

**PROCESSUS LONGITUDINAUX ET
LATERAUX STRUCTURANT
LA FLORE DES BERGES DES PETITS
RUISSEAUX :
La végétation des berges dans le Bocage
Normand**

**Rapport pour l'obtention du D.E.S.S.
Ingénierie de Hydrosystèmes continentaux en Europe**

Réalisé par Anthony PINGRAY

Structure d'accueil : BS2A -Bassin de la
Sélune de l'Amont à l'Aval (SAGE Sélune)



2004

Je tiens tout d'abord à remercier l'ensemble des personnes suivantes :

- Mr Michel Thoury pour m'avoir permis de réaliser ce stage,
- Mr Ivan Bernez, avec une attention spéciale, pour son encadrement, sa disponibilité permanente, ses conseils avisés et pour l'ensemble des travaux qu'il a accompli pour moi.
- Mr Jacques Haury pour m'avoir accueilli au sein de son équipe de UMR Ecobiologie et Qualité des Hydrosystèmes Continentaux de Rennes et pour avoir mis à ma disposition tous les outils nécessaires à l'élaboration de ce rapport.
- Mme Aurélie Joué pour ses conseils et plus généralement l'équipe animatrice de l'association B2SA pour leur accueil et m'avoir fourni de tous les documents et le matériel dont j'avais besoin.
- Mr Denis Caudron (CATER Basse Normandie) et Mr François Renault (canton d'Issigny le Buat) pour leur convivialité lors des sorties sur le terrain.
- Les membres du Jury pour leur lecture attentive de cet ouvrage.

Enfin, je tiens également à remercier Julie Coudreuse, les autres étudiants accueillis à l'UMR et le personnel de la mairie de St James pour avoir égayé mes journées de leur bonne humeur.

Sommaire

SOMMAIRE	1
RESUME	3
ABSTRACT	4
 INTRODUCTION	 5
 LA RESTAURATION DES COURS D'EAU	 7
<i>I. Généralités sur l'entretien.....</i>	<i>8</i>
<i>II. Démarche d'aménagement et d'entretien des rivières et cas du ruisseau de la Vallée aux Berges.....</i>	<i>11</i>
<i>III. Problématique et méthodes liées l'entretien des berges, de la végétation rivulaire et à l'aménagement d'abreuvoirs et de clôtures.</i>	<i>14</i>
 SITE D'ETUDE ET METHODES : MISE EN PLACE DU SUIVI DE L'EVOLUTION DE LA VEGETATION RIVULAIRE	 18
PRESENTATION GENERALE DU SITE D'ETUDE.....	18
<i>I. Présentation du bassin versant de l'Oir.....</i>	<i>18</i>
<i>II. Présentation du Ruisseau de la Vallée aux Berges</i>	<i>20</i>
MISE EN PLACE D'UNE METHODE D'IDENTIFICATION DES PARAMETRES STRUCTURANT LA VEGETATION RIVULAIRE HERBACEE A L'ECHELLE DES PETITS BASSINS VERSANTS.	22
<i>I. L'échantillonnage de la végétation</i>	<i>22</i>
<i>II. La mesure des paramètres environnementaux</i>	<i>24</i>
<i>III. Analyse des données</i>	<i>28</i>
 RESULTATS POUR L'ENTRETIEN ET SUIVI DE LA VEGETATION RIVULAIRE DES PETITS COURS D'EAU	 30
RESULTATS	30
<i>I. Comparaison des diversités relatives des différents milieux.....</i>	<i>30</i>
<i>II. Composition floristique des prairies, des haies et des berges.....</i>	<i>31</i>
<i>III. Analyse des facteurs influençant la composition de la flore des berges</i>	<i>33</i>
<i>IV. Prévision des impacts de l'aménagement sur la structure du bocage :</i>	<i>36</i>
DISCUSSION.....	38
<i>I. Effet des usages agricoles et des actions anthropiques.....</i>	<i>38</i>
<i>II. Rôle du réseau de haies et des arbres isolés</i>	<i>40</i>
<i>III. Influence des facteurs locaux liés au fonctionnement de l'hydrosystème</i>	<i>41</i>
<i>IV. Impact de l'aménagement sur la structure du bocage</i>	<i>41</i>

CONTRIBUTION DES TECHNIQUES ANGLO-SAXONNES A LA GESTION DES PETITS COURS D'EAU	42
UTILISATION DE « THE ELLENBERG'S INDICATOR VALUES FOR BRITISH PLANTS » POUR LE DIAGNOSTIQUE DE LA ZONE PRAIRIAL RIVULAIRE DU BASSIN VERSANT DU RUISSEAU DE LA VALLEE AUX BERGES.....	43
<i>I. La Méthode des indicateurs d'Ellenberg.....</i>	<i>43</i>
<i>II. Diagnostic écologique à partir des valeurs indicatrices d'Ellenberg.....</i>	<i>44</i>
<i>II. Diagnostic écologique à partir des valeurs indicatrices d'Ellenberg.....</i>	<i>45</i>
UN PROGRAMME PIONNIER POUR LA RESTAURATION ET LA REGENERATION DES GRANDS BASSINS VERSANTS : « LE WEST COUNTRY RIVERS TRUST » AU ROYAUME UNI (RICKARD, 2004).....	47
<i>I. L'intégration des propriétaires fonciers au plan de restauration des bassins versant.....</i>	<i>47</i>
<i>II. Démonstration de l'intérêt de la pose de clôtures pour protéger le cours d'eau du bétail.....</i>	<i>48</i>
<i>III. Intérêt de cette approche pour la gestion des bassins versant des petits cours d'eau.....</i>	<i>49</i>
PERSPECTIVES DE RESTAURATION DES BERGES DU RUISSEAU DE LA VALLEE AUX BERGES.....	50
<i>I. Intérêt de la restauration passive pour un petit cours d'eau comme le ruisseau de la Vallée aux Berges.....</i>	<i>50</i>
<i>II. Intérêt de la restauration active pour le Ruisseau de la Vallée aux Berges.....</i>	<i>51</i>
CONCLUSION.....	54
BIBLIOGRAPHIE	55
TABLE DES MATIÈRES.....	58
LISTE DES FIGURES.....	60
LISTE DES TABLEAUX	60
LISTE DES PHOTOGRAPHIES.....	61
ANNEXES.....	62

Résumé

Au sein d'un Observatoire de Recherche en Environnement sur le bassin versant de l'Oir, dans le bocage sud-Manche, un projet de recherche appliqué à l'entretien des cours d'eau à salmonidés en contexte agricole (mise en place de clôtures et d'abreuvoirs pour limiter l'accès du bétail au ruisseau) étudie l'importance des paramètres qui structurent la végétation riparienne. Un petit ruisseau de tête de bassin est utilisé en étude préliminaire. Après avoir traité les différentes informations issues du terrain et de la cartographie dans un SIG, nous avons utilisé une méthode d'analyse multivariée pour hiérarchiser les facteurs qui déterminent la composition de la végétation de berges et une méthode anglo-saxonne basée sur des espèces indicatrices pour effectuer un diagnostic écologique. Les principaux facteurs qui différencient la végétation riparienne semblent être liés aux impacts anthropiques récents (pâturage, au piétinement des berges par les animaux) et anciens (proximité entre l'écosystème rivulaire et la structure bocagère, notamment les haies). Les facteurs secondaires sont liés à des aspects d'hydromorphologie et au gradient longitudinal, ce qui serait à confirmer pour d'autres ruisseaux de ce type, ainsi qu'à une proximité à des zones de boisement. Ces aménagements, à terme, vont contribuer fortement à créer sur le ruisseau de la Vallée aux Berges une connectivité du bocage qui n'existait pas (de 21% de haies déconnectées, on passe à 3 %), mais cela nécessitera un entretien régulier de la végétation des berges, voire une restauration active par replantation de ligneux pour les sites désavantagés.

Abstract

Within an Observatory of Research in Environment on the catchment area of the Oir River, in south-Manche, a research project applied to the maintenance of salmon's rivers in an agricultural context (installation of fences and feeding troughs to limit the access of the cattle to the brook), is studying the importance of parameters which structure the riparian vegetation. A small brook of watershed's head is used in preliminary study. After having processed the various informations, we used a method of multivariate analysis to treat on a hierarchical basis the factors which determine the composition of the riparian vegetation and a british method based on indicator species to make an ecological diagnostic. The principal factors which differentiate the riparian vegetation seem to be related to the recent anthropic impacts (pasture, with the trampling of banks by animals) and old ones (bocage structure: woodlands and hedges). The secondary factors are related to aspects of hydromorphology and the longitudinal gradient, which would be to confirm for other small brooks of this type. After a long time, these installations will strongly contribute to create a connectivity of the woody elements on the brook which did not exist (from 21% of disconnected hedges, one passes to 3 %), but that will require a regular maintenance of the riparian vegetation, even a tree plantation for the less favored.sites.

Introduction

Les évolutions récentes de la gestion de l'espace agricole et l'intensification des pratiques culturales, conduisent souvent à une altération des eaux superficielles. Les phénomènes d'érosion des sols sont responsables de l'augmentation de la charge en matière en suspension (MES) dans les rivières. Une turbidité excessive de l'eau peut engendrer des colmatages des zones de fraie des poissons. Il s'en suit une diminution des population de poissons constatée au fil des années (BAGLINIERE, MARCHAND, 2002). Un des facteurs responsables de l'augmentation de MES dans le bocage bas normand est la pression du bétail, par le piétinement dans des prairies de fortes pentes, un accès au lit mineur des ruisseaux et à leurs berges (MACARY, PAULAIS, 2003).

Pour connaître les mécanismes de fonctionnement des écosystèmes aquatiques continentaux dans un contexte de forts impacts anthropiques, l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) met en place un Observatoire de Recherche en Environnement (ORE) sur trois bassins: le Scorff en Bretagne, la Nivelle dans le Pays Basque et l'Oir en Basse-Normandie.

Sur le bassin de l'Oir, les travaux menés depuis 20 ans ont pour but de mettre en relation la qualité piscicole de ce bassin à salmonidés avec la qualité de l'habitat aquatique. Un projet associe l'UMR-EQHC (UMR Ecobiologie et Qualité des Hydrosystèmes Continentaux) de Rennes, la CATER (Cellule d'Assistance Technique à l'Entretien des Rivières) de Basse Normandie et l'association BS2A (Bassin de la Sélune de l'Amont à l'Aval), structure porteuse du SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) de la Sélune: Les premières études réalisées ont porté sur deux aspects de gestion et d'aménagement: l'entretien d'embâcle et de la ripisylve (JOUON, 2001, TERRASSE, 2002, LABRUNIE, 2003).

Un troisième volet, initié en 2004, a pour but d'étudier les effets sur le milieu de la mise en place de clôtures et d'abreuvoir aménagés pour diminuer l'érosion des berges et la mise en suspension des MES. Un des effets attendus de cette mise en exclos, est une modification de la végétation rivulaire. Cette limitation de l'accès par le bétail au ruisseau de

la Vallée aux Berges est une avant-première de ce qui sera étendu à l'Oir, à ses affluents et à d'autres ruisseaux du bassin de la Sélune.

Les objectifs de cette première phase seront alors :

- connaître les caractéristiques de la végétation en place afin d'améliorer l'entretien du cours d'eau et de ses berges et leur suivi,
- établir un protocole de suivi de la végétation,
- d'enrichir les techniques généralement employée pour la gestion de rivière par des méthodes adaptée à l'échelle du bassin versant et utilisée dans des régions aux problématiques similaires.
- à partir des résultats, d'envisager les orientations du plan de gestion,

Pour refléter les changement environnementaux, nous avons choisi de nous focaliser sur la strate herbacée (dont les espèces ligneuses de cette strate), car elle se régénère naturellement (la plupart des arbres et arbustes étant originellement plantés ou favorisés, excepté l'aulne et les saules dans le cas des berges), et car sa diversité est plus grande (LE COEUR *et al.*, 2002). Néanmoins, dans la perspective d'une analyse plus globale, nous avons également observé la structure des autres unités végétales qui compose le paysage bocager du bassin.

Notre travail se place dans le cadre général d'une nouvelle approche de l'entretien des ruisseaux en intégrant aux aspects d'aménagement une prise en compte (i) des relations entre la berge et le ruisseau lui-même (l'écologie des systèmes aquatiques) et (ii) des interactions entre la berge et les autres unités végétales du bassin qui composent l'agro-système bocager.

Après avoir détailler le cadre dans lequel est effectué l'entretien d'un tel cours d'eau ainsi que la démarche qui a été mise en place, nous expliquerons la méthode mise au point pour étudier la végétation rivulaire herbacée. L'effet des différents paramètres pris en compte sera ensuite analysé dans le but de hiérarchiser les facteurs structurant la végétation des berges. Cette approche sera complétée par les apports techniques et conceptuels fournis par les méthodes anglo-saxonnes. Suite à cette analyse, nous fournirons un diagnostique de l'état de la végétation des berges du cours d'eau afin proposer des conseils pour orienter le futur plan de gestion de la restauration du bassin de ce cours d'eau.

La restauration des cours d'eau

Depuis une trentaine d'années a émergé une prise de conscience de l'importance de la conservation de l'intégrité des écosystèmes aquatiques vis-à-vis de la qualité de l'eau utilisée pour les usages humains. Dans ce contexte, de nombreuses recherches ont donné lieu à des ouvrages relatifs au cours d'eau, à leur étude et à leur entretien (ALLION, OUVRAY, 1998, GRAIE, 1991, LACHAT, 1991, LE GAL *et al.*, 1999).

Le terme d'entretien est souvent employé pour définir les différentes opérations pouvant être entreprises sur un cours d'eau. Cependant, le maintien des rivières en bon état de fonctionnement est une notion large comprenant plusieurs types d'interventions, aux finalités diverses qui vont dépendre de l'état du milieu. La notion de restauration implique des travaux sur la berge et dans le lit et consiste en une série d'actions dans les cours d'eau afin d'en maintenir l'environnement biologique et physique. La restauration a principalement pour but d'arrêter une dégradation, de retrouver un état antérieur après une période sans intervention ou après un évènement exceptionnel, comme une tempête. Le nettoyage du lit, le débroussaillage, l'abattage, l'élagage sont les travaux les plus fréquemment rencontrés. Ceux-ci doivent être nécessairement suivis de travaux d'entretien régulier. Ils permettront de garder le cours d'eau dans un état satisfaisant avec un écoulement régulier, une stabilisation des berges ou encore le maintien des bénéfices des travaux de restauration. Pour mieux comprendre le cadre actuel de l'entretien de rivière, nous rappelons succinctement les évolutions des approches menées et le contexte législatif qui l'encadre. Nous détaillerons ensuite la démarche mise en place pour l'aménagement des clôtures et des abreuvoirs pour le Ruisseau de la Vallée aux Berges. Enfin, nous aborderons les différentes techniques concernant l'entretien de la végétation et la mise en place d'abreuvoirs en rappelant les problématiques qui leur sont associées.

I. Généralités sur l'entretien

I.1. Historique de l'entretien de rivière

Vraisemblablement jusque vers la fin des années 30, l'entretien des cours d'eau s'avérait indispensable pour maintenir des activités en rapport avec l'eau et était assuré par les propriétaires riverains qui tiraient profit de cette ressource :

- exploitation de la ripisylve (bois de chauffage, piquets de clôture...),
- énergie hydraulique (moulins...),
- navigation...

(Allion, Ouvray, 1998, Lachat, 1991).

Au fur et à mesure, l'attention s'est tournée vers d'autres centres d'intérêt à savoir le développement économique privilégiant l'essor industriel, l'amélioration de l'agriculture et la réalisation d'équipements publics avec un souci de rentabilité. Après la deuxième guerre mondiale, la modernisation de l'activité agricole (mécanisation, diminution de la main d'œuvre, culture intensive, évolution des modes d'élevage) a entraîné un désintérêt des populations pour les cours d'eau (ALLION, OUVRAY, 1998). L'entretien du cours d'eau est alors devenu une contrainte. Les législations faites dans un esprit du dix-neuvième siècle se sont trouvées confrontées à des problèmes nouveaux, où la notion d'entretien évolue vers celle de correction (ALLION, OUVRAY, 1998). Ainsi, dans les années 1970, la fonctionnalité majeure d'une rivière recherchée par les collectivités était l'évacuation des eaux et l'irrigation des cultures, conduisant à de lourdes opérations de curage-recalibrage, de rectification des tracés, accompagnées le plus souvent de l'abattage des strates arborées et la mise en place d'enrochement. Si cette technique permettait de diminuer l'influence des crues et empêchait fortement la divagation des cours d'eau, il a été aujourd'hui prouvé que ces opérations appauvrissaient fortement la diversité et les fonctionnalités des cours d'eau (écrêtage des crues, diversité du milieu...). Du fait de ces constations, les mentalités ont alors évolué et ainsi, des notions de "techniques de nettoyage dites douces" (bonne gestion de la ripisylve, remplacement des enrochements par des techniques de génie végétal) et « de travaux de restauration raisonnés » ont émergé et ont été appliquées avec la mise en place d'un entretien régulier dans le but du respect du milieu naturel (LEDARD *et al.*, 2001).

I.2. Cadre législatif et juridique actuel

Les travaux d'entretien des rivières sont aujourd'hui régis par un cadre législatif constitué de divers textes dont les principaux sont inscrits dans la loi sur l'eau de 1992 et repris dans le code de l'environnement. La législation représente une étape indispensable pour la pérennisation du bon fonctionnement des écosystèmes visé par les travaux d'entretien.

L'Oir et ses affluents, comme plus de 90 % des cours d'eau de France métropolitaine, sont non domaniaux, leur entretien relevant de la responsabilité des riverains. Cependant, la plupart des particuliers n'effectuent pas cette tâche, ce qui oblige les collectivités territoriales à se substituer à ces derniers en matière d'intervention sur le milieu. Pour pallier à ce manque des propriétaires riverains, l'article L.211-7 du code de l'environnement habilite les collectivités, leurs groupements, les syndicats mixtes et les communautés locales de l'eau à réaliser les travaux et exploiter les ouvrages et installations reconnus d'intérêt général ou d'urgence dans les conditions prévues par les articles L.151-36 à L.151-40 du Code Rural (Loi n°92-1243 du 11 décembre 1992 relative au livre premier du Code Rural). La loi sur l'eau de 1992 instaure également la création des SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) au niveau des grands bassins hydrographiques et également des SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) à une échelle plus locale pour permettre une coordination des opérations liées à l'eau et au milieu aquatique et la protection de la ressource par le respect du milieu et l'usage raisonné de cette dernière.

A noter également que le code de l'environnement comporte plusieurs articles liés aux "opérations d'entretien" des cours d'eau, entre autres :

➤ article L.215-14 : "...le propriétaire riverain est tenu à un curage régulier pour rétablir le cours d'eau dans sa largeur et sa profondeur naturelles, à l'entretien de la rive par élagage et recépage de la végétation arborée et à l'enlèvement des embâcles et débris, flottants ou non, afin de maintenir l'écoulement naturel des eaux, d'assurer la bonne tenue des berges et de préserver la faune et la flore dans le respect du bon fonctionnement des écosystèmes aquatiques.",

➤ article L432-1 : "Tout propriétaire d'un droit de pêche, ou son ayant cause, est tenu de participer à la protection du patrimoine piscicole et des milieux aquatiques. A cet effet, il ne

doit pas leur porter atteinte et, le cas échéant, il doit effectuer les travaux d'entretien, sur les berges et dans le lit du cours d'eau, nécessaires au maintien de la vie aquatique...",

➤ article L433-2 : "La fédération départementale des associations agréées de pêche et de pisciculture et l'association agréée de pêcheurs professionnels participent à l'élaboration du Schéma Départemental de Vocation Piscicole (SDVP) en conformité avec les orientations de bassin définies par le ministre chargé de la pêche en eau douce" (loi pêche 1984). Ce schéma met en place un programme de restauration des cours d'eau respectueux de leur qualité piscicole et préconise l'entretien régulier, la plantation d'arbres dans les zones trop ouvertes ou la restauration des frayères pour les carnassiers et les cyprinidés.

➤ articles L.433-1 et L.433-3 : ces articles insistent sur la nécessité de mise en place "...d'orientation de protection et de gestion des milieux aquatiques..." par les acteurs concernés et préconise l'élaboration d'un Plan Départemental de Protection du milieu aquatique et de Gestion de la ressource piscicole (PDPG).

Si la législation impose au riverain d'entretenir le cours d'eau et le fond du lit qui lui appartient, le contexte socio-économique montre que la charge des cours d'eau non-domaniaux revient majoritairement aux collectivités. Les cours d'eau domaniaux, secteurs publics, sont quant à eux entretenus par l'Etat. Deux lois en régissent les modalités d'actions et d'exécution : la Loi sur l'eau de 1992 et la Loi pêche de 1984. Chacune d'entre elles apporte un certain nombre d'exigences et de contraintes.

D'autres cadres réglementaires tels que Natura 2000 qui repère les territoires à intérêt écologiques sur le plan communautaire, sont à mentionner pour leurs interactions avec l'entretien. La directive « Habitats » du 21 mai 1992 (directive n° 92/43) demande le maintien en bon état des habitats recensés comme étant à protéger. Elle abonde dans le sens d'un entretien réfléchi des cours d'eau.

