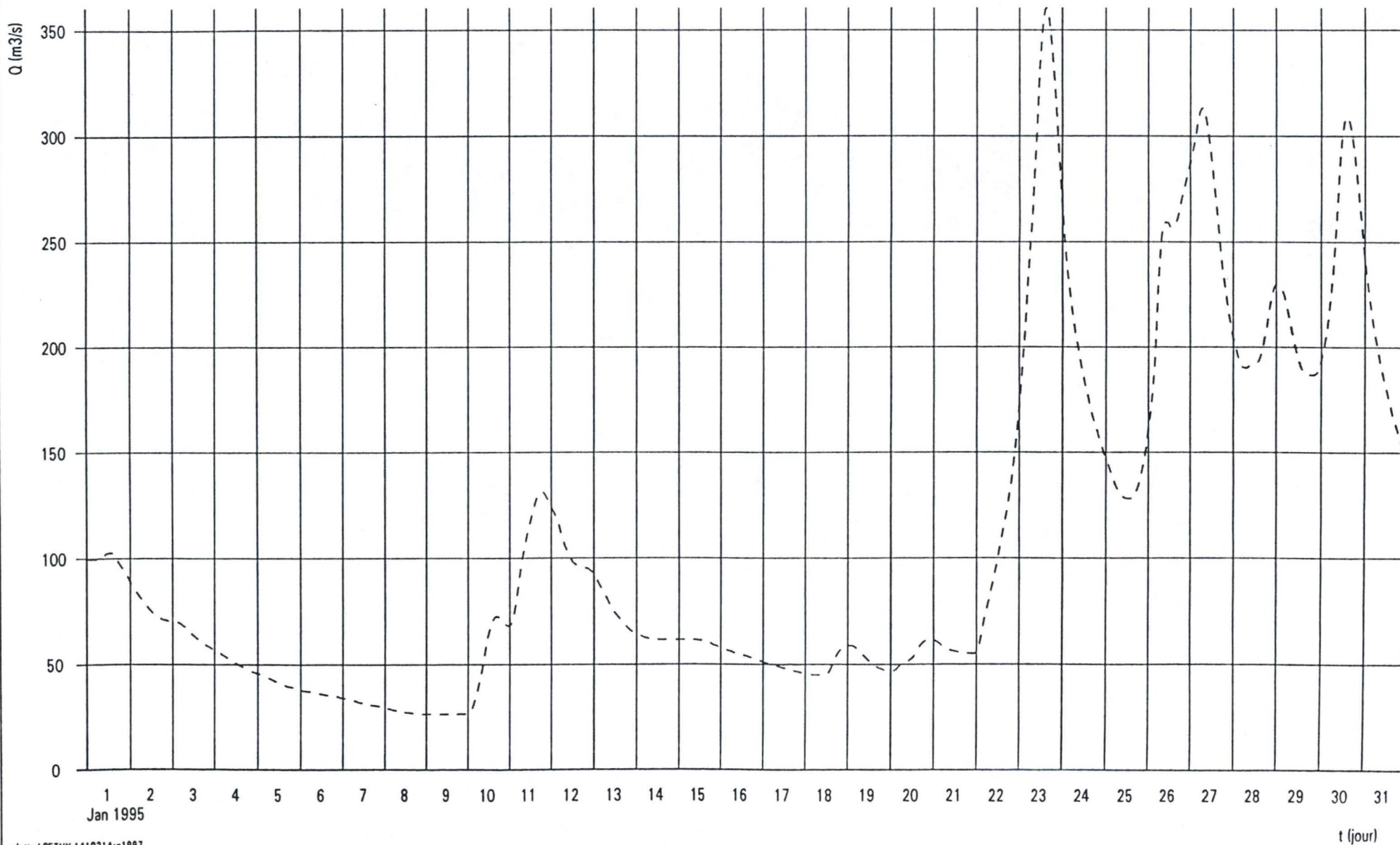
-- 82211002 LESSE

GENDRON



-- 82211002 LESSE

GENDRON



<i>Mentha arvensis</i>	0			X X		X			X
<i>Plantago major</i>	10		X			X			X X
Molinio-Arrhenatheretea									
<i>Dactylis glomerata</i>	9	X	X	X	X	X		X	X
<i>Holcus lanatus</i>	9	X	X	X	X		X	X	X
<i>Lathyrus pratensis</i>	8								X
<i>Poa trivialis</i>	10				X				
<i>Trifolium dubium</i>	7			X					X
<i>Vicia cracca</i>	8		X	X	X				X X X
Molinetalia									
<i>Achillea ptarmica</i>	5								X
<i>Angelica sylvestris</i>	8				X				
<i>Filipendula ulmaria</i>	8		X	X		X	X	X	X
<i>Lysimachia vulgaris</i>	6								X
<i>Rumex conglomeratus</i>	6		X						X
Filipendulion									
<i>Lythrum salicaria</i>	7				X		X	X	X
<i>Stachys palustris</i>	6		X	X	X	X		X	X
<i>Valeriana repens</i>	7								X X
Calthion									
<i>Lotus pendunculatus</i>	7	X	X	X	X	X		X	X
Arrhenatheretalia									
<i>Achillea millefolium</i>	8		X	X		X	X	X	X
<i>Arrhenatherum elatius</i>	10		X	X		X	X		X
<i>Leucanthemum vulgare</i>	7						X		X
<i>Plantago lanceolata</i>	10	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ranunculus repens</i>	8	X		X	X		X		X
<i>Trifolium pratense</i>	8						X		X
Arrhenatherion									
<i>Galium mollugo</i>	8	X	X		X		X	X	X
Cynosurion									
<i>Lolium perenne</i>	10	X		X	X	X	X	X	X
<i>Phleum pratense</i>	9	X	X		X	X	X	X	X
<i>Trifolium repens</i>	10		X		X	X	X	X	X
Querco-Fagetea									
<i>Barbarea vulgaris</i>	5		X	X	X		X		X
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	7		X						
Fagetalia									
<i>Circaea lutetiana</i>	6		X			X	X		
<i>Festuca gigantea</i>	6	X			X		X		X
<i>Glechoma hederacea</i>	8						X		
<i>Impatiens noli-tangere</i>	6	X					X		
<i>Scrophularia nodosa</i>	7	X					X		X
<i>Stachys sylvatica</i>	8					X	X	X	
Trifolio-geranietea Origanetalia									
<i>Hypericum perforatum</i>	9				X				
Non classé									
<i>Carduus crispus</i>	7		X	X	X	X		X	X
<i>Elymus repens</i>	0						X		X
<i>Polygonum amphibium</i>	6	X	X	X	X				X

Légende

I : Premier sous-secteur
II : Deuxième sous-secteur
III : Troisième sous-secteur
IV : Quatrième sous-secteur
1, 2, 3, 4, 5, 6 : ensemble des quadrats

Annexe 5 : Tableau de relevés des plantes à Villers-sur-Lesse pour chaque quadrat des divers sous-secteur

		I							II						III						
		1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
Phragmitetea	Phragmitetalia																				
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	5								X												
<i>Lycopus europaeus</i>	5	X							X	X											
Sparganio-Glycerion fluitantis																					
<i>Epilobium roseum</i>	5					X			X												
<i>Scrophularia umbrosa</i>	1			X																	
<i>Veronica beccabunga</i>	7				X		X														
Magnocaricion (Phalaridion)																					