II. Démarche d'aménagement et d'entretien des rivières et cas du ruisseau de la Vallée aux Berges

Entretien et gestion dépendent de la vocation du milieu, laquelle peut éventuellement être évolutive au cours du temps. On peut donc parler de plan de gestion d'espace naturel avec définition du lieu, de la fréquence, de la nature, et de la date des interventions (LACHAT, 1991). La mise en place d'un plan de gestion pour le ruisseau de la Vallée aux Berges se fait selon une démarche logique qui se décline en quatre points principaux (tableau 1)

Tableau 1 : Déroulement de la démarche d'aménagement sur le Ruisseau de la Vallée aux Berges

<i>Etape</i>	<i>Contenu et date</i>		<i>Auteurs/responsables</i>
1 ^{ère} phase	<i>état des lieux diagnostic- 2001</i>	Diagnostic : apport excédentaire de MES du à la divagation des animaux dans le cours d'eau	Réalisé par V. Heurteau et A. Talayssac, 2001
2 nd phase	<i>définition des objectifs des interventions</i>	Protection du lit et des berges du cours d'eau par la pose de clôtures.	CATER Basse Normandie, Commune d'Issigny le Buat
3 ^{ème} phase	<i>phase de travaux- 2004</i>	Pose de clôtures, entretien de ripisylve léger et aménagement d'abreuvoirs	Encadré par le technicien de rivière F. Renault
4 ^{ème} phase	<i>suivi de l'entretien- 2004 et suite</i>	Mise en place d'un suivi de la revégétalisation spontanée des berges.	Réalisé par A.Pingray, 2004

Première phase : Etat des lieux – Diagnostic

Cette phase doit permettre de décrire précisément le cours d'eau et les phénomènes interagissant avec celui-ci afin de mettre en évidence d'éventuels dysfonctionnements, permettant ainsi de définir les objectifs du plan de gestion qui sera mis en place. Cette description du site doit être réalisée à plusieurs échelles :

- bassin versant : caractéristiques générales comme la géologie, climatologie, topographie, réseau hydrographique, occupation du sol...
- lit majeur / berges / lit mineur : lit mineur et morphodynamique (hauteur d'eau, granulométrie, faciès...), berges (nature des matériaux, stabilité...), présence d'embâcles (composition, état, fonctions écologiques...),
- paramètres chimiques et biologiques : qualité de l'eau, compartiment faunistique et floristique aquatique, des zones de berges et des zones humides adjacentes.

L'état des lieux réalisé sur la Vallée aux Berges a été effectué en 2001 par HEURTEAU et TALAYSSAC (annexe I) : le diagnostic a montré que le principal problème évalué sur le bassin concerne l'apport de MES dans le cours d'eau lié à la divagation du bétail dans son lit et sur ses berges au niveau de la zone située en aval du Bois Clérice.

Deuxième phase : définition des objectifs des interventions

Lors de cette étape, les objectifs des interventions à mettre en place seront précisés afin d'assurer le bon fonctionnement de l'écosystème en engageant des actions sur les aspects les plus néfastes au patrimoine naturel et paysager mais également aux usages. Il découle de cette phase la mise en place d'un schéma directeur précisant ce qu'il faut faire, pourquoi, où et en employant quelles méthodes (entretien, aménagement,...).

Suite au diagnostic, les objectifs définis pour le ruisseau de la Vallée aux Berges ont alors été ciblés vers la protection de berges et du lit du cours d'eau par la mise en place d'un système de clôture et d'abreuvoirs.

Troisième phase : phase de travaux

Lorsque les objectifs fixés sont clairement définis, les interventions peuvent alors commencer. Pour le Ruisseau de la Vallée aux Berges, les travaux de pose de clôture et d'aménagement d'abreuvoirs ont été réalisés durant la dernière semaine du mois de juillet 2004.

Quatrième phase : suivi de l'entretien

Une intervention même ponctuelle dans le lit mineur (abreuvoirs) ou majeur (entretien de la végétation des berges) va avoir des répercussions directes ou indirectes sur les différents compartiments biotiques et abiotiques de l'écosystème (figure 1). Il convient de suivre l'évolution des actions entreprises afin de pouvoir pallier aux erreurs commises et surtout de pérenniser l'efficacité de la restauration.

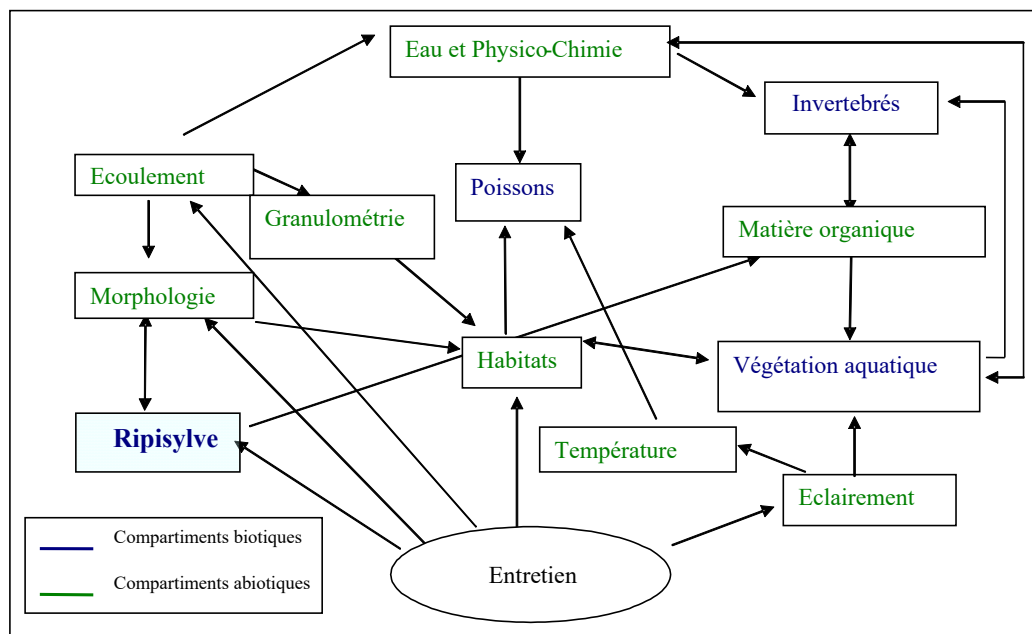


Figure 1 : Imbrication des différents compartiments biotiques et abiotiques. Modifié d'après WASSON *et al.*, 1995 in LE GAL, 1999.

La plupart des méthodes de suivi se base sur des études des populations piscicoles, des macro-invertébrés benthiques (BONO, 1998, TERRASSE, 2002) et des macrophytes (ROBINET, 2004, TERRASSE 2002) ou de la ripisylve (LABRUNIE, 2003) qui sont d'éléments évolutifs et significatifs des changements de milieu. Le dispositif de suivi que nous avons mis en place sur le ruisseau de la Vallée aux Berges repose sur l'étude de la végétation rivulaire herbacée ce qui constitue ainsi une approche assez innovante pour le suivi de tels travaux. Le choix de se focaliser sur les herbacées et les plantes ligneuses de cette strate de la végétation repose sur le fait qu'elles se régénèrent naturellement), que leur diversité est plus grande et par conséquent, qu'elles sont plus à même de refléter les changement environnementaux (LE COEUR *et al.*, 2002). Dans le cadre du suivi, nous avons effectué en juillet 2004 un état des lieux de la végétation juste avant les travaux, complété l'état des lieux de 2001 par une pêche électrique et des comptages des populations d'écrevisse à pattes blanches (*Austopotamobius pallipes*).

III. Problématique et méthodes liées l'entretien des berges, de la végétation rivulaire et à l'aménagement d'abreuvoirs et de clôtures.

Les aménagements effectués sur le ruisseau de la Vallée aux Berges concernent la mise en place d'abreuvoirs et la disposition de clôtures sur les berges du cours d'eau. Nous effectuons ici un rappel des objectifs de ces aménagements ainsi qu'une description de ceux-ci. Ensuite, nous détaillerons les enjeux vis-à-vis de l'entretien de la végétation des berges et les techniques qui peuvent être appliquée sur ce ruisseau.

III.1. Les Abreuvoirs et les clôtures

La divagation du bétail (photo 2) dans le cours d'eau est source de perturbations multiples pour le milieu, pour les animaux et pour les usages humains (CAUDRON *et al.*, 2003) :

- disparition ou l'appauvrissement de la végétation protectrice rivulaire par le broutage et le piétinement répété des animaux,
- élargissement du lit du cours d'eau, contribuant, sur des petits cours d'eau, à la banalisation des habitats piscicoles et à l'échauffement de l'eau.
- colmatage des fonds par la mise en suspension de matériaux des berges, perturbant la reproduction des salmonidés et dégradant l'habitat des invertébrés,
- dégradation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau par les déjections du bétail avec un risque de pathologie pour le bétail du à la consommation d'une eau contaminée (tableau 2) et risque de chute pour les animaux,
- risques sanitaires pour l'alimentation en eau potable, la baignade et les sports nautiques.

Tableau 2 Conséquences de la consommation d'eau contaminée par les bovins (MORIETTE, BACCHI, 2002 in TERRASSE, 2002).

	Vaches	Veau
Contamination directe par les eaux (Bactéries, virus, protozoaires...)	<i>Salmonelles</i> : Avortements entérites Risque de mammites Risque de parasitisme	<i>Salmonelles</i> : Diarrhées Toux, abcès
Risques liés à la qualité des eaux	<i>PH et TH bas</i> : Problèmes de reproduction, carence en calcium <i>Trop de nitrates</i> : Troubles nerveux, de reproduction, de croissance	<i>PH et TH élevé</i> : Constipation, anémie <i>PH et TH bas</i> : Diarrhées <i>Trop de nitrates</i> : Problèmes respiratoires ou digestifs

La mise en place de clôtures et d'abreuvoirs permet de protéger le milieu tout en garantissant un abreuvement sain pour le bétail. Pour le ruisseau de la Vallée aux Berges, cet aménagement comporte :

- la réalisation de 7 abreuvoirs : 1 abreuvoir gravitaire, qui utilise la pente du cours d'eau pour remplir du bac d'abreuvement situé en contrebas, et 6 abreuvoirs classiques (photo 1), aménagés directement sur la berge du cours d'eau.
- la pose de 3047 m de clôtures dont 90% de clôtures électriques et 10% de clôtures à double rang de ronce.

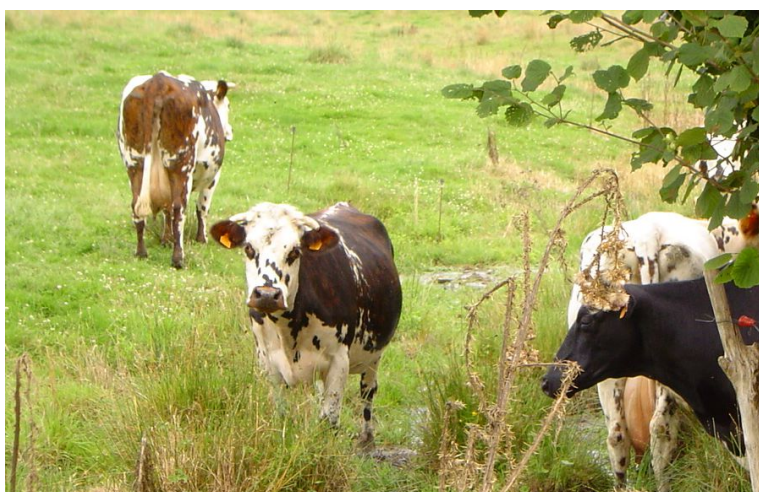


Photo 1 : Divagation du bétail dans le cours d'eau



Photo 2 : Abreuvoir classique aménagé sur le ruisseau et clotûrage des berges.

La pose d'une clôture classique à deux rangs de ronce ou d'une clôture électrifiée suffisamment près du cours d'eau, en permettant au bétail de brouter sous le fil au delà de la clôture, peut dispenser de tout entretien de la végétation herbacée des berges (CAUDRON *et al.*, 2003). C'est le cas des ruisseaux caractérisés par un talus de berge étroit et peu sujet à l'érosion.

Au final, le coût total des travaux s'élève à 11 432 euros TTC (détaillé dans l'annexe 2).

III.2. Entretien de la végétation des berges

En Basse-Normandie, 70 % du linéaire total de cours d'eau est constitué de ruisseaux d'une largeur inférieure à 3 mètres. De tels systèmes constituent des sites de reproduction pour les truites et les saumons. Leur faible largeur font que la berge a un effet majeur dans l'habitat et qu'ils sont fortement vulnérables au piétinement par le bétail (CAUDRON *et al.*, 2003). Pour ce cours d'eau, il est essentiel de maintenir une végétation rivulaire régulière assez dense pour garantir la diversité de l'habitat et limiter les perturbations liées au bétail.

Par ailleurs, le maintien de la végétation rivulaire présente de nombreux intérêts vis à vis de l'écosystème du cours d'eau et du bassin:

-L'épuration naturelle ou autoépuration par la végétation rivulaire s'opère de deux façons (ALLION, OUVRAY, 1998): l'épuration physique (sédimentation et décantation), par ralentissement des eaux de ruissellement provenant du lit majeur ; l'épuration biologique effectuée par assimilation d'éléments nutritifs (nitrates, phosphates, etc.) en solution dans l'eau. Notons ici qu'un déboisement modéré améliorerait efficacement les capacités d'autoépuration du cours d'eau. (LEFEUVRE *et al.*, 1981)

-La Faune, extrêmement riche et variée tant aquatique que terrestre. Les invertébrés terrestres (insectes, crustacés, arachnides) compte le plus grand nombre de représentant et occupe des maillons importants dans la chaîne alimentaire. D'autre part, beaucoup de larves d'insectes ailés sont aquatiques et liés au cours d'eau. Ceux-ci forment un système ouvert complexe incluant des flux entrants et sortants de natures diverses: la dérive des larves vers l'aval se compense en partie par un vol des imago (adultes) vers l'amont (LACHAT, 1991).

Néanmoins, si le maintien d'une végétation rivulaire est nécessaire, il est également important de l'entretenir lorsqu'elle est présente. En effet, un développement excessif de la végétation provoquera, par la formation d'embâcles, le colmatage des fonds et des obstacles à la migration des poissons. Les différentes techniques d'entretien sont résumées dans le tableau 3.

Tableau 3 : les différents types d'entretien de la végétation rivulaire

	<i>Technique</i>	<i>Fréquence</i>
Abattage des arbres	Manuel	Tous les 10 à 20 ans
Recépage des cépées	Manuel	Tous les 5 à 10 ans
Débroussaillage	Manuel	Annuel ou bisannuel en fonction des objectifs de gestion
Plantation	Manuel	L'année de la restauration
Bouturage	Manuel	L'année de la restauration
Broyage	Mécanique	Annuel

Hormis la pose de clôtures qui permet à la végétation ligneuse arbustive et arborée de coloniser les berges spontanément et progressivement, deux méthodes (tableau 3 & 4) sont généralement utilisées pour permettre de reconstituer une végétation rivulaire pour fixer et stabiliser les berges des cours d'eau (CAUDRON *et al.*, 2003) :

- **le bouturage** : il consiste à replanter dans le sol des sections de branches de saules (d'une longueur de 30 à 90 cm) provenant de sujets sains et vivants de 1 à 3 ans.
- **La plantation** : elle doit se faire en alternance sur les berges droite et gauche avec des plantations en priorité dans les secteurs externes des méandres lorsque le profil de la berge le permet. Le choix des essences doit se porter vers des espèces indigènes (tableau 4), présentes localement sur le bassin et provenant de populations de la même région pour des raisons génétiques. Il convient de maintenir des espèces de bases comme l'aulne glutineux et les saules, mais d'autres essences peuvent utilement les accompagner et coloniser efficacement le talus et le sommet de la berge : prunellier, noisetier, frêne commun, etc.

Tableau 4: exigences et utilisation des espèces ligneuses participant activement à la stabilisation des berges. (Espèces rencontrées dans sur la bassin de la Vallée aux Berges) d'après Lachat, 1991.

ESSENCE	F	H	pH	N	S	G	L	M
<i>Acer platanoïdes</i>	A	2	III	0	2	3	1,2	X
<i>Alnus glutinosa</i>	A	3,v	II	1	3	4	3	X
<i>Carpinus betulus</i>	A	2	II	0	3	3	2	X
<i>Coryllus avanella</i>	b	2	II	0	2	2	3	X
<i>Cratageus monogyna</i>	a	2,v	III	-1	2	3	4	X
<i>Prunus spinosa</i>	b	1	III	0	2	2	4	X
<i>Populus tremula</i>	A	2	II	0	2	3	4	X
<i>Rosa canina</i>	b	1	III	0	2	3	3	X
<i>Prunus avium</i>	A	2	II	0	2	3	3	X
<i>Quercus robur</i>	A	2,v	i	0	3	3	3	X
<i>Salix cinerea</i>	a	3,v	II	-1	3	4	4	1
<i>Sambucus nigra</i>	a,b	2	II	+1	2	3	3	X

F: forme

A = arbre (fût, branche, cime) supérieur à 8m.

a = arbuste (fût, branche, cime) inférieur à 8m.

b = buisson, arbrisseau (ramification à partir de la base)

pH: acidité

I = 3,5 à 5,5

II = 4,5 à 6,5

III = 5,5 à 8

I = indifférent

S humus

1 = Sans/ peu

2 = moyen

3 = Beaucoup

H: humidité

1 = sec

2 = sec-humide

3 = humide

V = variable

N azote

-1 = pauvre

0 = moyen

+1 = riche

L lumière

1 = ombre

2 = pénombre

3 = mi lumière

4 = lumière

G granulométrie

1 = grossier

2 = moyen

3 = fin

4 = très fin

M multiplication végétative, non compris greffage

X = mauvaise, nulle mais possible selon techniques spéciale

1 = bonne

<p style="text-align: center;">Site d'étude et Méthodes : Mise en place du suivi de l'évolution de la végétation rivulaire</p>
--

<p style="text-align: center;"><i>Présentation générale du site d'étude</i></p>
--

Hormis un succinct état des lieux (HEUTEAU, TALAYSSAC, 2001), le Ruisseau de la Vallée aux Berges est un cours d'eau qui n'a encore fait l'objet d'aucune étude. Les données présentées par la suite ont été recueillies à partir d'analyses cartographiques. Afin de définir au mieux le contexte de l'étude, nous avons choisi de présenter également les caractéristiques du bassin versant de l'Oir, cours d'eau dont le Ruisseau de la Vallée aux Berges est un affluent et qui a, lui, été l'objet de nombreuses études.

I. Présentation du bassin versant de l'Oir

I.1 Généralités

L'Oir est un petit cours d'eau de première catégorie piscicole du département de la Manche (50 –Basse-Normandie). Il prend sa source près du village de Reffuveille à 225 m d'altitude puis s'écoule d'est en ouest sur un linéaire de 20 km et conflue avec la Sélune en rive droite, petit fleuve côtier dont l'estuaire se situe au niveau de la baie du Mont-Saint-Michel (figure 2). La confluence de l'Oir et de la Sélune se situe à une altitude de 9 m à environ 8 km de l'embouchure du fleuve: sa pente moyenne est de 1,1 %. Le réseau hydrographique du bassin est dense, ce qui est lié à la nature imperméable des roches du bassin. L'Oir reçoit ainsi 11 affluents, 5 en rive gauche et 6 en rive droite. Le Ruisseau de la Vallée aux Berges est le deuxième affluent en rive droite de ce cours d'eau.

Le bassin versant de l'Oir se situe dans une région dans laquelle les pratiques agricoles ont une forte influence sur la morphologie des ruisseaux (rectification du tracé, piétinement des berges par le bétail) et la qualité de l'eau (produits phytosanitaires, nitrates bactériologie, matières en suspension), avec une orientation de production de culture fourragère et d'élevage (laitier et dans de moindres proportions, porcin et avicole).

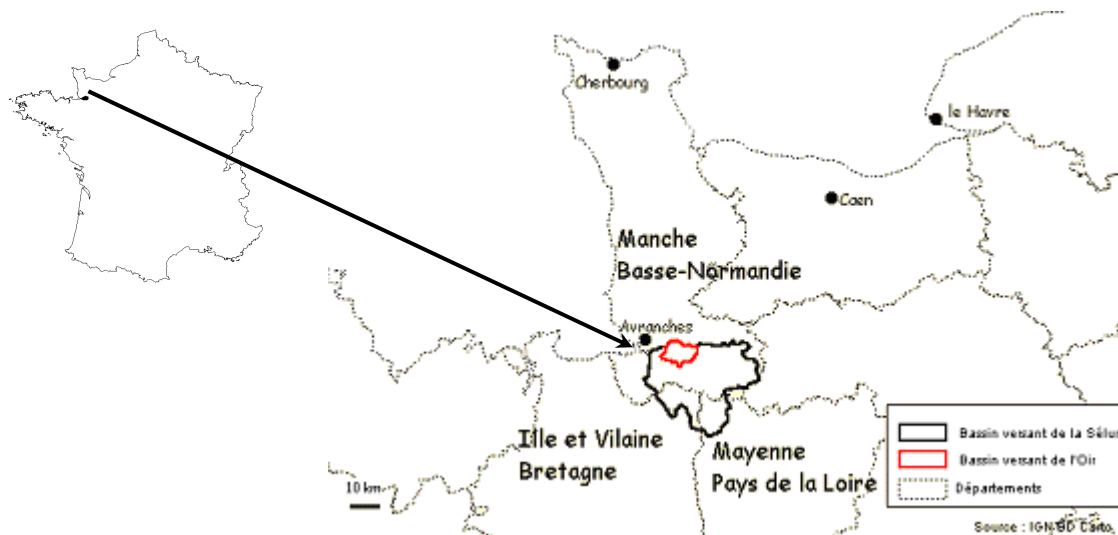


Figure 2: Position géographique du bassin versant de l'Oir

I.2. Géologie

Le nord du bassin versant est formé d'un massif granitique (massif avranchin) duquel proviennent la plupart des affluents rive droite de l'Oir. Cette enclave granitique est entourée de roches cornéennes issues du métamorphisme de contact (LANGEVIN *et al.* (1984) in HEURTEAU, TALAYSSAC, 2001). L'ensemble du lit de l'Oir ainsi que ces affluents rive gauche s'écoulent sur des schistes Briovériens surmontés d'une couverture limoneuse d'origine éolienne et d'épaisseur variable. Les affluents de la rive droite sont, eux, situés sur un massif granitique (massif avranchin)

I.3. Climatologie et hydrologie

Le bassin versant est influencé par un climat de type pluvio-océanique caractérisé par une forte pluviométrie, des hivers doux et de températures peu élevées en été. Les températures mensuelles moyennes sont relativement douces en hiver (minimum en janvier avec 4,3°C) et peu élevées en été (maximum en juillet avec 16,5 °C).

La moyenne des précipitations cumulées annuelles atteint 1054 mm dont la moitié (580 mm) entre novembre et avril. Le minimum est observé en août avec 63 mm et le maximum en décembre avec 125 mm. (Source : Météo France, données climatiques récoltées entre 1986 et 2003).

L'hydrologie de l'Oir est suivie par un limnigraphe (DIREN Basse Normandie) qui enregistre les débits journaliers au niveau de la commune de Ducey sur la partie aval du cours d'eau. La figure 3 présente les débits mensuels moyens calculés sur 18 années (1986-2003).

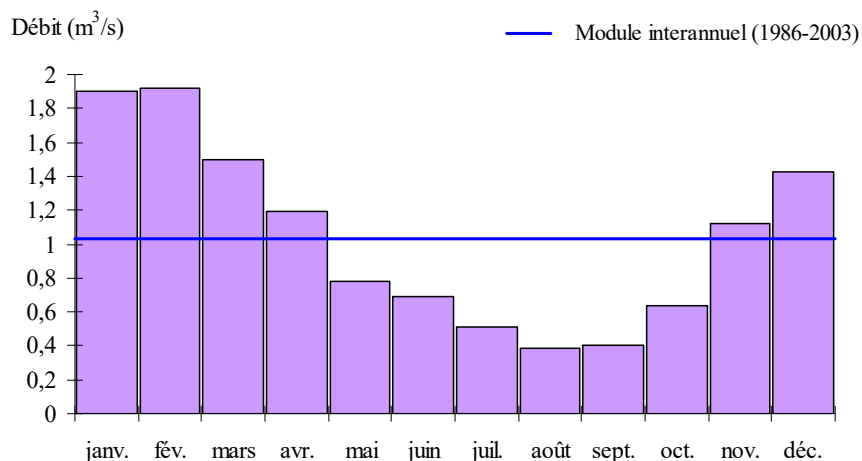


Figure 3 : Débits mensuels moyens de l'Oir (Banque HYDRO, 1986-2003)

II. Présentation du Ruisseau de la Vallée aux Berges

Le Ruisseau de la Vallée aux berges est un petit cours d'eau de 4,5 km situé dans le département de la Manche (50). C'est le second affluent de la rive droite de l'Oir, lui-même affluent de la Sélune. Sa source est située à 225 m d'altitude au alentour du lieu dit de la Haute Epanglière. Il draine un bassin d'environ 2,5 km² environ et avec une pente moyenne est de 4,2%. La quasi totalité du bassin versant du Ruisseau de la Vallée aux Berges se situe sur un massif granitique dont sont issus la majorité des affluents de la rive droite de l'Oir. Seule la partie située à la confluence est constituée d'un massif granitique intrusif à Chalandray et de schistes Briovériens. L'étude ne concernant que deux communes (Montigny et la Mancelière) sur les trois que concerne le bassin, la zone d'étude représente les 1,5 km² de la partie aval du bassin (figure 4).

Le paysage de cette région du bocage normand est principalement agricole. La surface du bassin du Ruisseau de la Vallée aux Berges est majoritairement allouée à l'élevage extensif de vaches laitières (39%), particulièrement dans le fond de vallée et cultures fourragères (37%, figure 4). Il n'y a pas d'industrie et seulement quelques hameaux petits et dispersés. La majorité de la surface boisée est située à l'amont de la zone d'étude au niveau du Bois Clérice, l'autre grande parcelle boisée se trouve elle sur les rives de l'Oir.

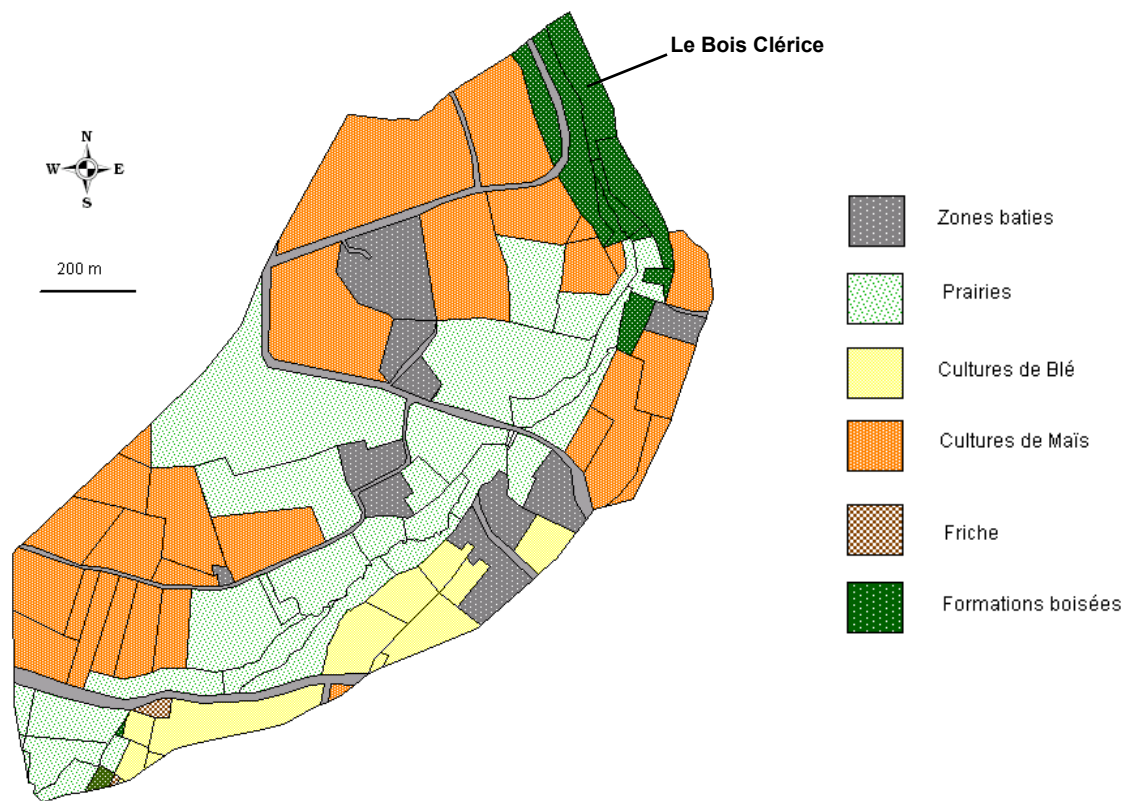


Figure 4 : Carte de l'occupation du sol du bassin versant de la vallée au Berges (traitée sous MapInfo 5.5)

Par ailleurs, l'Oir est un cours d'eau de première catégorie piscicole, peuplé par le Saumon atlantique (*Salmo salar*) qui le remonte pour frayer, et par la Truite commune (*Salmo trutta*), présente sous ses deux formes, marine et d'eau douce. Les affluents du cours d'eau sont particulièrement productifs en juvéniles de truites et de saumons. Bien qu'étant de débit très modeste, la pêche électrique effectuée sur le Ruisseau de la Vallée aux berges par le CSP (Conseil Supérieur de la Pêche) en juillet 2004 a ainsi révélé que le cours abritait des populations de truites juvéniles (0 et 1+) et d'écrevisse à pattes banches (*Austropotamobius pallipes*).

Le cours du ruisseau a largement été modifié par de nombreux aménagements (annexe 3). Dans notre zone d'étude, on notera la présence

- de deux passages de route busés (celui situé en aval de la RD 113 semble gêner considérablement la migration des truites vers la partie amont boisée).
- d'un seuil infranchissable de 2 m au niveau la Haizière ainsi qu'une rectification du tracé.
- d'une retenue dans la partie amont du Bois Clérice qui génère une chute de 2 m.

La ripisylve au niveau du Bois Clérice est dense mais pour le reste du linéaire, elle est peu présente et discontinue. Alternativement ombragé et éclairé, le cours d'eau présente également une variété d'écoulements et ses fonds sont couverts d'un léger colmatage biologique et minéral, signe d'influence anthropique.

Mise en place d'une méthode d'identification des paramètres structurant la végétation rivulaire herbacée à l'échelle des petits bassins versants.

L'échantillonnage de la flore des berges du ruisseau s'est fait en deux parties:

- le choix et le positionnement des différentes stations d'étude sur le linéaire afin de répondre aux questions posées.
 - la mise en place d'un protocole d'échantillonnage de la végétation adapté aux contraintes du terrain, au temps imparti à l'étude et aux outils d'analyse des relevés.
- L'acquisition des données environnementales a requis d'autres protocoles décrits par la suite.

I. L'échantillonnage de la végétation

La mise en place des sites d'échantillonnage doit permettre :

- 1- de comparer entre les prairies (effet longitudinal) les processus de revégétalisation des berges pour des tronçons similaires.
- 2- de mettre en évidence les facteurs (occupation du sol, morphologie du ruisseau, ...) influençant au niveau local (prairie) les processus de revégétalisation (effet longitudinal).

La zone d'étude a alors été découpée en quatre secteurs, respectivement d'amont en aval, A, B, C et D (figure 5) qui sont des secteurs de longueurs comparables, homogènes en terme de morphologie du bassin (forme et pente du lit et des versants) et d'usage agricole. Ce découpage a servi à la nomenclature des différentes stations et doit permettre par la suite de faciliter l'analyse des données.

Nous avons échantillonné des unités de 15 m² dans trois milieux:

- les berges, unités sur lesquelles est centrée l'étude,
- les haies proches, c'est à dire situées en fond de vallée, catégorie dans laquelle sont incluses les bandes de ripisylves.
- les prairies adjacentes.

Au total, 78 stations de 15m² ont été placées sur les 2,5 km de berge, 35 haies ont été échantillonnées et 80 relevés ont été effectués sur les 16 parcelles de prairies adjacentes au ruisseau.



Figure 5 : Carte de localisation des stations de relevé et de quatre différents secteurs prairiaux A, B, C et D (traitée sous MapInfo 5.5)

Le relevé floristique effectué pour chaque unité correspond à une liste d'espèces avec une estimation visuelle du recouvrement des espèces. L'abondance des espèces est notée d'après l'échelle de Tansley, de 1 à 5 (TANSLEY, CHIP, 1926 in LE COEUR *et al.*, 2002) : 1 rare, 2 occasionnel, 3 fréquent, 4 abondant, 5 dominant (très abondant)

Pour chaque haie, un relevé est réalisé au milieu de celle-ci sur une station représentative de sa composition en arbres matures et/ou en arbustes et de la densité de sa végétation. Les berges boisées (ripisylves) sont intégrées à cet échantillonnage car souvent déjà clôturées et peu ou différemment piétinées. Les prairies sont échantillonnées par cinq relevés effectués sur 15 m² répartis pour tenir compte des hétérogénéités observées.

L'échantillonnage des berges du ruisseau est fait sur le linéaire de berges des prairies à aménager. Chaque station est une unité d'échantillonnage constituée d'une bande de berge de 1 mètre sur 15 m non boisée parallèle au ruisseau (figure 6), sélectionnée selon des critères simples que nous avons voulu homogènes sur les 15 m:

- des paramètres relatifs au fonctionnement du ruisseau : la hauteur de la berge, sa pente

- (inférieure ou supérieure à 45°), la morphologie du cours d'eau (rectiligne ou en méandre),
- des paramètres relatifs au fonctionnement du bocage : position par rapport aux autres unités végétales (haies, ripisylve et prairie),
- des paramètres relatifs aux usages agricoles : type de gestion et d'entretien de la berge.
- une homogénéité de la berge lui faisant face.

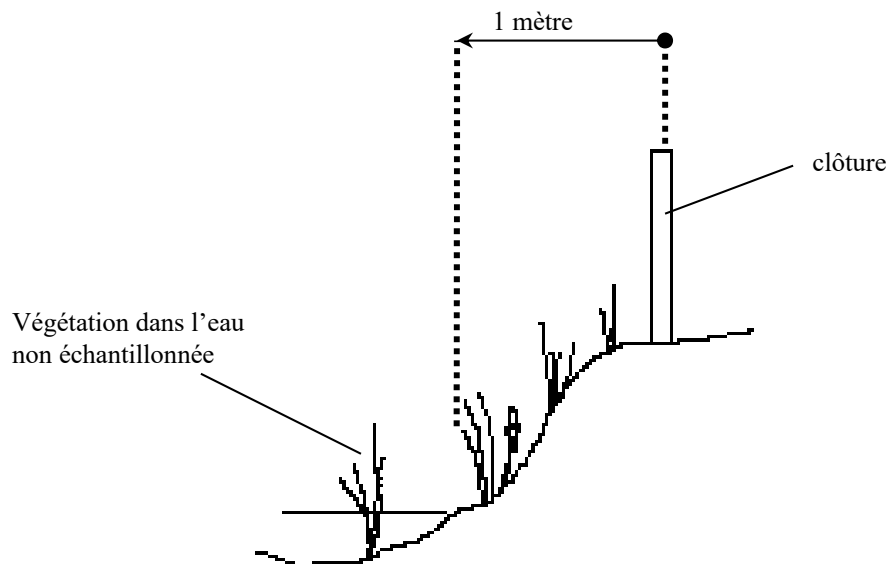


Figure 6 : schéma de la surface échantillonnée à partir de la clôture

II. La mesure des paramètres environnementaux

Une analyse de l'occupation du sol et d'usages agricoles a été réalisée à partir d'observations *in situ*. Ces données ont été traitées dans un Système d'Information Géographique (SIG). Les différentes couvertures ont été développées sous MapInfo Professional 5.5, dont la numérisation du plan cadastral et des réseaux. Une matrice renseignant sur les caractéristiques environnementales de chaque station a été construite. Cette étape de construction a permis de traiter spatialement les informations concernant 35 critères exprimant des contraintes physiques ou anthropiques qui peuvent entrer dans le processus de répartition spatiale de la végétation rivulaire. La méthode mise au point permet d'utiliser des critères vrais (pente et hauteur de la berge, pente du cours d'eau, distance à la confluence, occupation du sol, etc..) et des critères qualitatifs (ombrage, intensité de pâturage, présence de ligneux à proximité ou sur la berge, etc..), et de prendre en compte l'ensemble des facteurs discriminants significatifs pour lesquels il nous est possible d'attribuer une valeur.

II.1. Les variables liées au fonctionnement du cours d'eau

Selon les principes généraux de fonctionnement des rivières, on a une répartition de la végétation en fonction de la position sur le linéaire et de la topographie locale de la vallée (concept du continuum fluvial, VANNOTE et *al.* in AMOROS, PETTS, 1993). Cet aspect est rarement étudié à cette échelle et il est intéressant de savoir si la répartition spatiale des espèces est un facteur à prendre en considération dans la gestion des petits ruisseaux :

- D confluence: distance de l'échantillon à la confluence du Ruisseau de la Vallée aux Berges avec l'Oir,

- p: pente moyenne du lit du cours d'eau dans la prairie où se situe l'échantillon.

La teneur en eau du sol est un facteur important en relation avec la hauteur de la berge. Les espèces sensibles, ou hygrophiles, répondent à une micro topographie de la berge (pente plus ou moins forte). Concernant la structure physique de la berge, nous avons considéré:

- h : hauteur moyenne de chaque portion de berge,

- pente faible : pente de la berge est inférieure à 45°,

- pente forte : pente de la berge est supérieure à 45°.

II.2. Les variables liées à la structure du bocage

Les haies, éléments structurant du bocage, sont des unités linéaires permettant la connexion des différentes unités du paysage. La connectivité détermine l'intensité des échanges entre les unités écologiques. Les haies sont ainsi essentielles au déplacement de certaines espèces animales et végétales jusqu'au cours d'eau et peuvent être une source d'espèces colonisant les berges. Nous avons donc quantifier le rôle potentiel des haies et de la ripisylve présentes sur le bassin suivant plusieurs critères:

- Lin50: linéaire de haie et de ripisylve dans un rayon 50m à l'unité de berge,

- Lin100: linéaire de haie et de ripisylve dans un rayon 100m.

- D mini: distance minimale (en mètre) entre l'unité d'échantillonnage et la première haie (qu'il s'agisse d'une haie d'arbustes ou une haie avec des arbres matures).

La quantité de lumière disponible dans le milieu est un des paramètres fondamentaux définissant les possibilités d'installation d'une espèce donnée (AMOROS & PETTS, 1993). L'intensité lumineuse reçue au sol dépend de la densité de la canopée des formations

arborées et arbustives situées à proximité, dominant la berge et susceptible d'y produire de l'ombrage. On évaluera ce facteur par quatre niveaux de notation définis comme suivant (relevé effectué à midi, heure solaire):

- omb0: absence d'ombre sur la berge,
- omb1: berge peu ombragée (projection au sol de la canopée < 10% de la surface de l'unité),
- omb2: berge ombragée (10%<canopée<50%)
- omb3: ombrage fort (canopée>50%).

La présence d'un ligneux à proximité directe de la berge joue un rôle sur l'ombrage de celle-ci et génère à son pied un habitat particulier où peut s'installer une flore particulière source. Nous avons décidé de quantifier par 3 niveaux de mesure la présence de ligneux dans la proximité directe de l'échantillon dans un rayon de 15 m :

- A0: absence d'arbre ou d'arbuste dans un rayon de 15 m,
- A1: présence d'un à trois arbres et/ou arbustes dans un rayon de 15 m,
- A2: présence d'une haie ou d'une ripisylve dense dans un rayon de 15 m.

II.3. Les variables liées aux usages agricoles

L'action des animaux :

Les berges situées en bordure de prairie sont soumises au pâturage et au piétinement des animaux, ce qui constitue une perturbation importante pour la strate herbacée de la végétation rivulaire (MENSING *et al.*, 1998). Seules les espèces tolérantes ou résistantes à une intensité de pâturage seront présentes sur ces berges. L'intensité du pâturage dépend de la charge pastorale appliquée à la parcelle ainsi que de sa durée et de sa fréquence de mise en pâture. De plus, le piétinement des animaux sur la berge ouvre le milieu et favorise des espèces opportunistes, colonisatrices ou rudérales. Le piétinement déstructure également la berge en créant des zones basses plus humides. Pour cette perturbation du milieu, nous avons choisi d'estimer sur la surface d'échantillonnage la proportion de sol nu et de zone basse qu'elle génère.



Photo 3: zones basses (pointées en rouge) sur les berges générées par le piétinement du bétail

Ainsi, pour mesurer l'impact des animaux sur la végétation, nous avons défini huit critères relatifs à l'action du piétinement et l'intensité du pâturage:

- Pat0: absence de pâturage,
- Pat1: pâturage très faible (moins de 10% de la surface est pâturée),
- Pat2: pâturage faible (de 10 à 25 % de la surface),
- Pat 3: intensité de pâturage moyenne (de 25 à 50% de la surface),
- Pat4: pâturage fort (de 50% à 75% de la surface),
- Pat5: pâturage très fort (plus de 75%, gazon raz),
- sol nu : pourcentage de la surface en sol nu,
- ZB : pourcentage de la surface en zone basse

L'occupation du sol :

Le thème « occupation du sol » du SIG a été renseigné à partir des observations réalisées sur le terrain. Les différentes formations végétales situées sur le bassin, qu'il s'agisse de boisements ou de cultures, sont susceptibles d'être une source d'espèces pouvant coloniser la berge. L'utilisation des différentes parcelles est inhérente aux contraintes de fonctionnement de l'exploitation, et donc à l'action anthropique. Cinq grands types d'occupation ont été relevés:

- les zones d'habitation: habitat de l'exploitant (ferme, cour et jardin) et locaux utilisés par l'exploitation (grange, étable, entrepôt...),
- les prairies, permanentes ou temporaires,
- les cultures, de blé ou de maïs,
- les friches,
- les boisements, naturels ou plantés.

Dans le but d'une analyse à petite échelle, l'occupation du sol est analysée dans un rayon de 100m autour de chaque unité d'échantillonnage (un rayon de 50 m ne permettait d'avoir des différences significatives entre les stations). La proportion en surface pour les différents types d'occupation du sol a ainsi été calculée.

Le linéaire de bordure de route est source d'espèces herbacées d'un autre type:

-Bdr100 : linéaire de bordure de route dans un rayon de 100 m.

-Bdr50 : linéaire de bordure de route dans un rayon de 50 m.

L'aménagement et entretien :

L'entretien et la gestion de la berge par l'exploitant de la prairie à une influence directe sur le type de végétation se développant sur la berge. Nous avons donc noté de façon qualitative (descripteur de type booléen « oui=1/non=0 ») cinq paramètres relatifs à l'aménagement et à l'entretien du cours d'eau :

- DSH : utilisation d'herbicide,

-Fauche : le recours à la Fauche,

-électrique : présence d'une clôture électrique,

-barbelée : présence d'une clôture barbelée (ronce),

-bordure : traduit la position du cours d'eau en limite d'exploitation.

III. Analyse des données

Plusieurs indices ont été utilisés pour comparer l'assemblage des espèces (BUREL *et al.*, 1998). La richesse spécifique (S) et l'indice de diversité de Shannon (H') sont des moyens utilisés pour comparer le nombre et l'abondance des espèces. Les comparaisons des indices entre les différents types d'unités (berges, haies, prairie) sont réalisées par une Analyse des Variances (ANOVA) en modèle linéaire généralisé réalisée grâce au logiciel MINITAB.

Pour mettre en relation les stations d'échantillonnage et la composition spécifique de chaque relevé, nous avons créé une matrice 'espèces' x 'stations d'échantillonnage' (variables de réponse). Nous avons effectué sur celle-ci une Analyse en Composantes Principales (ACP) pour expliquer les variations observées entre les différents relevés à partir

de leur composition floristique. L' ACP génère un diagramme sur lequel figure le poids moyen de chaque espèce ou site, représenté par des points en respectant leur contribution à l'axe explicatif. La proximité ou l'éloignement de points entre eux sur le plan de la CCA, ou avec les axes indique une relation positive ou négative entre les variables.