<i>Phalaris arundinacea</i>	6	X	X			X											X				
Scheuchzerio-Caricetea nigrae	Scheuchzerietalia																				
<i>Agrostis canina</i>	2				X																
Bidentetea	Bidentetalia tripartitae																				
<i>Bidens tripartita</i>	5	X		X			X								X		X	X	X	X	X
Bidention tripartitae																					
<i>Polygonum hydropiper</i>	6	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X	X	X	X	X
<i>Rorippa palustris</i>	5	X			X		X	X													
Chenopodion																					
<i>Atriplex prostrata</i>	5	X	X	X	X	X	X		X				X								
<i>Polygonum lapathifolium</i>	7	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X			X	X	X	X
Chenopodietea																					
<i>Aethusa cynapium</i>	8					X	X														
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	9	X	X				X					X	X	X		X	X	X	X	X	X
<i>Chenopodium album</i>	8			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Equisetum arvense</i>	7				X				X	X	X	X	X								
<i>Linaria vulgaris</i>	7	X					X							X							
<i>Matricaria maritima</i> subsp. <i>inodora</i>	6			X	X	X	X	X		X		X		X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Senecio vulgaris</i>	8														X						
<i>Solanum nigrum</i>	6			X	X		X	X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Stellaria media</i>	10			X	X	X				X		X					X				
Sisymbrietalia	Sisymbrien																				
<i>Sisymbrium officinale</i>	9	X					X						X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Symphytum officinale</i>	8	X	X		X	X	X														
Onopordetalia																					
<i>Cirsium vulgare</i>	6						X		X				X								
Dauco-Melilotion																					
<i>Tanacetum vulgare</i>	7	X		X					X	X											
Polygono-Chenopodietalia																					
<i>Atriplex patula</i>	8								X	X											
<i>Chenopodium polyspermum</i>	5	X	X	X	X	X	X	X		X		X		X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Galinsoga ciliata</i>	2	X			X																
<i>Polygonum persicaria</i>	8	X			X																
<i>Sonchus asper</i>	8	X	X	X	X		X	X		X		X			X	X					X
Artemisietea																					
<i>Cirsium arvense</i>	7		X								X	X	X								X
Artimisietalia																					
<i>Artemisia vulgaris</i>	7	X	X	X	X	X	X	X		X		X		X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Rumex obtusifolius</i>	6				X			X													X
<i>Urtica dioica</i>	8	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X		X							X
Calystegio-Alliaritelia																					
<i>Aegopodium podagraria</i>	8						X		X	X		X									
<i>Calystegia sepium</i>	7	X	X	X	X	X	X	X													
<i>Galium aparine</i>	9							X													
<i>Lapsana communis</i>	7		X	X			X														
Calystegion																					
<i>Alliaria petiolata</i>	8		X		X		X	X		X		X	X								
<i>Myosoton aquaticum</i>	7	X	X	X		X	X	X	X	X	X		X					X			X