Ensuite, pour mettre en relation les variables environnementales avec la composition spécifique de chaque relevé, deux matrices ont été utilisées pour l'analyse: la matrice 'espèces' x 'stations d'échantillonnage' (variables de réponse) et une matrice 'variables spatiales et environnementales' x 'stations d'échantillonnage'(variables explicatives). Toutes les variables explicatives et leurs différents niveaux sont considérés au début de l'analyse. Les matrices sont ensuite soumises à une Analyse Canonique des Correspondances (CCA) sous CANOCO, qui est une ordination des valeurs propres développées pour relier directement entre elles des matrices multivariées de données écologiques. La CCA génère un diagramme sur lequel figure le poids moyen de chaque espèce ou site, représenté par des points, en respectant la contribution des variables explicatives, représentées par des flèches qui pointent dans la direction de la variation maximales du paramètre. La proximité ou l'éloignement de points entre eux sur le plan de la CCA, ou avec des flèches indique une relation positive ou négative entre les variables.

De toutes les variables explicatives, les meilleurs indicateurs (qui seront retenus pour l'analyse) ont été sélectionnés par une procédure de sélection de régression pas à pas, disponible dans la version 3.1 de CANOCO. Un seuil de significativité de 0,05 a été choisi pour cette sélection. Pour chaque CCA, une simulation de Monte Carlo sur la valeur propre du premier axe et sur la trace (i.e. la somme des valeurs propres canoniques) teste la significativité de l'effet des variables analysées (LE COEUR *et al.*, 2002). Les variables significatives sont retenues.

Résultats pour l'entretien et suivi de la végétation rivulaire des petits cours d'eau

Résultats

I. Comparaison des diversités relatives des différents milieux

La comparaison des moyennes des indices de diversité de Shannon calculées pour chaque type de relevé (berges, haie, prairie) a été effectuée par une ANOVA en modèle linéaire généralisé, avec un seuil de significativité de 5% (tableau 5). La diversité spécifique est significativement supérieure pour les berges ($H' = 4,2$ bits ; $p < 0,05$) comparée aux haies ($H' = 3,8$ bits) et aux prairies adjacentes ($H' = 2,1$ bits; figure 7).

Tableau 5 : statistiques élémentaires et résultat de l'ANOVA sur la comparaison de la diversité spécifique moyenne (indice de Shannon) des différents types d'unités végétales échantillonnées.

TYPE	H' MOYEN (en bits)	ECART- TYPE D'H'	Nombre d'échantillon	F-value	p-value
berges	4,2	0,43	78	411,12	< 0,001
haies	3,8	0,44	35		
prairies	2,1	0,63	87		

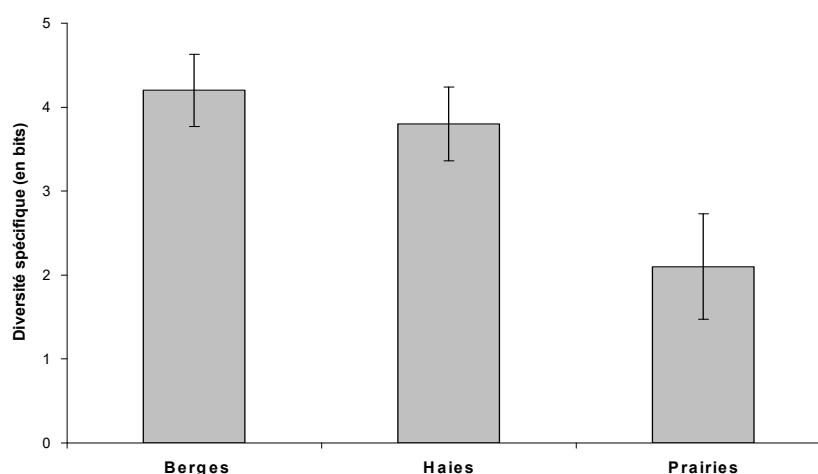


Figure 7: Moyenne et écart-type de l'Indice de Shannon H' calculé pour chaque échantillon en fonction du type de milieu analysé. Les différences entre chacun des trois types de milieux sont significatives (ANOVA, $p < 0,05$).

II. Composition floristique des prairies, des haies et des berges

Lors des différents parcours effectué sur le bassin, nous avons eu l'occasion d'identifier environ 200 espèces (annexe 4) et plus de la moitié est retrouvée sur les berges du ruisseau.

Les berges, les prairies et les haies sont des unités de végétation qui diffèrent par leur composition floristique (Figure 8a et 8b). L'axe I de l'ACP présente 22% de la variance totale, 17% pour l'axe II.

L'axe I tend à opposer les berges aux autres types de formations végétales analysées et les variations selon cet axe sont principalement liées aux espèces hygrophiles. L'axe II tend à opposer les prairies et les haies et les variations observées résultent principalement certaines espèces prairiales et d'espèces de talus :

- La caractéristique principale des prairies est l'abondance de *Lolium perenne* et d'espèces qui leur sont typiques comme *Taraxacum officinale* et *Trifolium pratense*.

- Les haies sont caractérisées des espèces telles que *Holcus mollis*, *Teucrium scorodonia*, *Pteridium aquilinum*, *Dactylis glomerata* ou encore *Digitalis purpurea*.

- La spécificité des berges repose elle sur la présence d'espèces hygrophiles : *Glyceria fluitans*, *Agrostis stolonifera*, *Juncus effusus*, *Juncus articulatus*, *Cerastium fontanum*, *Apium nodiflorum*. Si aucune espèce caractéristique de haie n'est rencontrée en milieu prairial, certaines peuvent en revanche coloniser le haut du talus des berges : *Teucrium scorodonia*, *Holcus mollis*, *Pteridium aquilinum*

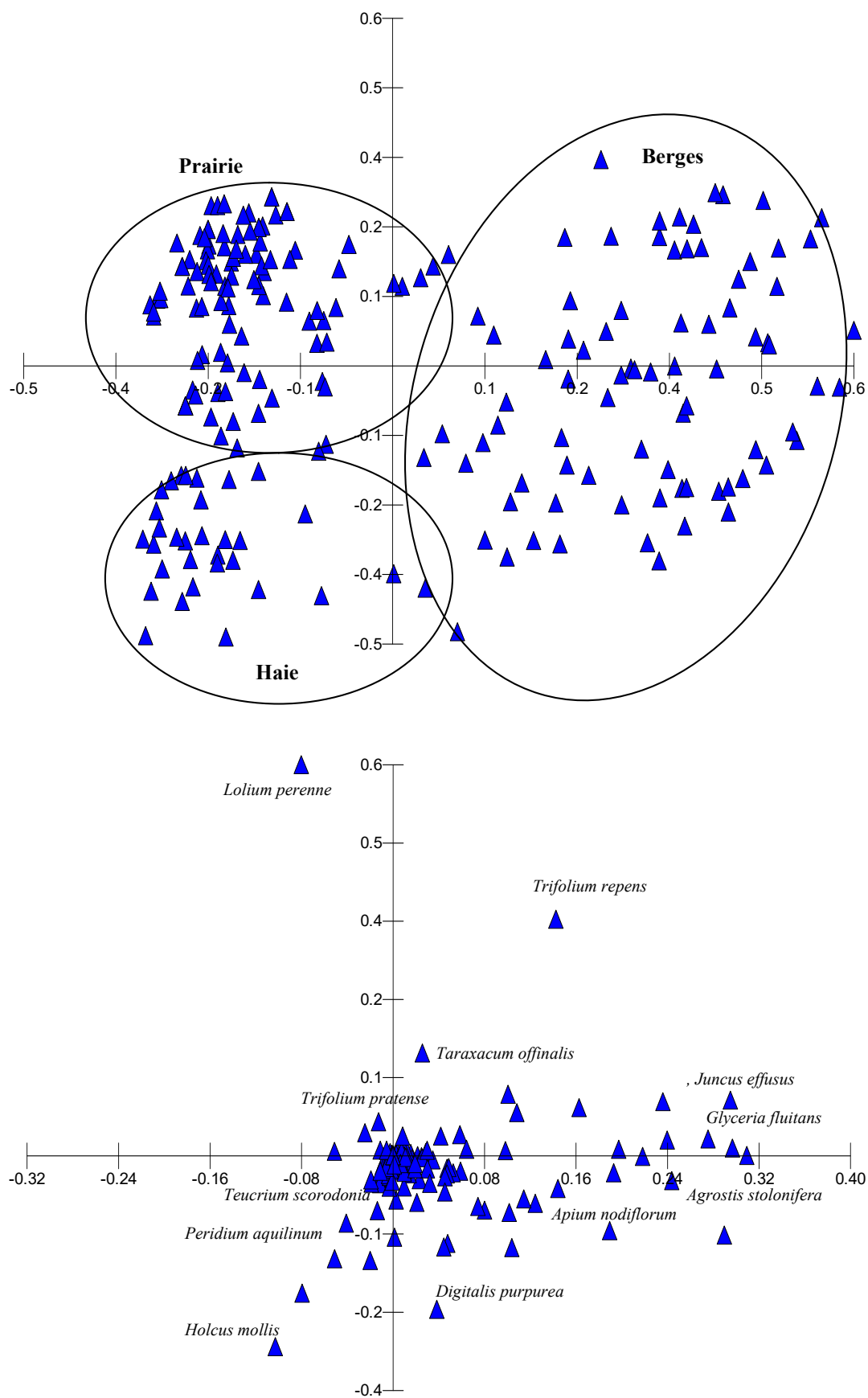


Figure 8 :a) : Position des stations sur les deux premiers axes de l'ACP réalisée.
b) : Position des espèces sur les deux premiers axes de l'ACP réalisée
Variance de l'axe I : 22 % (valeur propre : 17,04), variance de l'axe II : 11,7% (valeur propre 9,06)

III. Analyse des facteurs influençant la composition de la flore des berges

Sur les 35 variables (tableau 6) initialement considérées lors de la CCA (figure 9a), suite à la sélection pas à pas et les tests statistiques, seules 15 variables ont été retenues pour l'analyse globale des relevés de berge. L'information portée par les deux premiers axes de l'ordination par la CCA sont assez faibles (15,6% pour l'axe I, 8,8% pour l'axe II) par rapport à celle généralement obtenues (TER BRAAK, SMILAUER, 1998) mais comparables à celles obtenues dans des études d'hydrosystèmes continentaux (Bernez *et al.*, 2004).

L'axe I (figure 9a) correspond aux variations des paramètres liés aux usages agricoles : la situation du cours d'eau en limite d'exploitation (« bordure »), l'absence de pâturage (« Pat0 ») et la présence de friches dans un rayon de 100m. L'axe I est aussi lié au type de berge (la présence de zones basses, hauteur de la berge) et à la proximité d'une haie (distance de la première haie « D haie », linéaire de haie dans un rayon de 50 m « Lin50 », présence de ligneux à proximité « A2 », faible intensité lumineuse « omb1 »).

Les variations des relations entre variables environnementales et espèces sur l'axe II sont expliquées par un gradient amont aval : directement par les variations de la pente du lit du cours d'eau (« p »), la distance à la confluence (« D confluence »), indirectement par la proportion de boisement et de friche dans un rayon de 100 m et par la situation du cours d'eau en limite d'exploitation (« bordure »).

Les espèces contribuant aux variations observées selon l'axe I (figure 9b) sont plutôt des espèces rudérales (*Cirsium vulgare*, *Filaginella uliginosa*, *Polygonum persicaria*, *Convolvus arvensis*,...), des espèces hygrophiles (*Alopecurus geniculatus*, *Juncus bufonius*, *Mentha aquatica*,...), des espèces prairiaux (*Taraxacum officinalis*, *Bromus mollis*, *Trifolium pratense*,...) ainsi que des espèces sciaphiles de lisière (*Primula grandiflora*, *Geranium robertsonianum*, *Cinorus cristatus*,...). En revanche, l'axe II est plutôt influencé par les espèces forestières (*Asplenium adiantum-nigrum*, *Hypericum hirsutum*, *Potentilla sterilis*, *Viola reichenbachiana*,...) et par d'autres espèces de talus et de lisières (*Heracleum sphondilium*, *Stellaria holostea*, *Galium aparine*,...).

La répartition des stations sur le plan factoriel de la CCA permet de mettre en évidence plusieurs rapprochements dans l'espace étudié. L'axe I permet de distinguer les stations appartenant à deux secteurs contigus : celles de la zone B et de celles de la zone C. Le second axe oppose distinctement les stations par secteur (i.e., A, B, C et D) en suivant un gradient amont aval.

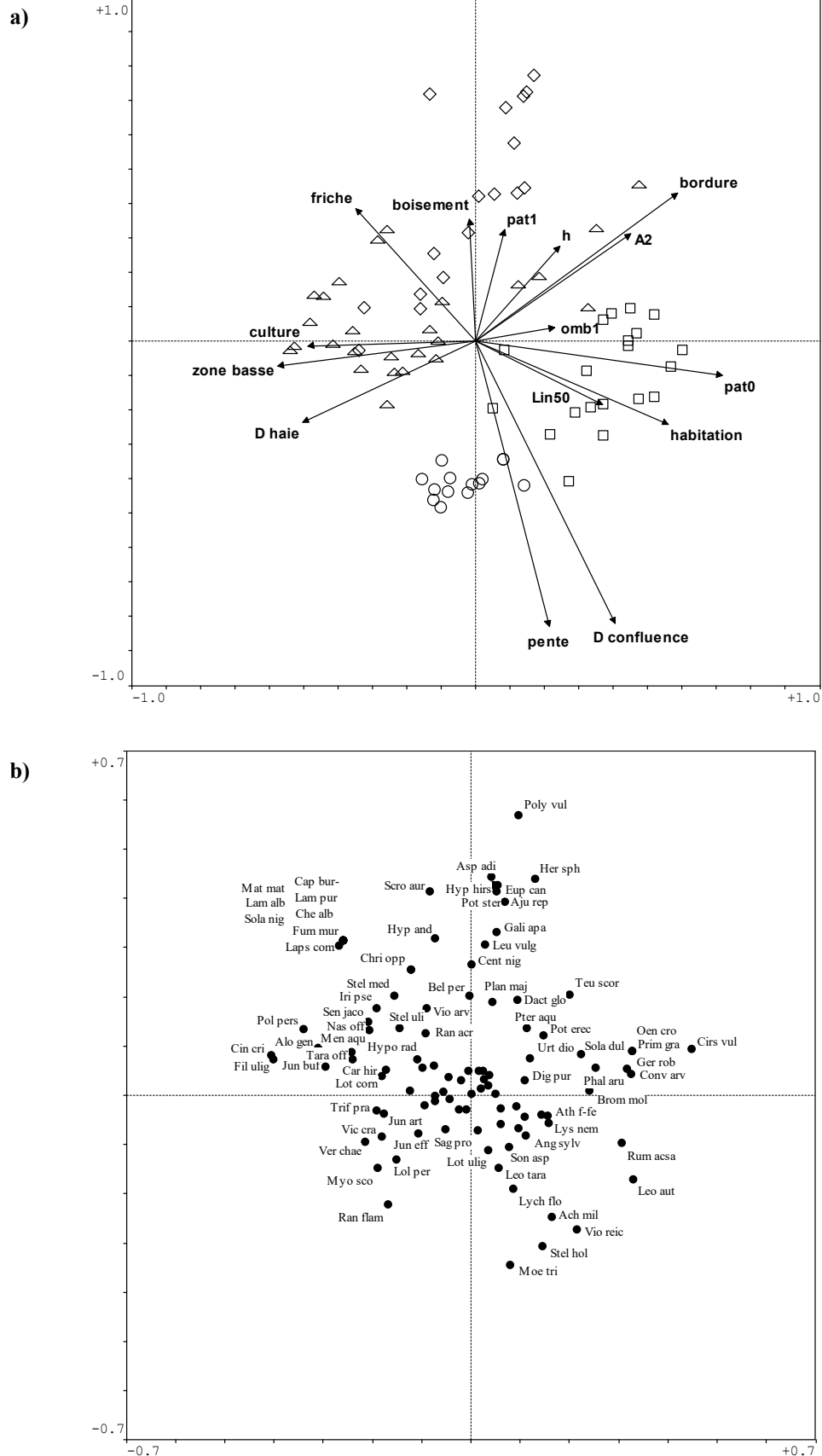


Figure 9: a) Position des stations et vecteurs des variables abiotiques sur les deux premiers axes de la CCA réalisée. Les cercles ouverts représentent les stations de la zone A, les carrés celles de la zone B, les triangles celles de la zone C et les losanges celles de la zone D.

b) : Position des espèces sur le plan factoriel des deux premier axes de la CCA réalisée (la signification des acronymes est données en annexe.5)

Tableau 6: variables abiotiques sélectionnées pas à pas par une option de l'analyse canonique des correspondances et leur corrélation avec les deux premiers axes. La signification des abréviations est donné dans le tableau: « * » indique que la variable est significative par rapport à l'axe au seuil de 5%, « ns » indique que la variable, non significative, n'a pas été sélectionnée par le test.

Variable environnementale	signification	F-ratio	p- value	Axe I	Axe II
pat0	Absence de pâturage	4,85	0,005	0,6693*	-0,0933
D confluence	Distance à la confluence	4,08	0,005*	0,3780*	-0,7674
ODS5	Pourcentage de boisement dans un rayon de 100n	3,90	0,005	-0,017	0,3309
Limite	Position du cours d'eau en bordure de parcelle	2,93	0,005	0,5485*	0,4033*
h	Hauteur de la berge	2,83	0,005	0,2281*	0,2569*
ODS4	Pourcentage de friche dans un rayon de 100n	2,13	0,005	-0,3264	0,3606
pat1	Pâturage très faible (surface pâturée <10%)	1,87	0,005	0,2137*	0,3044
ZB	Pourcentage de la surface en zone basse.	1,70	0,005	-0,5383	-0,0691
omb1	Ombrage faible (surface ombragée <10%)	1,85	0,005	0,0782	0,0356
p	Pente du lit	1,76	0,005	0,2015*	-0,7772*
A2	Présence d'un haie ou de ripisylve à moins de 15m	1,93	0,005	0,4219*	0,2912*
ODS3	Pourcentage de culture dans un rayon de 100n	1,63	0,01	-0,4565	-0,0142*
ODS1	Pourcentage de zone batie dans un rayon de 100n	1,45	0,025	0,5230	-0,2274*
D haie	Distance minimale à la première haie	1,46	0,02	-0,4698	-0,2207
Lin50	Linéaire total de haie et ripisylve dans un rayon de 50m	1,48	0,03	0,3452	-0,1718
A0	Absence d'arbre/arbruse dans un rayon de 15m	1,32	0,06	ns	ns
A1	Présence de 1 à 3 arbres/arbustes dans un rayon de 15m	1,32	0,11	ns	ns
SOL NU	Pourcentage de sol nu	1,22	0,185	ns	ns
pat2	Pâturage faible (10%<surface pâturée <25%)	1,22	0,11	ns	ns
omb0	Absence d'ombre	1,24	0,10	ns	ns
DSH	Utilisation d'herbicide visible	1,09	0,275	ns	ns
Pente forte	Pente de la berge > 45°	1,11	0,355	ns	ns
Pente faible	Pente de la berge < 45°	1,11	0,30	ns	ns
pat3	Pâturage moyen (25%<surface pâturée <50%)	1,06	0,36	ns	ns
omb3	Ombrage fort (75%<surface ombragée <50%)	1,03	0,475	ns	ns
pat5	Pâturage très fort (75%<surface pâturée)	0,99	0,52	ns	ns
électrique	Présence d'une clôture électrique	1,01	0,475	ns	ns
Bdr100	Linéaire total de bordure de route dans un rayon de 100m	0,92	0,665	ns	ns
Fauche	Entretien parla fauche	0,86	0,69	ns	ns
barbelée	Présence d'une clôture barbelée (rang de ronce)	0,86	0,69	ns	ns
Bdr50	Linéaire total de bordure de route dans un rayon de 50m	0,85	0,755	ns	ns
Lin100	Linéaire total de haie et ripisylve dans un rayon de 100m	0,88	0,715	ns	ns
omb2	Ombrage moyen (10%<surface ombragée <50%)	0,77	0,83	ns	ns
ODS2	Pourcentage de prairie dans un rayon de 100n	0,79	0,785	ns	ns
pat4	Pâturage fort (50%<surface pâturée <75%)	0,74	0,915	ns	ns

IV. Prévion des impacts de l'aménagement sur la structure du bocage :

Le bassin comporte 8,6 km de linéaire boisé : haie, catégorie la plus représentée, ripisylve et lisière de boisement (tableau 7). Le ruisseau et sa ripisylve constituent un axe central dans le bassin en terme de connexion des différentes unités du paysage entre elles. Avant les travaux de mise en clôture des berges, 21% du linéaire n'est pas connecté à cet axe central et les deux grandes zones de boisement, situées chacune respectivement aux extrémités du bassin, ne sont pas mises en relation par un cordon de végétation boisée (figure10).

Tableau 7: Évolution du pourcentage avant et après travaux de clôture de la longueur totale d'éléments linéaires des différentes catégories répertoriées

	Lisière de forêt		Haie connectée		Haie déconnectée		Ripisylve	
Avant travaux	26%	2,2 km	37%	3,2 km	21%	1,8 km	16%	1,4 km
Prévision après travaux	18%	2,2 km	40%	4,7 km	3%	0,3 km	39%	4,6 km

Suite aux travaux, en l'absence d'un entretien drastique qui empêcherait le développement d'une végétation spontanée et l'installation d'arbres et d'arbuste, il est légitime d'envisager la mise en place d'un « cordon » de végétation le long du court d'eau. A terme, seul 3% du linéaire (constitué d'une seule haie) serait isolé de l'axe central suite à la mise en place de ce type de végétation rivulaire, mettant alors en relation les deux parcelles couvertes de boisement.

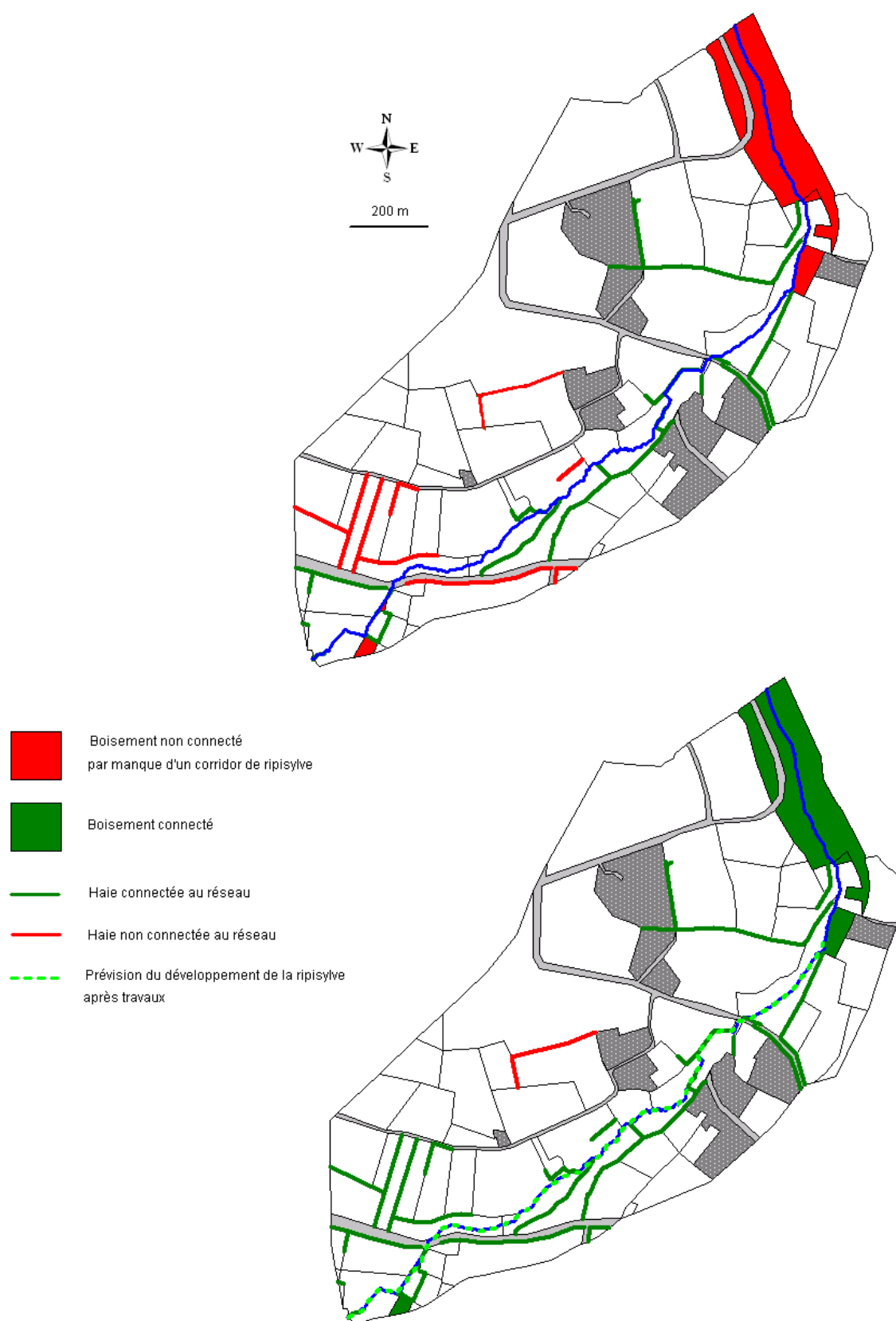


Figure 10 : Evolution des relations entre les différents éléments du paysage bocager avant (en haut) et après travaux de clôture des berges du ruisseau (en bas).

Discussion

Des trois milieux échantillonnés, les berges sont les unités du paysage comportant la plus grande diversité spécifique devant communautés des haies et des prairies. Les petits éléments du paysages comme les berges des fossés et ruisseaux sont ainsi une source importante de biodiversité, particulièrement dans les paysages agricoles (BLOMQVIST *et al.*, 2002). Les résultats CCA mettent en évidence l'influence significative de certains facteurs environnementaux sur la composition de la strate herbacée des berges. Ces facteurs sont de natures diverses, certains plutôt liés au fonctionnement hydraulique de l'écosystème aquatique, d'autres sont inhérents aux usages agricoles et à la structure spatiale du bocage. Chacun agit à sa propre manière sur la flore des berges et il en résulte ainsi une mosaïque d'assemblage d'espèces indiquant une grande diversité d'habitats riverains, même à l'échelle d'un si petit cours d'eau (2,5 km étudiés).

I. Effet des usages agricoles et des actions anthropiques

L'importance des usages agricoles sur la composition spécifique de la strate herbacée des berges du ruisseau a été mise en évidence par l'effet significatif de certains facteurs sur cette composition. Les actions humaines se situent plusieurs niveaux : de façon directe par l'aménagement de l'espace (occupation du sol, gestion des haies et des clôtures) et de façon indirecte à travers les impacts du piétinement, de l'alimentation et de l'abreuvement des animaux sur les berges.

I.1. L'effet du piétinement et du pâturage des animaux

La plupart des variables contribuant à expliquer les variations observées selon l'axe I sont liées à l'action ou à l'absence d'action des animaux sur la berge. Les faibles intensités de pâturage (Pat0 et Pat1) s'opposent à l'augmentation de la présence de zones basses créées par le piétinement. L'absence de pâturage semble favoriser l'installation d'espèces de lisère comme *Geranium robertianum* et *Primula grandiflora*. En générant des zones basses humides, le piétinement crée un habitat pour les espèces hygrophiles tel qu'*Alopecurus geniculatus* et *Mentha aquatica*, mais il favorise également l'installation d'espèces rudérales

(*Filaginella uliginosa*, *Polygonum persicaria*,...) en mettant le sol à nu. La charge pastorale de la prairie adjacente à la berge, en relation avec l'intensité du pâturage et du piétinement, serait ainsi le facteur qui explique le plus les différences observées entre les stations. La divagation du bétail dans le cours d'eau est donc une source de perturbation multiple pour la végétation rivulaire, pouvant conduire à sa disparition ou à son appauvrissement (CAUDRON *et al.*, 2003).

1.2. Effet de l'occupation du sol

Les contraintes liées à l'exploitation jouent un rôle prépondérant dans la structure de la flore des berges. En effet, l'occupation du sol adjacente semble jouer un rôle important sur la composition spécifique des berges. Les différentes formations végétales, qu'il s'agisse de boisement, de prairie, de friche ou de culture sont des sources potentielles d'espèces susceptibles de coloniser les berges lorsque des niches écologiques adaptées sont présentes. Les marges des bosquets ou des fragments de ripisylve ont une composition floristique originale avec de nombreuses espèces forestières : *Hypericum hirsutum*, *Polypodium vulgare*, *Asplenium adiantum-nigrum* (BAUDRY *et al.*, 2000) que l'on retrouve sur ces berges. De plus, la proportion d'espèces forestières augmente avec la diminution de la distance d'une haie ou d'une ripisylve et l'augmentation de la présence de boisement à proximité. Les boisements et la ripisylve semblent donc être des zones sources d'espèces forestières pour les berges d'autant plus qu'elles sont proches du site considéré.

La relation inverse entre la proportion de culture dans un rayon de 100m s'explique par le fait que les exploitations laitières utilisent généralement les parcelles les plus proches pour faire pâturer le bétail, évitant de longs déplacements aux bovins. Le réseau de haie est généralement plus dense dans les milieux prairiaux que dans les cultures pour des raisons pratiques. Néanmoins, les zones de cultures ainsi que les friches sont une source non négligeable d'espèces : la flore le long des champs avec principalement des cultures annuelles est principalement composée d'espèces annuelles : *Fumaria muralis*, *Senecio vulgaris* et *Lapsana communis* (BAUDRY *et al.*, 2000). Or on retrouve ces espèces sur les berges assez proches des cultures et des friches alors que les espèces forestières tendent à y disparaître. Pourtant, certaines plantes forestières ne sont capables de coloniser et de survivre que dans des habitats limités dans le paysages et il est évident que la proximité et la connexion physique à une source de propagule facilite la dispersion (Cobit *et al.*, 1999 in De Blois, 2002)

De plus, il faut noter que certaines espèces de plantes (*Apium nodiflorum*, *Mentha aquatica* et *Potentilla erecta*) doivent également leur présence sur les berges à la situation de celles-ci au sein ou à proximité de prairies permanentes (BAUDRY *et al.*, 2000).

Ainsi, les différentes unités végétales, boisements, cultures ou friches, contribuent au pool d'espèces pouvant coloniser les berges du cours d'eau. Les contraintes liées à l'exploitation jouent donc un rôle prépondérant dans la structure de la flore des berges.

I.3. Effet de l'entretien et des aménagements anthropiques

Les aspects liés à l'entretien, que ce soit l'utilisation d'herbicide ou la gestion par la fauche ne semblent pas intervenir dans les processus structurant la végétation de la berge. Certaines études ont déjà montré que l'occupation du sol des unités adjacentes explique plus les variations de la végétation des marges que le type d'entretien spécifique qui y est appliqué (LE COEUR *et al.*, 1997). De même, l'analyse n'a pas permis de mettre en évidence le rôle de la présence ou l'absence de clôture sur la berge. Cependant, nous avons pu démontrer que l'utilisation du cours d'eau pour délimiter des parcelles avait un impact sur la composition de la végétation herbacée des berges avec la présence d'espèces de talus et de lisière comme *Heracleum sphondinium* ou *Galium aparine*.

II. Rôle du réseau de haies et des arbres isolés

Nous avons pu mettre en évidence l'importance de la proximité des haies (D haie) ou de ripisylve (A2) par rapport à la composition de la végétation herbacée rivulaire. L'importance des espèces de lisière et des espèces forestières augmente sur ce type de berge généralement plus soumises à l'ombrage et donc plus à même de renfermer des habitats favorables à ces espèces. Ces observations concordent avec le résultat d'autres études : il a été démontré que les facteurs locaux de structuration, spécialement ceux concernant le taux d'arbres et d'arbustes, sont de première importance dans le déterminisme de l'assemblage végétal des marges herbacées des champs (LE COEUR *et al.*, 1997), marges que constitue fréquemment un cours d'eau. Généralement, l'importance des essences forestières décroît avec la diminution du couvert boisé et le fait que les haies soient plus isolées. Dans certains cas de réduction du maillage de haie lié à une intensification des cultures, le schéma de remplacement des espèces herbacées est en partie apparenté au déplacement des espèces

pérennes demandeuses d'ombre, incluant les espèces herbacées forestières, vers des espèces à large niche écologique, incluant les espèces opportunistes annuelles (BUREL *et al.*, 1998).

III. Influence des facteurs locaux liés au fonctionnement de l'hydrosystème

Nous observons un effet marqué de la distance du site à la confluence du Ruisseau avec l'Oir (et donc de sa distance à la source) et de la pente du lit du cours d'eau. Nous pourrions expliquer ceci par le concept selon lequel la biodiversité dans les cours d'eau de tête de bassin est limitée par une faible hétérogénéité thermique, un faible ensoleillement (canopée épaisse) et une faible charge en nutriments, d'où une biodiversité plutôt faible. Bien que le dénivelé entre l'amont et l'aval de notre zone d'étude soit important (plus de 100m), il est étonnant de constater l'importance de tel paramètre à petite échelle. L'augmentation de la hauteur de la berge joue elle aussi un rôle important : l'humidité du sol décroissant, les espèces hygrophiles telles que *Ranunculus flammula* ou *Myosotis scorpioides* sont absentes des berges élevées.

IV. Impact de l'aménagement sur la structure du bocage

Par la mise en clôture des berges, le ruisseau va constituer une limite pérenne entre les parcelles sur l'ensemble de son linéaire. Un axe central de végétation va pouvoir se développer au sein du paysage bocager. La modification de la structure bocagère qui résultera sera une augmentation de la mise en relation de différentes unités linéaires pérennes, plus particulièrement les haies.

Or, dans le paysage de terres arables, on considère généralement que les limites pérennes de champs ont d'importantes fonctions écologiques: ce sont des habitats pour la vie sauvage des milieux cultivés, particulièrement pour les oiseaux, lieu de refuge pour l'hibernation des insectivores, tampons contre l'érosion et les inondations ou sites potentiels de dénitrification (LE COEUR *et al.*, 2002, MARSHALL, 2002). Seuls les éléments rivulaires interconnectés peuvent maintenir les fonctions au cours du temps, autant au niveau du site qu'à l'échelle du bassin versant. (DECAMPS, 2001)

Contribution des techniques Anglo-saxonnes à la gestion des petits cours d'eau

La région normande et les Iles Britanniques ont de nombreuses similitudes concernant la flore. Ces ressemblances sont principalement liées au fait que ces régions subissent l'une et l'autre les mêmes conditions météorologiques et appartiennent ainsi à la même région biogéographique qui se décline comme suivant :

- Empire: holarctis
- Région: Euro-sibérienne
- Domaines: atlantique
- Secteur: nord atlantique

Les similarités de la flore du Massif Armoricain et de la Grande Bretagne permet à de nombreux chercheurs locaux d'utiliser des outils spécialisés britanniques tel que la flore d STACE (1991). Il devient dès lors intéressant de se pencher sur les techniques et méthodes britanniques mises en place pour étudier la végétation afin tenter de les appliquer et d'enrichir les méthodes utilisées pour l'étude de la végétation normande.

Ainsi, pour compléter le diagnostic réalisé sur la végétation herbacées rivulaire du ruisseau de la Vallée aux Berges, nous utiliserons les indices végétaux d'Ellenberg décrit pour la flore d'Europe centrale puis adaptée pour la flore de Grande Bretagne. Ensuite, nous nous intéresserons plus particulièrement à un programme d'étude britannique mené par la *Westcountry Rivers Trust* avec pour objectif la restauration de bassins versants avec l'approche innovatrice dont les résultats peuvent permettre d'enrichir l'approche généralement effectuée en France sur la restauration des bassins versants. .

***Utilisation de « The Ellenberg's indicator values for British plants »
Pour le diagnostic de la zone prairiale rivulaire du bassin versant du
ruisseau de la Vallée aux Berges***

La végétation de îles Britanniques a fait l'objet d'une étude en 1990, répétant sur la base du protocole établi par une autre étude de la région et de sa végétation en 1978. Les résultats de cette enquête furent publiés par le Département de l'environnement en 1993. Ce travail constitue un outil d'analyse de la végétation en décrivant les caractéristiques botaniques des plantes des Iles Britanniques.

I. La Méthode des indicateurs d'Ellenberg






L'annexe de la liste d'Ellenberg fournit des indices de valeurs indicatives pour chaque plante en fonction de différents paramètres :






- L- Light : luminosité,
- F- Moisture : humidité,
- R- Reaction : pH du sol ou de l'eau,
- N- Nitrogen : en fait un indicateur de la fertilité générale du sol,
- S- Salt : salinité du sol ou de l'eau.

L'intérêt de ces indices est qu'ils mettent en relation des variables du milieu avec la présence d'espèces. Par extrapolation, la composition en espèce de la berge pourra donner des indications quant à l'usage de la prairie et de la zone rivulaire par interprétation des différents paramètres mésologiques. Les paramètres que nous avons retenus ici pour notre diagnostic sont :

- le pH : il peut varier avec la teneur en matière organique du sol (comme la litière produite par les arbres matures ou les fécès du bétail)
- luminosité : indique la présence/absence d'un couvert végétal arboré
- la fertilité du sol : intégrateur des apports par les champs adjacents et à petite échelle de l'apport de nutriments par les fécès.

Les valeurs indicatrices d'Ellenberg ont été ensuite revues et adaptées pour la flore du Royaume Uni. A partir des données, nous avons sélectionné les espèces de la flore du bassin les plus indicatrices de conditions mésologiques extrêmes pour la luminosité, le pH et la fertilité du sol (figure11).

<u>Valeur de l'indice L</u>	<u>Signification de l'indice</u>	<u>Espèces indicatrices</u>
 1	Plantes d'ombre profonde	
 3	Plantes d'ombre, en général IR<5%, rarement plus de 30% quand les arbres sont en plein	<i>Lanmiastum galeobdolon</i> <i>Stachys sylvatica, Circea lutetiana</i>
 5	Plantes de demi-ombre, rarement en pleine lumière mais en général IR<10% quand les arbres sont en plein feuillage	
 7	Plantes rencontrée généralement dans les endroits ensoleillés mais parfois aussi à l'ombre.	<i>Eupatorium cannabinum, Filipendula ulmaria, Holcus lanatus</i> <i>Agrostis stolonifera, Carex hirta, Hypochaeris radicata, Juncus articulatus, Plantago maior</i>
 9	Plantes de pleine lumière, généralement rencontrées en plein soleil.	<i>Silene dioica</i>

<u>Valeur de l'indice RO</u>	<u>Signification de l'indice</u>	<u>Espèces indicatrices</u>
 1	Plantes indicatrice d'acidité extrême, jamais rencontrée sur sol basique	
 3	Indicateur d'acidité, rarement rencontrée sur sol neutre	<i>Holcus mollis, Pteridium aquilinum, Oxalis acetosella, Rumex acetosella</i> <i>Anthoxanthum odoratum, Juncus effusus, Potentilla erecta</i>
 5	Indicateur de sol modérément acide, occasionnellement rencontrée sur sol neutre	
 7	Indicateur de faible acidité voire de conditions faiblement basiques.	<i>Agrostis stolonifera,</i> <i>etc...</i>
 9	Indicateur de réaction basique, toujours rencontrée sur sol calcaire ou à haut pH.	<i>Aucune espèce</i>






<u>Valeur de l'indice N</u>	<u>Signification de</u>	<u>Espèces indicatrices</u>
 1	Indicateur de sites extrêmement infertiles	<i>Jasione montana, Juncus articulatus.</i>
 3	Indicateur de sols plus ou moins fertiles	<i>Teucrium scorodonia, Equisetum palustre, Holcus mollis</i>
 5		
 7	Plantes souvent rencontrées sur des sols fertiles	
 9	Indicateur de milieux très riches, comme des lieux de déjection du bétail ou près des rivières polluées	<i>Lamium album, Urtica dioica, Eupatorium cannabinum, Galium aparine, Solanum nigrum, Rumex obtusifolius</i>

Figure 11 : Espèces indicatrices du l'intensité de lumière, de l'acidité du sol et du pH d'après la valeur originelle de l'indicateur d'Ellenberg adaptée à la flore anglo-saxonne (les couleurs des échelles sont arbitraires).

II. Diagnostic écologique à partir des valeurs indicatrices d'Ellenberg

Nous avons voulu effectuer un diagnostic des berges du bassin versant à partir des espèces indicatrices choisies dans la liste d'Ellenberg pour la flore des Iles Britanniques. Pour l'analyse, nous avons choisi 3 espèces indicatrices dans un souci de simplification de l'interprétation des résultats:

- *Silene dioica*, *Hypochoeris radicata* et *Juncus articulatus* pour indiquer les fortes luminosités (figure 12).
- *Stachys sylvatica*, *Circea lutetiana*, *Lamiastrum galeobdolon* pour indiquer les faibles intensités lumineuses (figure 12).
- *Rumex acetosella*, *Oxalis acetosella*, *Pteridium aquilinum* pour indiquer une forte acidité (figure 13).
- *Rumex obtusifolius*, *Galium aparine*, *Eupatorium cannabinum* pour indiquer les sols fortement fertiles (figure 14).

L'interprétation des données se fera en associant différents indicateurs. Par exemple, des plantes d'ombre et de sol acides comme *Lamiastrum galeobdolon*, *Circea lutetiana*, *Stachys sylvatica* indiqueront des conditions mésologiques forestières similaires à celles des haies et de la ripisylve. De même, une plante adaptée à des sols acides pourra également être liée à la présence de fécès, d'autant plus s'il y a une forte fertilité du sol indiquée.

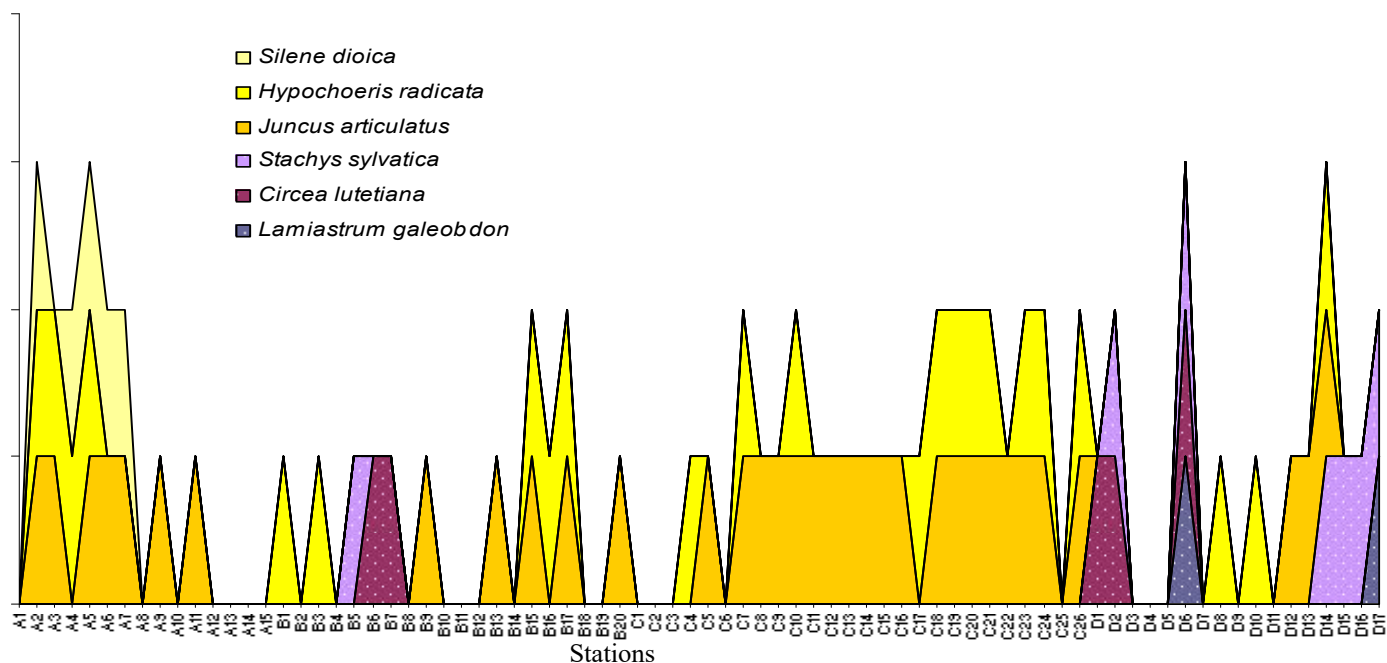


Figure 12 : Histogramme cumulé de la répartition (présence/absence) des espèces indicatrices des conditions de luminosité extrêmes (les surfaces sont des interpolations entre les sites).