Annexe 6 : Groupements phytosociologiques observés dans le cadre de ce mémoire d'après Ellenberg, 1983.

Phragmitetea :

Végétation herbacée, semi-aquatique, des bords des eaux, roselières

Phragmitetalia :

Végétation occupant les bords des eaux, les dépressions plus ou moins inondées, les petits ruisseaux. L'eau qui baigne le plus souvent la base de cette végétation est riche ou moyennement riche en matières nutritives et le sol est limoneux ou argilo-sablonneux.

Phragmition : Cette alliance ne s'établit que là où le niveau d'eau est assez élevé au moins durant les périodes humides.

Sparganio-Glycerion fluitantis : Végétation du bord des eaux vives et superficielles

Magnocaricion (phalaridion) : cette alliance colonise les dépressions, les mares ou les ruisseaux à plan d'eau superficiel.

Scheuchzerio-Caricetea nigrae :

Végétation des tourbières basses, des prairies mouillées, des franges d'atterrissement de nappes d'eau peu profondes.

Scheuchzerietalia :

Cette ordre réunit les tourbières à sphaignes et les landes connexes à ces groupements

Bidentetea :

Bidentetalia tripartitae :

Végétation naturelle des vases exondées riches en nitrates

Bidention tripartitae : Espèces éphémères, hygrophiles sur des vases d'étangs exondés de façon périodique

Chenopodion rubri : Espèces éphémères, hygrophiles sur des vases et gravières des cours d'eau.

Chenopodietea :

Végétation messicole, culturale, nitrophile-rudérale. Végétation commensale des cultures sarclées; espèces annuelles.

Sisymbrietalia

Sisymbrium : Végétation éphémère des lieux secs irrégulièrement piétinés, espèces annuelles.

Onopordetalia :

Végétation rudérale antropophile des endroits secs à dominance d'herbesthermophiles, bisannuelles ou vivaces.

Dauco-Melilotion : Végétation colonisatrice des sols plus ou moins ouverts, à teneur azotée faible à moyenne.

Polygono-Chenopodietalia :

Végétation commensale des cultures sarclées des sols plus riches

Fumario-Euphorbion : espèces plus exigeantes sur des sols basiques.

Spergulo-Oxalidion : espèces plus exigeantes sur des sols acides.

Artemisietea : espèces nitrophiles des endroits plus ou moins frais formé d'espèces vivaces et hautes.

Artemisietalia :

Arction : Végétation rudérale antropophile mésotherme.

Calystegio-Alliaritaila : Végétation hygrophile et nitrophile des bordures et des berges.

Calystegion : végétation nitrophile des berges et bordures de rivières, ruisseaux et fossés.

Geo-Alliarion : végétation nitrophile des clairières et chemins forestiers, des zones plus ou moins fortement ombragées

Aegopodion : végétation nitrophile des lisières forestières et des zones rudérales, ouvertes où légèrement ombragées.