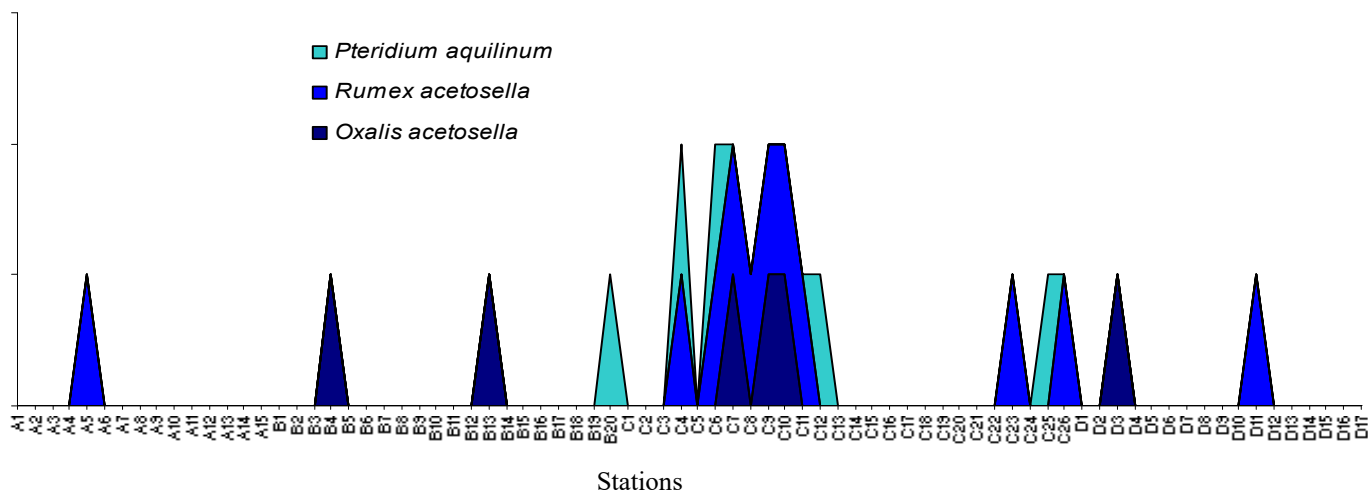


Figure 13 : Histogramme cumulé de la répartition (présence/absence) des espèces indicatrices des conditions d'acidité extrêmes (les surfaces sont des interpolations entre les sites).

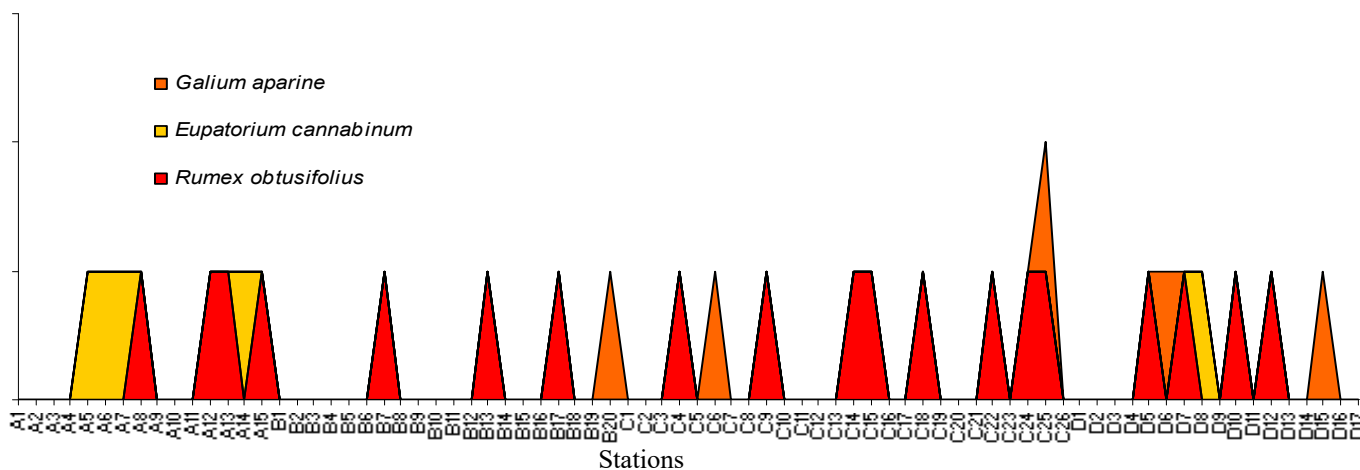


Figure 14 : Histogramme cumulé de la répartition (présence/absence) des espèces indicatrices de forte fertilité du sol. (les surfaces sont des interpolations entre les sites).

Nous constatons ainsi une forte luminosité des prairies A et C. Cette condition du milieu est liée à l'absence de végétation rivulaire et d'arbres ou de haies à proximité susceptibles de produire de l'ombrage sur la berge. Les espèces d'ombre sont retrouvées sur dans la prairie D et B où la ripisylve est beaucoup plus fournie.

Par ailleurs, les berges de prairie C sont caractérisées par la présence de nombreuses espèces acidophiles. Nous pouvons expliquer ce phénomène présence de fécès due une forte divagation du bétail dans le cours d'eau d'autant plus que les berges de cette prairie sont peu élevées.

L'utilisation des indices d'Ellenberg peut donc fournir un complément au diagnostic des facteurs influençant la végétation des berges du ruisseau. Par exemple, elle permet ici de quantifier la divagation du bétail dans le cours d'eau, paramètre qui ne peut être directement observé sur le terrain.

***Un programme pionnier pour la restauration
Et la régénération des grands bassins versants :
« le West Country Rivers Trust » au Royaume Uni (RICKARD, 2004)***

En raison de la géomorphologie la région, l'approvisionnement en eau potable de la collectivité dépend des eaux de surface et leur qualité constitue la problématique principale du SAGE de la Selune. Les autres enjeux du SAGE s'articulent autour d'un tourisme important qui inclut des sports nautiques et d'importantes industries de pêche et de coquillages. Ces objectifs vis-à-vis de l'eau constituent également la problématique du projet de soutien Tamar 2002, l'un des premiers mis en place par la Westcountry Rivers Trust.

Westcountry Rivers Trust (R-U) est une association à but non lucratif fondée en 1994 pour lancer une nouvelle approche de la restauration et de la régénération des grands bassins versants de la partie la plus extrême de l'ouest de l'Angleterre. Le but final de la Westcountry River Trust est d'expérimenter, de démontrer et de fournir, à un niveau de coût faible une approche de l'utilisation durable des paysages et des rivières transposable à d'autres bassins versants. La participation, l'information et la formation des propriétaires fonciers et des exploitants est l'un des principaux aspects innovateurs de ce programme et peut se faire à partir de cas concrets comme la démonstration de l'amélioration de l'habitat en interdisant l'approche de la rivière par le bétail.

I. L'intégration des propriétaires fonciers au plan de restauration des bassins versant

Les tentatives précédentes pour restaurer la qualité environnementale ont souvent échoué parce qu'elles n'ont pas été mises en œuvre à l'échelle des bassins versants, elle n'ont pas intégré les intérêts sectoriels et surtout n'ont pas impliqué les acteurs locaux. Le projet Tamar 2002 fait la démonstration de ce qui peut être réalisé en appliquant des techniques simples déjà sélectionnées et expérimentées sur des plus petites échelles, telles l'utilisation des rives ou des zones humides pour améliorer la qualité de l'eau, combinée à la réduction de l'utilisation des engrais et des pesticides. Ses programmes de gestion intégrée basés sur l'exploitation et la rivière sont associés à toute une série de mesures de soutien incluant la création de zones tampons, de zones humides, la plantation d'arbres et des subventions pour clôturer les berges des rivières.

Au final, il met à la disposition des exploitants et des propriétaires fonciers du bassin versant un ensemble de connaissances et d'expertises d'organismes reconnus. Elles informent sur de nouvelles pratiques en vue d'optimiser les intrants, de réduire les déchets, de préserver l'environnement, de contrôler la pollution, d'améliorer l'habitat et de proposer de méthodes alternatives de production. Par le biais de cette aide éducative et concrète, les propriétaires fonciers ont pris conscience des problèmes et ont adopté les meilleures méthodes de restauration de rivière disponibles qui leur permettent de créer des stratégies de gestion économiquement efficaces et durables.

II. Démonstration de l'intérêt de la pose de clôtures pour protéger le cours d'eau du bétail

L'une des meilleures façons de montrer comment les propriétaires fonciers peuvent obtenir des améliorations de qualité de l'environnement sans mettre en péril leur système de production est de réaliser un certain nombre de démonstrations. Après avoir suivi l'évolution de ces sites pendant un certain temps, ces derniers sont utilisés pour l'enseignement et la formation de propriétaires fonciers venant d'autres secteurs afin que les résultats et les techniques utilisées soient mieux diffusés vers les propriétaires d'autres régions.

Le maintien et la restauration des zones humides ainsi que le développement de zones tampons et la remise en végétation des fossés dans les plans de gestion jouent aussi un rôle important dans le piégeage de sédiments, la dégradation des éléments nutritifs et la dénitrification. Le résultat le plus spectaculaire obtenu dans le projet du Westcounty River Trust est l'amélioration de l'habitat obtenue en interdisant l'approche de la rivière par le bétail et tout particulièrement lorsqu'on associe cette protection à la réimplantation des berges en taillis ou en arbres.

Les exploitants ont rapidement saisi les avantages pour leur élevage d'éviter que leur bétail ne s'approche de la rivière : diminution des risques de maladies (gastro-entérites, mammites, douves, etc.), augmentation des populations de salmonidés, amélioration du paysage. En fournissant des aires d'abreuvement aménagées et des pompes installées au pâturage, ils peuvent d'autant plus mesurer cet avantage. L'amélioration de la qualité des eaux en aval offre un avantage important, notamment en terme de diminution de la charge bactériologique là où l'eau est puisée ou sert à la baignade.

III. Intérêt de cette approche pour la gestion des bassins versant des petits cours d'eau

Une évaluation indépendante des avantages économiques du projet « Tamar 2000 » a été réalisée par l'Agence d'Etude Economiques et par l'institut royal d'Holloway de recherche environnementale. Elle s'est surtout centrée sur les avantages pour la collectivité vivant sur le bassin. Sur dix ans, l'avantage estimé du coefficient économique est supposé atteindre la valeur de 8,2. La moitié des avantages proviendrait du développement du tourisme, de la pêche et de la chasse et à la création d'entreprises liées à ces activités.

Les principaux facteurs du succès du projet Tamar 2000 qui ne sont généralement pas retrouvés dans les autres programmes de restauration sont

- travailler en partenariat avec les différents acteurs,
- avoir une approche à l'échelle du bassin versant
- fournir un service de conseil et proposer des plans non contraignant pour avoir une démarche volontaire plutôt que d'imposer des règlements
- adopter une approche pratique et participative auprès des exploitants.

Cette approche visant à établir un contact entre les chercheurs, les conseillers et les exploitants agricoles est particulièrement intéressante pour le cas du ruisseau de la Vallée aux Berges et des autres petits bassins versants. Nous avons pu constater les méfiances et les résistances des exploitants vis-à-vis de la mise en clôtures des berges du ruisseau de la Vallée aux Berges. Or, la faible taille du bassin induit un nombre restreint d'exploitants et il devrait alors être plus facile d'établir une relation de confiance avec ceux-ci qui facilite l'acceptation des préconisations pour le choix des techniques de gestion utilisées.

Par ailleurs, ce programme met avant l'intérêt de choisir la protection du cours d'eau par l'installation de clôtures comme d'un site pilote de démonstration afin de convaincre les exploitant quant à l'efficacité des techniques de restauration utilisée. Le bassin versant de la Vallée aux Berges étant le premier cours d'eau aménagé de la sorte sur le bassin de la Sélune, nous pourrions ainsi envisager de l'utiliser par la suite comme site de démonstration pour convaincre les exploitants et propriétaires foncier de l'ensemble de la région pour faciliter la conclusion les contrats du même types.

Perspectives de restauration des berges du ruisseau de la Vallée aux Berges

La restauration du ruisseau de la Vallée aux Berges présentera de nombreux intérêts pour le cours d'eau en terme de qualité du milieu (physique et chimique) pour la faune, la flore et vis à vis des usages humains (cf. première partie : l'entretien des rivières). Cette restauration peut se faire selon plusieurs méthodes :

- de façon passive par la recolonisation spontanée de berges par les ligneux,
- de façon active par la plantation de jeunes arbres.

Nous détaillerons ici les motivations menant à choisir l'une ou l'autre des méthodes en fonctions des sites et nous apporterons des prescriptions qui nous semblent judicieuses pour la mise en place de la continuité du plan de restauration du ruisseau de la Vallée aux Berges.

I. Intérêt de la restauration passive pour un petit cours d'eau comme le ruisseau de la Vallée aux Berges.

Les écosystèmes riverains continentaux tendent à être très résilients, ceci par la présence d'eau pour la croissance de la végétation et la mise en mouvement des sédiments, mais aussi à cause des espèces caractéristiques adaptées à un haut niveau de perturbations naturelles (Mc IVER, STARR, 2001).

Ainsi, les efforts de restauration passive, sous la forme préservation de la végétation des impacts du bétail ou par d'autres modalités, sont souvent utilisés pour achever une restauration réussie (BRIGGS, 1995 in Mc IVER, STARR, 2001) :

- Smith, 1989 : augmentation des populations de saules et de cotonniers significative après 2 ans (Central Californie).
- Kauffman *et al.*, 1995 : augmentation des population de saules, d'aulnes et de cotonniers significative après 2 ans.
- Platts *et al.*, 1983 : amélioration de la végétation rivulaire après 5 ans de préservation du pâturage.

La restauration passive devrait ainsi être le premier et le plus important pas dans la restauration des ripisylves, spécialement pour les cours d'eau de petit ordre où le régime hydraulique est encore intact. Cette technique présente de plus l'avantage d'être peu coûteuse. Néanmoins, la restauration passive est insuffisante dans les sites où se sont établies des plantes invasives, où le lit a été incisé, où les sources de gros débris ligneux ont été éliminés (par rapport à la création de faciès d'écoulement variés et d'habitats) et plus largement sur les systèmes où le régime hydraulique a été définitivement altéré.

II. Intérêt de la restauration active pour le Ruisseau de la Vallée aux Berges

Malgré le succès attendu de la restauration passive de la ripisylve pour ce ruisseau, la CATER de Basse Normandie envisage néanmoins d'effectuer des opérations de plantation de jeunes arbres sur quelques sites. Cette volonté de restaurer activement le milieu est motivée par deux principaux facteurs que nous détaillerons ci-après :

- l'absence totale de ripisylve dans certains secteurs de la zone du bassin concernée par les aménagements
- la découverte sur le bassin d'une population d'écrevisses à pattes blanches *Austropotamobius pallipes*.

II.1. Absence de ligneux et perspectives réduites de recolonisation spontanée

Certains secteurs du bassin sont totalement dépourvus de ripisylve ou de ligneux très proches des berges, comme la zone de prairie A et l'aval de la zone de prairie C considérées dans notre étude (figure 15). Il en résulte quelques doutes quant à la vitesse de la recolonisation du milieu par les ligneux, d'autant plus que le nombre de pousses observées lors de notre étude est nettement plus faible pour ces parties du bassin (figure 14). Ceci peut être la conséquence d'une forte pression de pâturage étant donné que dans ces secteurs le ruisseau s'écoule directement au milieu de la prairie. Malgré la présence en amont d'une zone de boisement dense, les berges des ruisseaux situées dans le secteur A étaient totalement dépourvues de pousse. Néanmoins, lors d'une visite de terrain effectuée en septembre nous avons pu observer le développement de quelques pousses d'aulne sur ce secteur, ce qui semble être lié à la levée de la pression du bétail.

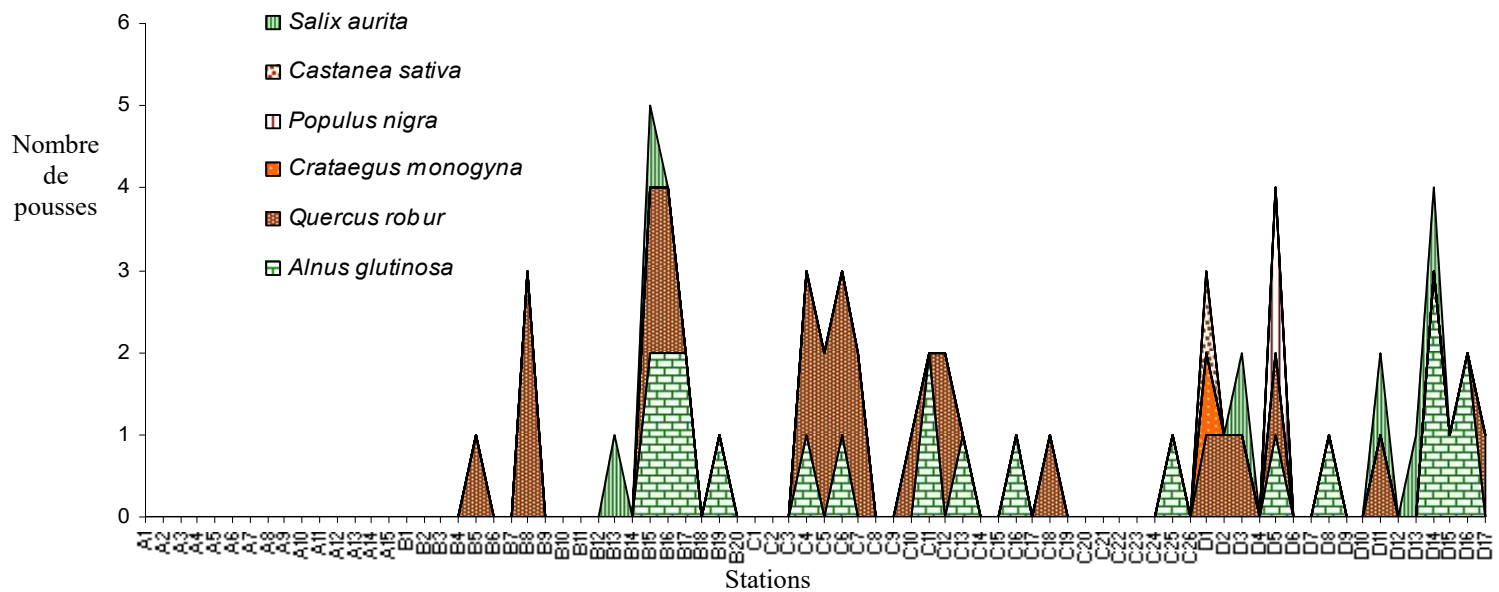


Figure 15 : Histogramme cumulé du nombre de pousse de divers essence de ligneux relevé sur les berges. .
(les surfaces sont des interpolations entre les sites).

Par ailleurs, nous pouvons également observer que la diversité des essences des pousses ligneuses sur les berges et plus forte vers l’aval du bassin, particulièrement pour les berges du secteur D.

L’ensemble de ces observations tend à orienter le choix d’une restauration active vers la partie amont du bassin, dans la zone de prairie A.

II.2. Présence d’une espèce d’écrevisse protégée, *Austropotamobius pallipes*

Lors de la première pêche électrique réalisée sur le ruisseau de la Vallée aux Berges en août 2004 par la CATER de Basse Normandie en association avec le Conseil Supérieur de la Pêche et la Fédération de Pêche de la Manche, nous avons constater la présence d’une population d’écrevisse à pattes blanches *Austropotamobius pallipes* au niveau du Bois Clérice. Cette découverte a contribué à ce que la CATER de Basse Normandie envisage d’initier un projet de restauration active pour plusieurs raisons :

1. Il s’agit en effet d’un site non répertorié pour cette espèce relativement rare en Basse Normandie et protégée au niveau national (arrêté du 21/07/83), européen (Directive Habitats-Faune-Flore : annexe 2 et annexe 5 ; Convention de Berne : annexe 3) et international (Convention de Washington).
2. La présence de cette espèce est tributaire d’une bonne qualité d’habitat : elle

est aux maladies (notamment la peste de l'Ecrevisse) et à la prédation.

3. Elle vit dans les eaux courantes et fraîches avec des fonds graveleux et pierreux et des berges avec des racines.

(MATHIEU, PARIS, 1997-98)

Ce dernier point encourage fortement à la mise en place rapide d'une ripisylve en vue de tester les possibilités de favoriser le développement de la population en place. En effet, si le colmatage des fonds sera réduit par la protection des berges du piétinement du bétail, l'absence de ripisylve dans la zone d'étude A induit le réchauffement de l'eau et une absence de systèmes racinaires sous berges qui constituent un habitat plutôt défavorable pour cette espèce. Ainsi, la plantation de ligneux vers l'aval serait susceptible de favoriser l'expansion de cette espèce sur le bassin alors qu'elle est actuellement cantonnée à l'amont de notre zone d'étude.

II.3. Préconisation pour la plantation de ligneux sur les berges du Ruisseau de la Vallée aux Berges

Suite aux observations réalisées et dans un but de favoriser la population d'écrevisses à pattes blanches installées, nous suggérons de cibler les opérations de plantation de ligneux prioritairement au niveau de la zone A (figure 16 ; trait continu), et accessoirement au niveau de la zone C (trait pointillé).

Parallèlement, un dispositif de suivi de l'évolution de la température de l'eau est en cours d'installation. Il donnera des indications sur l'état actuel des températures et sur leur évolution

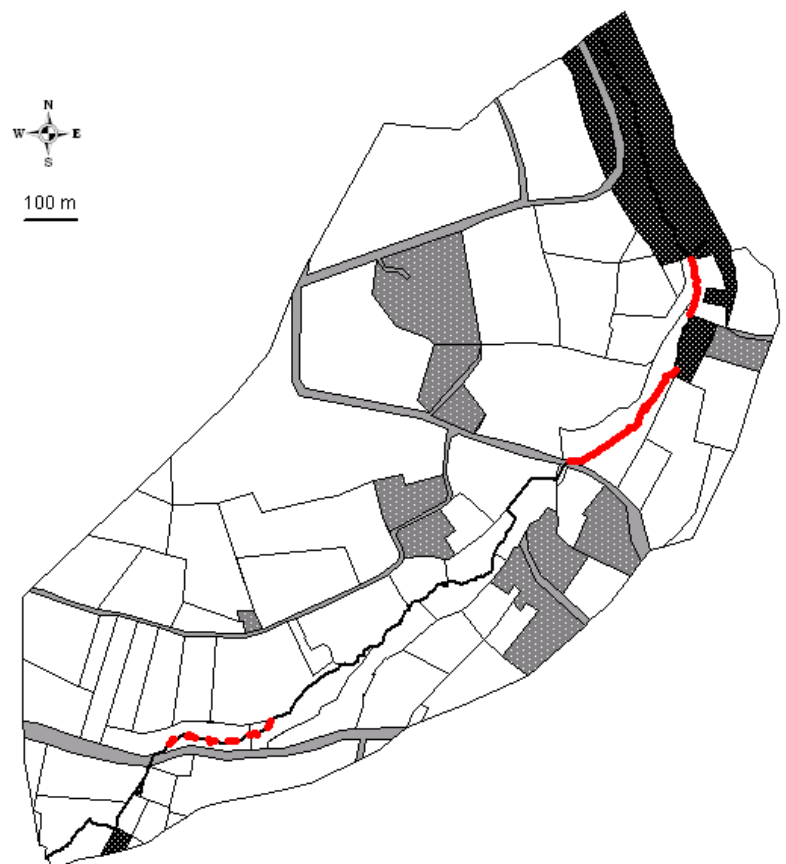


Figure 16 : secteur préconisés pour la restauration passive (en rouge continu secteur prioritaire, en pointillé : secteur d'intervention secondaire)

Conclusion

Nous avons montré qu'il est possible de présenter l'intensité des relations entre la végétation des berges et celle des autres unités adjacentes du paysage (haie, parcelles proches,...) à partir d'une technique d'échantillonnage simple et facilement applicable par un technicien (annexe 6). Les berges étudiées soumises aux pressions actuelles du bétail présentent la diversité maximale du site, ceci en relation avec la perturbation et la proximité de sources d'espèces d'origines diverses (lisière, bois, prairies, friche et milieux aquatiques) et une relativement forte connexion de ces sources avec les berges. Cette connexion va être renforcée par les aménagements prévus et le développement d'une végétation rivulaire continue. L'augmentation de la connectivité entre les éléments du paysage pourra être bénéfique pour de nombreux animaux (invertébrés, oiseaux et mammifères) en augmentant les possibilités de déplacement des individus pour la colonisation des habitats existants et en créant des habitats nouveaux (LE CŒUR *et al.*, 2002 , BUREL *et al.*, 2004)

Le maintien de la diversité ne peut être obtenu en dehors d'une certaine gestion. Il sera nécessaire d'envisager des interventions humaines pour permettre à certains types de milieux ou à certaines espèces de se maintenir. En effet, la mise en clôture des berges associée à un type d'entretien unique appliqué au linéaire du ruisseau pourrait conduire à une uniformisation des habitats et, à terme, à une diminution de la diversité avec d'autres conséquences négative possibles sur le ruisseau.

Un plan de gestion est à prévoir pour le suivi et l'entretien de ces berges. Pour optimiser son efficacité, ce plan de gestion devra si possible être réalisé à l'échelle du bassin versant et impliquer l'information et la participation des exploitants et des propriétaires, comme l'a montré le programme « Tamar 2000 » mené par la Westcountry River Trust au Royaume Uni.

Bibliographie

ALLION Y., OUVRAY S., 1998. *Gestion de la végétation des fonds de vallée. Guide Méthodologique*. Agence de l'Eau Loire-Bretagne, 77 pages

AMOROS C. ; PETTS G.E. , 1993, *Hydrosystèmes fluviaux, collection d'écologie 24*, Masson, Paris, 300 pages

BAUDRY J. et al., 2000, A holistic landscape ecological study of the interactions between farming activities and ecological patterns in Brittany, France. *Landscape and Urban Planning*, n°50, p. 119-128

BERNEZ et al., 2003, Combined effect of environmental factors and regulation on macrophyte vegetation along three rivers in western France. *River research an applications*, n°19, p. 1-17.

BLAGINIÈRE J.-L., MARCHAND F., 2002, *Evolution des populations de saumon Atlantique (Salmo slar) de l'Oir, petit cours d'eau de Basse-Normandie de 1984 à 2002*, rapport du Comité de Gestion de Cerisel/ UMR-ENSA, EQHC, Rennes, 10 pages.

BLOMQUIST M.M.; VOSA P.; KLINKHAMER B.P.G.L.; TER KEURSA W.J.; 2002. Declining plant species richness of grassland ditch banks—a problem of colonisation or extinction? *Ecological Conservation*, n°129, p. 391-406

BOUTIN C. *et al.*, 2002. Importance of riparian habitats to flora conservation in farming landscapes of Southern Quebec, Canada. *Agriculture, ecosystems and Environment*, n°94, p. 73-87

BUREL F., BAUDRY J., BUTET A., CLERGEAU P., DELETTRE Y., LE CŒUR D., DUBS F., MORVAN N., PAILLAT J., PETIT S., THENAIL C., BRUNEL E., LEFEUVRE J.C., 1997, Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes, *Acta Oecologia*, n° 19, p. 47-60

BUREL F., BUTET A., DELETTRE Y., MILLAN DE LA PENA N., 2004, Differential response of selected taxa to landscape context and agricultural intensification *Landscape and Urban Planning, Volume 67. Pages 195-204*

CAUDRON D., JOLIMAÏTRE J.F., WEIL S. , xxxx, *Gestion des cours d'eau de Basse Normandie*, CATER Basse Normandie, Ségrie Fontaine, 60 pages

DE BLOIS S., DOMON G., BOUCHARD A., 2002, Landscape issues in plant ecology, *Ecographie*, n°25, p. 244-256

DECAMPS H., 2001. How a riparian landscape finds form and comes alive. *Landscapes and urban Planning*, n°57, p. 169-175

GRAIE (Groupe Recherche Rhone-Alpes sur les Infrastructures et l'Eau), 1991, *La gestion intégrée des rivières*, Agence de l'Eau, 293 pages

HELARD E., LABRUNIE R., 2003. *Impact des méthodes d'entretien des petits cours d'eau à salmonidés : Etude expérimentale sur le bassin versant de l'Oir (Manche)*. Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes - Institut National de Recherche Agronomique de Rennes, Bassin versant de la Sélune de l'Amont à l'Aval, Cellule d'Assistance Technique à l'Entretien des Rivières de Basse Normandie , 3 volumes : texte (58 p.), annexes (79 p.) et atlas cartographique (22 p.).

HEURTEAU V., TALAYSSAC A. 2001. *Diagnostic des cours d'eau du bassin de l'Oir et proposition d'un plan de gestion*. Rapport du Syndicat de la Baie et du Bocage du Sud-Manche, 2 volumes : texte et annexes (59 p.) et atlas cartographique (35 p.).

HILL O.M.; MOUNTFORD J.O.; ROY D.B.; BUNCE R.G.H.; (1999) *Ellenberg's Indicator values for British plants* DETR; 42 pages

JOUON S., 2001. *Mise en place d'un protocole de suivi des impacts d'entretien de cours d'eau à salmonidés, Application à l'état initial avant entretien*. Mémoire de DESS Ingénierie des Hydrosystèmes Continentaux en Europe, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes - Institut National de Recherche Agronomique de Rennes, Université de Tours : 60 p. et annexes.

LABRUNIE R., 2003. *Impact à court terme de l'entretien de la ripisylve d'un petit cours d'eau à salmonidés : Etude expérimentale sur le bassin versant de l'Oir (Manche)*. Mémoire de fin d'étude Diplôme d'Agronomie Approfondie Génie de l'Environnement, Option Préservation et Aménagement des milieux, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, Cellule d'Assistance Technique à l'Entretien des Rivières de Basse Normandie, Institut National de Recherche Agronomique de Rennes, Bassin versant de la Sélune de l'Amont à l'Aval, 2 volumes: texte (35 p.) et annexes (95 p.).

LABRUNIE R., 2003. *La gestion de la ripisylve : un enjeu pour les compartiments biotiques et abiotiques*. Rapport bibliographique Diplôme d'Agronomie Approfondie Génie de l'Environnement, Option Préservation et Aménagement des milieux, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes : 24 p.

LACHAT B., 1991, *Le Cours d'eau. Conservation, entretien et aménagement*. Comité directeur pour la protection et la gestion de l'environnement et du milieu naturel. Série aménagement et gestion n°2. Strasbourg, 84 pages

LE CŒUR D., BAUDRY J., BUREL F., 1997, Field margin plant assemblages: variation partitioning between local and landscape factors, *Landscape and Urban Planning*, n° 37, p. 57-71

LE CŒUR D., BAUDRY J., BUREL F., THENAIL C., 2002, Why and how we should study field boundary biodiversity in an agrarian landscape context, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, n°89, p 23-40

LACHAT B., 1991. *Le Cours d'eau. Conservation, entretien et aménagement*. Comité directeur pour la protection et la gestion de l'environnement et du milieu naturel. Série aménagement et gestion n°2. Strasbourg

LE GAL A., 1999. *L'entretien des petits cours d'eau : Synthèse bibliographique des impacts connus, Proposition de guide technique, Appréciation des éléments pour une étude plus approfondie*. Mémoire de DESS Ingénierie des Hydrosystèmes Continentaux en Europe, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes, Institut National de Recherche Agronomique de Rennes, DIREN Bretagne, Université de Tours : 69 p. et annexes. (BPC 300)

LE GAL A., HAURY J., LAFONTAINE L. et HUBAUD M.-O., 2000. *Entretien des cours d'eau : rôles de la ripisylve et impacts connus de l'entretien des cours d'eau : synthèse bibliographique*. Direction Régionale de l'Environnement Bretagne. 95p..N° ISBN : 2-9510568-7-7.

LEDARD M., GROSS F., HAURY J., LAFONTAINE L., HUBAUD M.-O., VIGNERON T., DUBOS C., LABAT J.-J., AUBRY M., NIOCHE-SEIGNEURET F., VIENNE L. et CRAIPEAU F., 2001. *Guide technique : Restauration et entretien des cours d'eau en Bretagne*. DIREN Bretagne : 103 p.

LEFEUVRE J.-C., SOULARD B., 1981. *De la connaissance écologique à l'entretien des rivières*. Le courrier de la Nature n°72. pp11-14.

MACARY F.; PAULAIS J., 2003, Méthode d'identification de zones prédisposées aux émissions et aux transferts particuliers, *Ingénierie*, n°26, p. 3-47

MARSHALL E.J.P., 2002. Introducing field margin ecology in Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 89 p.1-4

MATHIEU J., PARIS L., 1997-98, *Les écrevisses du Morvan. Ecologie, répartition, causes de raréfaction*. Cahiers scientifiques du Parc Naturel Régional du Morvan, (1), p 1-68.

McIVER J., STARR L., 2001, Restoration of degraded lands in the interior Columbia River basin: passive vs. active approaches. *Forest Ecology and Management* 153, p.15-28

MENSING D. M. ; GALATOWITSCH S. M.; TESTER J. R. , 1998. Anthropogenic effects on the biodiversity of riparian wetlands of a northern temperate lands cape. *Journal of Environmental Management* (1998) 53, p. 349–377

MILSOM et al., 2004, Dynamic and management of plant communities in ditch bordering arable fenland in eastern England, *Agriculture, Ecosystems and Environment*

TERRASSE C., 2002. *Restauration et entretien des petits cours d'eau à salmonidés du bassin de l'Oir : Expérimentation sur l'impact des embâcles et des abreuvoirs*. Mémoire de DESS Gestion Intégrée des Ressources en Eaux Continentales, UMR Institut National de Recherche Agronomique - Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes Ecobiologie et Qualité des Hydrosystèmes Continentaux, Cellule d'Assistance Technique à l'Entretien des Rivières de Basse Normandie , Université de Metz : 52 p. et annexes.

TER BRAAK C.J.F, SMILAUER P., 1998, *CANOCO. Reference manual and user's guide for CANOCO for Windows: Software for Canonical Community Ordination*. Microcomputer Power: Ithaca, NY

RICKARD A., 2004, Un programme pionnier pour la restauration et la régénération des grands bassins versants, *Chambre régionale de l'agriculture EDS, extrait du colloque « Savoirs et savoirs faire sur les bassins versants »*, 2004, Vannes-14 pages

STACE C., 1991, *New Flora of The British Isles*. Cambridge University press,

Table des Matières

SOMMAIRE	1
RESUME	3
ABSTRACT	4
INTRODUCTION	5
LA RESTAURATION DES COURS D'EAU	7
<i>I. Généralités sur l'entretien.....</i>	<i>8</i>
I.1. Historique de l'entretien de rivière.....	8
I.2. Cadre législatif et juridique actuel.....	9
<i>II. Démarche d'aménagement et d'entretien des rivières et cas du ruisseau de la Vallée aux Berges.....</i>	<i>11</i>
<i>III. Problématique et méthodes liées l'entretien des berges, de la végétation rivulaire et à l'aménagement d'abreuvoirs et de clôtures.</i>	<i>14</i>
III.1. Les Abreuvoirs et les clôtures.....	14
III.2. Entretien de la végétation des berges.....	16
SITE D'ETUDE ET METHODES : MISE EN PLACE DU SUIVI DE L'EVOLUTION DE LA VEGETATION RIVULAIRE	18
PRESENTATION GENERALE DU SITE D'ETUDE.....	18
<i>I. Présentation du bassin versant de l'Oir.....</i>	<i>18</i>
I.1 Généralités.....	18
I.2. Géologie.....	19
I.3. Climatologie et hydrologie.....	19
<i>II. Présentation du Ruisseau de la Vallée aux Berges</i>	<i>20</i>
MISE EN PLACE D'UNE METHODE D'IDENTIFICATION DES PARAMETRES STRUCTURANT LA VEGETATION RIVULAIRE HERBACEE A L'ECHELLE DES PETITS BASSINS VERSANTS.	22
<i>I. L'échantillonnage de la végétation</i>	<i>22</i>
<i>II. La mesure des paramètres environnementaux</i>	<i>24</i>
II.1. Les variables liées au fonctionnement du cours d'eau	25
II.2. Les variables liées à la structure du bocage.....	25
II.3. Les variables liées aux usages agricoles.....	26
<i>III. Analyse des données</i>	<i>28</i>
RESULTATS POUR L'ENTRETIEN ET SUIVI DE LA VEGETATION RIVULAIRE DES PETITS COURS D'EAU	30
RESULTATS	30
<i>I. Comparaison des diversités relatives des différents milieux.....</i>	<i>30</i>
<i>II. Composition floristique des prairies et des haies</i>	<i>31</i>
<i>III. Analyse des facteurs influençant la composition de la flore des berges</i>	<i>33</i>
<i>III. Analyse des facteurs influençant la composition de la flore des berges</i>	<i>33</i>
<i>IV. Prévision des impacts de l'aménagement sur la structure du bocage :</i>	<i>36</i>
DISCUSSION.....	38
<i>I. Effet des usages agricoles et des actions anthropiques.....</i>	<i>38</i>
I.1. L'effet du piétinement et du pâturage des animaux.....	38
I.2. Effet de l'occupation du sol.....	39
I.3. Effet de l'entretien et des aménagements anthropiques.....	40
<i>II. Rôle du réseau de haies et des arbres isolés</i>	<i>40</i>
<i>III. Influence des facteurs locaux liés au fonctionnement de l'hydrosystème</i>	<i>41</i>
<i>IV. Impact de l'aménagement sur la structure du bocage</i>	<i>41</i>

CONTRIBUTION DES TECHNIQUES ANGLO-SAXONNES A LA GESTION DES PETITS COURS D'EAU	42
UTILISATION DE « THE ELLENBERG'S INDICATOR VALUES FOR BRITISH PLANTS » POUR LE DIAGNOSTIQUE DE LA ZONE PRAIRIAL RIVULAIRE DU BASSIN VERSANT DU RUISSEAU DE LA VALLEE AUX BERGES.....	43
I. <i>La Méthode des indicateurs d'Ellenberg</i>	43
UN PROGRAMME PIONNIER POUR LA RESTAURATION ET LA REGENERATION DES GRANDS BASSINS VERSANTS : « LE WEST COUNTRY RIVERS TRUST » AU ROYAUME UNI (RICKARD, 2004).....	47
I. <i>L'intégration des propriétaires fonciers au plan de restauration des bassins versant</i>	47
II. <i>Démonstration de l'intérêt de la pose de clôtures pour protéger le cours d'eau du bétail</i>	48
III. <i>Intérêt de cette approche pour la gestion des bassins versant des petits cours d'eau</i>	49
PERSPECTIVES DE RESTAURATION DES BERGES DU RUISSEAU DE LA VALLEE AUX BERGES	50
I. <i>Intérêt de la restauration passive pour un petit cours d'eau comme le ruisseau de la Vallée aux Berges.</i>	50
II. <i>Intérêt de la restauration active pour le Ruisseau de la Vallée aux Berges</i>	51
II.1. Absence de ligneux et perspectives réduites de recolonisation spontanée	51
II.2. Présence d'une espèce d'écrevisse protégée, <i>Austropotamobius pallipes</i>	52
II.3. Préconisation pour la plantation de ligneux sur les berges du Ruisseau de la Vallée aux Berges	53
CONCLUSION	54
BIBLIOGRAPHIE	55
TABLE DES MATIÈRES.....	58
LISTE DES FIGURES.....	60
LISTE DES TABLEAUX	60
LISTE DES PHOTOGRAPHIES.....	61

Liste des Figures

Figure 1 : Imbrication des différents compartiments biotiques et abiotiques. Modifié d'après WASSON <i>et al.</i> , 1995 in LE GAL, 1999.....	13
Figure 2: Position géographique du bassin versant de l'Oir.....	19
Figure 3 : Débits mensuels moyens de l'Oir (Banque HYDRO, 1986-2003).....	20
Figure 4 : Carte de l'occupation du sol du bassin versant de la vallée au Berges (traitée sous MapInfo 5.5)	21
Figure 5 : Carte de localisation des stations de relevé et de quatre différents secteurs prairiaux A, B, C et D (traitée sous MapInfo 5.5)	23
Figure 6 : schéma de la surface échantillonnée à partir de la clôture	24
Figure 7: Moyenne et écart-type de l'Indice de Shannon H' calculé pour chaque échantillon en fonction du type de milieu analysé. Les différences entre chacun des trois types de milieux sont significatives (ANOVA, $p < 0,05$).	30
Figure 8 : a) : Position des stations sur les deux premiers axes de l'ACP réalisée. b) : Position des espèces sur les deux premiers axes de l'ACP réalisée Variance de l'axe I : 22 % (valeur propre : 17,04), variance de l'axe II : 11,7% (valeur propre 9,06)	32
Figure 9: a) Position des stations et vecteurs des variables abiotiques sur les deux premiers axes de la CCA réalisée. Les cercles ouverts représentent les stations de la zone A, les carrés celles de la zone B, les triangles celles de la zone C et les losanges celles de la zone D.	34
Figure 11 : Espèces indicatrices du l'intensité de lumière, de l'acidité du sol et du pH d'après la valeur originelle de l'indicateur d'Ellenberg adaptée à la flore anglo-saxonne (les couleurs des échelles sont arbitraires).	44
Figure 12 : Histogramme cumulé de la répartition (présence/absence) des espèces indicatrices des conditions de luminosité extrêmes (les surfaces sont des interpolations entre les sites).	45
Figure 13 : Histogramme cumulé de la répartition (présence/absence) des espèces indicatrices des conditions d'acidité extrêmes (les surfaces sont des interpolations entre les sites).	46
Figure 14 : Histogramme cumulé de la répartition (présence/absence) des espèces indicatrices de forte fertilité du sol. (les surfaces sont des interpolations entre les sites).	46
Figure 15 : Histogramme cumulé du nombre de pousse de divers essence de ligneux relevé sur les berges. . (les surfaces sont des interpolations entre les sites).	52
Figure 16 : secteur préconisés pour la restauration passive (en rouge continu secteur prioritaire, en pointillé : secteur d'intervention secondaire)	53