Plantaginetea :

Groupements nitrophiles eutrophes des pelouses piétinées et des pelouses inondables.

Plantaginetalia : Végétation des pelouses piétinées

Agrostietalia stoloniferae : Végétation des pelouses temporairement inondées, espèces rampantes sur des sols boueux ou argileux, ouverts et riches en nutriments.

Molinio-Arrhenatheretea :

Végétation des prairies moyennement sèches ou humides. Cette végétation occupe les larges vallées alluvionnaires et y constitue les prairies fauchées.

Molinetalia :

Végétation des prairies non amendées, souvent fauchées, à niveau phréatique élevé, du moins en hiver et au printemps, apparaissant souvent sur un substrat tourbeux.

Filipendulion : Espèces des prairies humides semi-naturelles alluviales, hygrophiles à hydroclines, indiquant généralement des sols modérément pourvus en éléments nutritifs.

Calthion : Cette alliance comprend les groupements herbeux sur sol humide, faiblement amendées et sur substrat riche.

Arrhenatheretalia :

végétation semi-naturelle des prairies fauchées ou pâturées, régulièrement entretenues, amendées et fumées.

Arrhenatherion : Espèces des prairies améliorées de fauche s'accommodant mieux du fauchage que du pâturage. Sur sol souvent assez frais et répendue surtout dans les larges vallées d'alluvion.

Cynosurion : Espèces des prairies améliorées, s'accommodant mieux du pâturage que du fauchage.

Trifolio-Geranietea :

Origanetalia : groupement thermophiles, mésophiles, se trouvant en lisière des bois et des taillis

Epilobietea angustifolii :

Atropetalia : végétation des coupes forestières

Quercu-Fagetea :

Végétation forestière faiblement acidophile ou basophile des sols fertiles.

Fagetalia :

Ordre du hêtre comprenant les groupements climatiques forestiers de l'Europe moyenne.

Liste systématique des espèces végétales recensées à Villers-sur-lesse et à Furfooz

<i>Achillea millefolium</i> L.	Achillée millefeuille
<i>Achillea ptarmica</i> L.	Achillée sternutatoire
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	Herbe aux goutteux
<i>Aethusa cynapium</i> L.	Petite ciguë
<i>Agrostis canina</i> L.	Agrostis des chiens
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	Plantain d'eau commun
<i>Alliaria petiolata</i> (BIEB.) CAVARA & GRANDE	Alliaire
<i>Angelica sylvestris</i> L.	Angélique sauvage
<i>Apium nodiflorum</i> (L.) LAG.	Ache faux-cresson
<i>Arctium minus</i> (HILL) BERNH.	Petite bardane
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) BEAUV. ex J. & C. PRESL	Fromental
<i>Artemisia vulgaris</i> L.	Armoise commune
<i>Atriplex patula</i> L.	Arroche étalée
<i>Atriplex prostrata</i> BOUCHER ex DC.	Arroche hastée
<i>Barbarea vulgaris</i> R. BROWN	Barbarée commune
<i>Bidens tripartita</i> L.	Bident triparti
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (HUDS.) BEAUV.	Brachypode des bois
<i>Calystegia sepium</i> (L.) R. BROWN	Liseron des haies
<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) MED	Bourse à pasteur commune
<i>Carduus crispus</i> L.	Chardon crépu
<i>Chenopodium album</i> L.	Chénopode blanc
<i>Chenopodium polyspermum</i> L.	Chénopode polysperme
<i>Circaea lutetiana</i> L.	Circée de Paris
<i>Cirsium arvense</i> (L.) SCOP.	Cirse des champs
<i>Cirsium vulgare</i> (SAVI) TEN.	Cirse commun
<i>Dactylis glomerata</i> L.	Dactyle vulgaire
<i>Dipsacus pilosus</i> L.	Cardère poilue
<i>Elymus repens</i> (L.) GOULD	Chiendent commun
<i>Epilobium angustifolium</i> L.	Epilobe en épi
<i>Epilobium roseum</i> SCHREB.	Epilobe rosé
<i>Equisetum arvense</i> L.	Prêle des champs
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	Eupatoire chanvrine
<i>Fallopia convolvulus</i> (L.) A LÖVE	Renouée faux-liseron
<i>Festuca gigantea</i> (L.) VILL.	Fétuque géante
<i>Festuca pratensis</i> HUDS.	Fétuque des prés
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) MAXIM.	Reine-des-prés
<i>Galeopsis tetrahit</i> L.	Galéopsis tétrahit
<i>Galinsoga ciliata</i> (RAFIN.) S.F. BLAKE	Galinsoga velu
<i>Galium aparine</i> L.	Gratteron
<i>Galium mollugo</i> L.	Caille-lait blanc
<i>Geranium molle</i> L.	Géranium mollet
<i>Glechoma hederacea</i> L.	Lierre terrestre
<i>Holcus lanatus</i> L.	Houlque velue
<i>Hypericum perforatum</i> L.	Millepertuis commun
<i>Impatiens noli-tangere</i> L.	Balsamine des bois
<i>Iris pseudacorus</i> L.	Iris jaune
<i>Juncus effusus</i> L.	Jonc épars
<i>Lapsana communis</i> L.	Lampsane commune
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	Gesse des prés
<i>Leucanthemum vulgare</i> LAM.	Grande marguerite
<i>Linaria vulgaris</i> MILL.	Linaire commune

<i>Lolium perenne</i> L.	Ray-grass commun
<i>Lotus pendunculatus</i> CAV.	Lotier des fanges
<i>Lycopus europaeus</i> L.	Lycope
<i>Lysimachia vulgaris</i> L.	Lysimaque commune
<i>Lythrum salicaria</i> L.	Salicaire commune
<i>Matricaria discoidea</i> DC.	Matricaire discoïde
<i>Matricaria maritima</i> subsp <i>inodora</i> (C. KOCH) SOO	Matricaire inodore
<i>Melilotus officinalis</i> LAM.	Mélicot officinal
<i>Mentha arvensis</i> L.	Menthe des champs
<i>Myosoton aquaticum</i> (L.) MOENCH	Céaïste aquatique
<i>Phalaris arundinacea</i> L.	Baldingère
<i>Phleum pratense</i> L.	Fléole des prés
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Plantain lancéolé
<i>Plantago major</i> L.	Plantain à larges feuilles
<i>Poa annua</i> L.	Pâturin annuel
<i>Poa trivialis</i> L.	Pâturin commun
<i>Polygonum amphibium</i> L.	Renouée amphibie
<i>Polygonum aviculare</i> L.	Traînasse
<i>Polygonum hydropiper</i> L.	Poivre d'eau
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	Renouée à feuilles de patience
<i>Polygonum persicaria</i> L.	Renouée persicaire
<i>Potentilla anserina</i> L.	Potentille des oies
<i>Ranunculus repens</i> L.	Renoncule rampante
<i>Rorippa amphibia</i> (L.) BESSER	Rorippe amphibie
<i>Rorippa palustris</i> (L.) BESSER	Rorippe à petites fleurs
<i>Rumex conglomeratus</i> MURRAY	Patience agglomérée
<i>Rumex crispus</i> L.	Patience crépue
<i>Rumex obtusifolius</i> L.	Patience à feuilles obtuses
<i>Scrophularia auriculata</i> L.	Scrofulaire aquatique
<i>Scrophularia nodosa</i> L.	Scrofulaire noueuse
<i>Scrophularia umbrosa</i> DUM.	Scrofulaire ailée
<i>Senecio vulgaris</i> L.	Séneçon vulgaire
<i>Silene dioica</i> (L.) CLAIRV.	Compagnon rouge
<i>Sisymbrium officinale</i> (L.) SCOP.	Herbe aux chantres
<i>Solanum nigrum</i> L.	Morelle noire
<i>Sonchus asper</i> (L.) HILL	Laiteron épineux
<i>Stachys palustris</i> L.	Épiaire des marais
<i>Stachys sylvatica</i> L.	Épiaire des bois
<i>Stellaria media</i> (L.) VILL.	Mouron des oiseaux
<i>Symphytum officinale</i> L.	Consoude officinale
<i>Tanacetum vulgare</i> L.	Tanaisie vulgaire
<i>Trifolium dubium</i> SIBTH.	Petit tréfle jaune
<i>Trifolium pratense</i> L.	Tréfle des prés
<i>Trifolium repens</i> L.	Tréfle rampant
<i>Urtica dioica</i> L.	Grande Ortie
<i>Valeriana repens</i> HOST	Valériane officinale
<i>Veronica beccabunga</i> L.	Véronique des ruisseaux
<i>Vicia cracca</i> L.	Vesce à épis