Liste des Tableaux

Tableau 1 : Déroulement de la démarche d'aménagement sur le Ruisseau de la Vallée aux Berges	11
Tableau 2 Conséquences de la consommation d'eau contaminée par les bovins	14
Tableau 3 : les différents types d'entretien de la végétation rivulaire	16
Tableau 4: exigences et utilisation des espèces ligneuses participant activement à la stabilisation des berges. (Espèces rencontrées dans sur la bassin de la Vallée aux Berges) d'après Lachat, 1991.	17
Tableau 5 : statistiques élémentaires et résultat de l'ANOVA sur la comparaison de la diversité spécifique moyenne (indice de Shanon) des différents types d'unités végétales échantillonnées.	30
Tableau 6: variables abiotiques sélectionnées pas à pas par une option de l'analyse canonique des correspondances et leur corrélation avec les deux premiers axes. La signification des abréviations est donné dans le tableau: « * » indique que la variable est significative par rapport à l'axe au seuil de 5%, « ns » indique que la variable, non significative, n'a pas été sélectionnée par le test.	35
Tableau 7: Évolution du pourcentage avant et après travaux de clôture de la longueur totale d'éléments linéaires des différentes catégories répertoriées.....	36

Liste des Photographies

Photo 1 : Abreuvoir classique aménagé sur le ruisseau et clotûrage des berges.....	15
Photo 2 : Divagation du bétail dans le cours d'eau	15
Photo 3: zones basses (pointées en rouge) sur les berges générées par le piétinement du bétail.....	27

ANNEXES

ANNEXE 1 : Fiche d'état de lieux et de diagnostique (Heurteau et Talayssac, 2001) :
-pour l'Oir
-pour la Vallée aux Berges

ANNEXE 2 : Bon de commande des travaux de restauration et d'entretien

ANNEXE 3 : Photo et localisation de différents ouvrages faisant obstacles à la migration des poissons sur le bassin versant du ruisseau de la Vallée aux Berge

ANNEXE 4 : Liste des espèces rencontrées et identifiées sur le Bassin de la Vallée aux Berges

ANNEXE 5 : Signification des acronymes utilisés pour la CCA (figure9b)

ANNEXE 6 : Projet de Publication présenté à la revue Ingénierie (CEMAGREF)

ANNEXE I

Fiches d'état des lieux et de diagnostic (d'après Heurteau, Talayssac, 2001),

- L'Oir

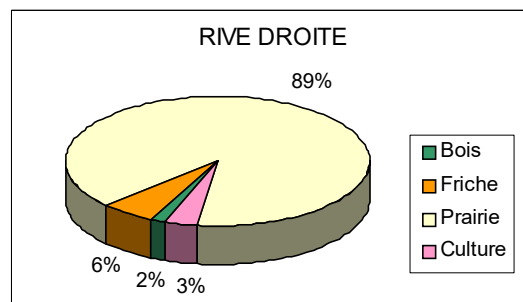
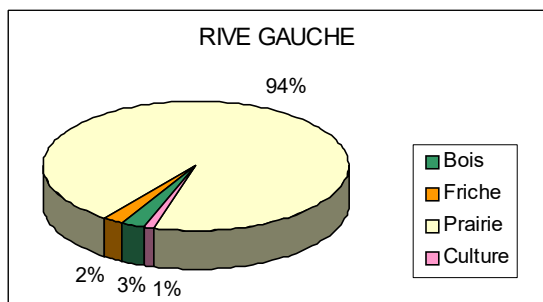
- La Vallée aux Berges

L' OIR

Caractéristiques morphologiques

Altitude à la source (m)	220
Altitude à la confluence (m)	9
Longueur (km)	20
Pente moyenne (%)	1,06

Occupation des parcelles riveraines



Descriptions générales

L'Oir prend sa source près du village de Reffuveille sur le plateau granitique du nord du bassin versant. Cette rivière peut être partagée en trois tronçons limités par des obstacles migratoires difficilement franchissables (sauf pour des débits extrêmes) créant des systèmes isolés pour les populations de salmonidés.

Ce premier tronçon, de la source jusqu'à la confluence avec le ruisseau des Gondinières est caractérisé par une longue zone de bois et de friche ainsi qu'une partie beaucoup moins ombragée, bordée de peupliers ou d'aulnes clairsemés. Cette dernière possède de nombreux sites de frayères potentielles de truites malgré l'occupation importante du lit par le bétail. Au passage du village de Montigny, un rejet chargé en nutriments engendre une soudaine prolifération algale. Conjugué à un éclaircissement important en aval, certaines zones sont encombrées à 80% par de la végétation aquatique. Le ruisseau se divise alors en deux biefs sur 300 mètres. Ces deux biefs subissent chacun une chute de 1,50 mètre qui rend impossible les migrations vers l'amont, même pour des débits extrêmes.

Le deuxième secteur est limité à l'amont par ces deux chutes et à l'aval par une nouvelle séparation en deux biefs qui alimentaient le moulin du Buat. Ces deux biefs comportent chacun un passage difficilement franchissable (sauf pour des débits extrêmes). Le secteur se caractérise par une ripisylve moyennement dense composée de saules et d'aulnes. Les obstacles du moulin du Buat semblent être la limite de montaison des saumons.

Le troisième secteur beaucoup plus long que les deux précédents, s'étend du moulin du Buat jusqu'à la confluence avec la Sélune. Il se caractérise par de nombreux sites de frayère pour les saumons, ainsi qu'un nombre important de caches pour les grosses truites. Les parcelles cultivées relativement peu nombreuses et le pâturage relativement important proche du cours d'eau n'engendrent pas de dysfonctionnements importants. La zone aval du secteur présente un colmatage des fonds qui s'explique par la diminution des vitesses d'écoulement.

Problématiques et origine des problèmes

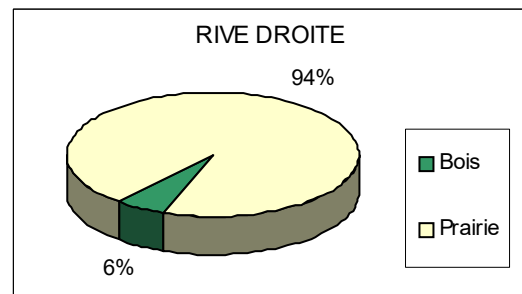
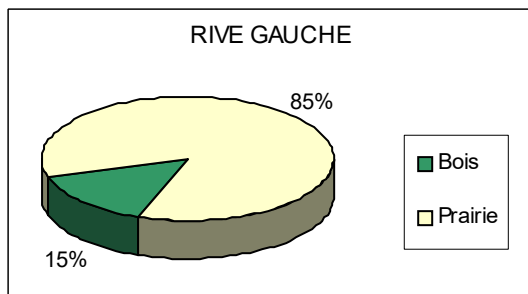
Problématiques	Origine des problèmes
Dégradation de la qualité de l'eau	Piétinement du lit et des berges par le bétail et les engins agricoles
	Apports d'engrais et phytosanitaires
	Présence d'une station d'épuration
	Présence d'étangs
Obstacles à la migration du poisson	Présence d'ouvrages hydrauliques mal dimensionnés
Apports de M.E.S	Piétinement du lit et des berges par le bétail et les engins agricoles
	Cultures en bordure du cours d'eau
Zone de prolifération aquatique	Apports importants de nutriments
Fermeture du cours d'eau et recouvrement total du lit sur 450 mètres	Présence de tunnel de ronces
Eclairement total du lit	Coupe à blanc sur 200 mètres

LA VALLEE AUX BERGES

Caractéristiques morphologiques

Altitude à la source (m)	220
Altitude à la confluence (m)	50
Longueur (km)	4,45
Pente moyenne (%)	3,82

Occupation des parcelles riveraines



Descriptions générales

Le ruisseau de la Vallée aux berges, affluent rive droite de l'Oir, prend sa source près du lieu-dit « La Haute Epelengère », sur le plateau granitique. L'amont du cours d'eau est caractérisé par une quasi-absence de ripisylve qui se traduit par un fort éclaircissement.

Après le passage de la D999 sur des roches à dominante schisto-gréseuses, le ruisseau s'engouffre dans une jeune peupleraie envahie de ronces, puis dans un long bois composé essentiellement de châtaigniers.

Enfin, il s'écoule au milieu de prairies pâturées dépourvues de ripisylve, où l'absence de clôture, permet la divagation du bétail dans le lit du ruisseau.

Problématiques et origine des problèmes

Problématiques	Origine des problèmes
Dégradation de la qualité de l'eau	Piétinement du lit et des berges par le bétail et les engins agricoles Apports d'engrais et phytosanitaires
Obstacles à la migration du poisson	Buse pour passage de route, bief de 1,5 m dans le tir inférieur du cours d'eau
Apports de M.E.S	Piétinement du lit et des berges par le bétail et les engins agricoles Cultures en bordure du cours d'eau
Fermeture du cours d'eau et recouvrement total du lit sur 250 mètres	Présence de tunnel de ronces

ANNEXE II

**Bons de commande
Des travaux de restauration et d'entretien
Du cours d'eau**

ANNEXE III

**Photo et localisation de différents ouvrages
Faisant obstacles à la migration des poissons
Sur le bassin versant du ruisseau de la Vallée aux Berges**

Chute de 2 m
générée par une
retenue dans la
partie amont du Bois
Clérice.



Seuil infranchissable de 2 m au
niveau la Haizière



Passage de route busés situé en aval de
la RD 113

ANNEXE IV

**Liste des espèces rencontrées et identifiées
Sur le Bassin de la Vallée aux Berges**

<i>Achillea millefolium</i>	<i>Dryopteris filix-mas</i>	<i>Lycopus europeus</i>	<i>Sedum rupestre</i>
<i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Elymus Repens</i>	<i>Lysimachia nemorum</i>	<i>Sedum telephium</i>
<i>Agrostis tenuis</i>	<i>Epilobium obscurum</i>	<i>Malva moschata</i>	<i>Senecio erucifolius</i>
<i>Ajunga repens</i>	<i>Epilobium tetragonum</i>	<i>Matricaria matricarioides</i>	<i>Senecio jacobaea</i>
<i>Alnus glutinosa</i>	<i>Equisetum arvensis</i>	<i>Mentha aquatica</i>	<i>Senecio vulgaris</i>
<i>Alopecurus geniculatus</i>	<i>Equisetum palustre</i>	<i>Moehringia trinervia</i>	<i>Sibthorpia europaea</i>
<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Eupatorium cannabinum</i>	<i>Myosotis caespitosa</i>	<i>Silene diurna</i>
<i>Anagalis arvensis</i>	<i>Euphorbia amygdaloides</i>	<i>Myosotis scorpioides</i>	<i>Silene latifolia</i>
<i>Angelica sylvestris</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Nasturtium officinale</i>	<i>Sisymbrium officinale</i>
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	<i>Fagus sylvatica</i>	<i>Oenanthe crocata</i>	<i>Solanum dulcamara</i>
<i>Apium nodiflorum</i>	<i>Filaginella uliginosa</i>	<i>Orchis morio</i>	<i>Solanum nigrum</i>
<i>Asplenium adiantum-nigrum</i>	<i>Fragari vesca</i>	<i>Ornithogallum umbellatum</i>	<i>Sonchus arvensis</i>
<i>Athyrium filix-femina</i>	<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Oxalis acetosella</i>	<i>Sonchus asper</i>
<i>Bellis perennis</i>	<i>Fumaria muralis</i>	<i>Phalaris arundinacea</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>
<i>Bidens tripartita</i>	<i>Galium aparine</i>	<i>Philipendula ulmaria</i>	<i>Sorbus acuparia</i>
<i>Bromus mollis</i>	<i>Galium mollugo</i>	<i>Phleum pratense</i>	<i>Stachys sylvatica</i>
<i>Buxus sempervirentes</i>	<i>Galium palustre</i>	<i>Plantago lanceolata</i>	<i>Stellaria graminea</i>
<i>Calystegia sepium</i>	<i>Geranium dissectum</i>	<i>Plantago major</i>	<i>Stellaria holostea</i>
<i>Campanula rapunculoides</i>	<i>Geranium robertianum</i>	<i>Poa annua</i>	<i>Stellaria media</i>
<i>Campanula rapunculus</i>	<i>Geranium rotundifolia</i>	<i>Poa trivialis</i>	<i>Stellaria uliginosa</i>
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Glyceria fluitans</i>	<i>Polygonum hydropiper</i>	<i>Symphytum officinalis</i>
<i>Cardamine flexuosa</i>	<i>Hederea helix</i>	<i>Polygonum persicaria</i>	<i>Tamus communis</i>
<i>Cardamine hirsuta</i>	<i>Heracleum sphondinium</i>	<i>Polygonum vulgare</i>	<i>Taraxacum officinalis</i>
<i>Cardamine pratensis</i>	<i>Hieracleum pilosella</i>	<i>Polypodium vulgare</i>	<i>Teucrium scorodonia</i>
<i>Carex demissa</i>	<i>Holcus lanatus</i>	<i>Populus nigra</i>	<i>Trifolium dubium</i>
<i>Carex hirta</i>	<i>Holcus mollis</i>	<i>Potentilla erecta</i>	<i>Trifolium pratense</i>
<i>Carpinus betulus</i>	<i>Hypericum androsasum</i>	<i>Potentilla sterilis</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Castanea sativa</i>	<i>Hypericum hirsutum</i>	<i>Primula grandiflora</i>	<i>Triticum aestivum</i>
<i>Centaurea nigra</i>	<i>Hypericum humisifolium</i>	<i>Prunella vulgaris</i>	<i>Ulex minor</i>
<i>Cerastium fontanum</i>	<i>Hypericum pulchrum</i>	<i>Prunus serotina</i>	<i>Ulmus minor</i>
<i>Chamacyparis lawsoniana</i>	<i>Hypochoeris radicata</i>	<i>Prunus spinosa</i>	<i>Umbilicus rupestris</i>
<i>Chenopodium album</i>	<i>Ilex aquifolium</i>	<i>Pteridium aquilinum</i>	<i>Urtica dioica</i>
<i>Chrisospeilum opposiflorum</i>	<i>Iris pseudacorus</i>	<i>Quercus robur</i>	<i>Urtica SSP</i>
<i>Cinorus cristatus</i>	<i>Jasione montana</i>	<i>Ranunculus acris</i>	<i>Verbacum ssp</i>
<i>Circea lutetiana</i>	<i>Juncus articulatus</i>	<i>Ranunculus ficaria</i>	<i>Veronica arvensis</i>
<i>Cirsium arvense</i>	<i>Juncus buffonius</i>	<i>Ranunculus flammula</i>	<i>Veronica chaemadrys</i>
<i>Cirsium palustre</i>	<i>Juncus effusus</i>	<i>Ranunculus repens</i>	<i>Veronica serpyllifolia</i>
<i>Cirsium vulgare</i>	<i>Juncus glomeratus</i>	<i>Rosa cf canina</i>	<i>Vicia arvensis</i>
<i>Conopodium majus</i>	<i>Lamiastrum galeobdron</i>	<i>Rubus fruticosus</i>	<i>Vicia craca</i>
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Lamium album</i>	<i>Rumex acetosa</i>	<i>Vicia sativa</i>
<i>Coryllus avellana</i>	<i>Lamium purpureum</i>	<i>Rumex acetosella</i>	<i>Viola arvensis</i>
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Lapsana communis</i>	<i>Rumex crispus</i>	<i>Viola reichenbachiana</i>
<i>Crepis biennis</i>	<i>Leontodon autumnalis</i>	<i>Rumex obtusifolius</i>	<i>Viscum album</i>
<i>Crepis capillaris</i>	<i>Leontodon taraxacoides</i>	<i>Sagina procumbens</i>	<i>Wahlenbergia hederacea</i>
<i>Cruciata laevipes</i>	<i>Leucanthemum vulgare</i>	<i>Salix aurita</i>	
<i>Cystisus scoparis</i>	<i>Linaria repens</i>	<i>Salix cinerea</i>	
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Lolium perenne</i>	<i>Sambucus nigra</i>	
<i>Deschampsia ssp.</i>	<i>Lonicera periclymenum</i>	<i>Scilla non-scripta</i>	
<i>Digitalis purpurea</i>	<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Scirpus sylvaticus</i>	
<i>Dryopteris dilatata</i>	<i>Lotus uliginosus</i>	<i>Scrofularia auriculata</i>	
<i>Dryopteris filix-femina</i>	<i>Lychnis flos-cuculi</i>		

ANNEXE V

**Signification des acronymes
Utilisés pour la CCA (figure9b)**

Ach mil	<i>Achillea millefolium</i>	Lych flos	<i>Lychnis flos-cuculi</i>
Aju rep	<i>Ajunga repens</i>	Lys nem	<i>Lysimachia nemorum</i>
Alo gen	<i>Alopecurus geniculatus</i>	Mat mat	<i>Matricaria matricarioides</i>
Ang sylv	<i>Angelica sylvestris</i>	Men aqu	<i>Mentha aquatica</i>
Asp adi	<i>Asplenium adiantum-nigrum</i>	Moe tri	<i>Moehringia trinervia</i>
Ath f-fem	<i>Athyrium filix-femina</i>	Myo sco	<i>Myosotis scorpioides</i>
Bel per	<i>Bellis perennis</i>	Nas off	<i>Nasturtium officinale</i>
Brom mol	<i>Bromus mollis</i>	Oen cro	<i>Oenanthe crocata</i>
Cap bur-pas	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Phal aru	<i>Phalaris arundinacea</i>
Card hir	<i>Cardamine hirsuta</i>	Plan maj	<i>Plantago major</i>
Car hir	<i>Carex hirta</i>	Pol pers	<i>Polygonum persicaria</i>
Cent nig	<i>Centaurea nigra</i>	Pol vulg	<i>Polygonum vulgare</i>
Che alb	<i>Chenopodium album</i>	Poly vulg	<i>Polypodium vulgare</i>
Chri opp	<i>Chrisospeilum opposiflorum</i>	Pot erec	<i>Potentilla erecta</i>
Cin cri	<i>Cinosorus cristatus</i>	Pot ster	<i>Potentilla sterilis</i>
Cirs vulg	<i>Cirsium vulgare</i>	Prim gran	<i>Primula grandiflora</i>
Conv arve	<i>Convolvulus arvensis</i>	Pter aqui	<i>Pteridium aquilinum</i>
Dact glo	<i>Dactylis glomerata</i>	Ran acr	<i>Ranunculus acris</i>
Dig pur	<i>Digitalis purpurea</i>	Rum acsa	<i>Rumex acetosa</i>
Eup can	<i>Eupatorium cannabinum</i>	Sag pro	<i>Sagina procumbens</i>
Fil ulig	<i>Filaginella uliginosa</i>	Scro aur	<i>Scrofularia auriculata</i>
Fum mur	<i>Fumaria muralis</i>	Sen jacob	<i>Senecio jacobaea</i>
Gali apa	<i>Galium aparine</i>	Sola dulc	<i>Solanum dulcamara</i>
Ger rob	<i>Geranium robertianum</i>	Sola nigr	<i>Solanum nigrum</i>
Her sph	<i>Heracleum sphondilium</i>	Son asp	<i>Sonchus asper</i>
Hyp and	<i>Hypericum androsasum</i>	Stel holo	<i>Stellaria holostea</i>
Hyp hirs	<i>Hypericum hirsutum</i>	Stel med	<i>Stellaria media</i>
Hypo rad	<i>Hypochoeris radicata</i>	Stel uli	<i>Stellaria uliginosa</i>
Iri pse	<i>Iris pseudacorus</i>	Tara off	<i>Taraxacum officinalis</i>
Jun art	<i>Juncus articulatus</i>	Teu scor	<i>Teucrium scorodonia</i>
Jun buf	<i>Juncus bufonius</i>	Trif pra	<i>Trifolium pratense</i>
Jun eff	<i>Juncus effusus</i>	Urt dio	<i>Urtica dioica</i>
Lam alb	<i>Lamium album</i>	Ver chae	<i>Veronica chaemadrys</i>
Lam pur	<i>Lamium purpureum</i>	Vic cra	<i>Vicia craca</i>
Laps com	<i>Lapsana communis</i>	Vio arv	<i>Viola arvensis</i>
Leo tara	<i>Leotondon taraxacoides</i>	Vio reich	<i>Viola reichenbachiana</i>
Lot corn	<i>Lotus corniculatus</i>		

ANNEXE VI

**Projet de Publication présenté
à la revue Ingénierie (CEMAGREF)**

Réponses de la végétation riparienne aux processus écologiques et agricoles: étude préliminaire dans le cadre de l'entretien de petits ruisseaux du bocage sud-Manche

Anthony PINGRAY & Ivan BERNEZ

UMR Agrocampus-INRA de Rennes
65, rue de St Brieuc
35042 Rennes cedex
tel. : 02 23 48 55 41
fax : 02 23 48 51 70
Ivan.Bernez@agrocampus-rennes.fr

Introduction

Les évolutions récentes de la gestion de l'espace agricole et l'intensification des pratiques culturales, conduisent souvent à une altération des eaux superficielles. Les phénomènes d'érosion des sols sont responsables de l'augmentation de la charge en matière en suspension (MES) dans les rivières. Une turbidité excessive de l'eau peut engendrer des colmatages des zones de fraie des poissons. Un des facteurs responsables de l'augmentation de MES dans le bocage bas normand est la pression du bétail, par le piétinement dans des prairies de fortes pentes, un accès au lit mineur des ruisseaux et à leurs berges (Macary, Paulais, 2003).

Pour connaître les mécanismes de fonctionnement des écosystèmes aquatiques continentaux dans un contexte de forts impacts anthropiques, l'INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) a mis en place un Observatoire de Recherche en Environnement (ORE) sur trois bassins: le Scorff en Bretagne, la Nivelles dans le Pays Basque et l'Oir en Basse-Normandie.

Sur le bassin de l'Oir, les travaux menés depuis 20 ans ont pour but de mettre en relation la qualité piscicole de ce bassin à salmonidés avec la qualité de l'habitat aquatique. Un projet associe l'INRA, la CATER (Cellule d'Assistance Technique à l'Entretien des Rivières) de Basse Normandie et l'association BS2A (Bassin de la Sélune de l'Amont à l'Aval), structure porteuse du SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) de la Sélune : Les premières études réalisées ont porté sur deux aspects de gestion et d'aménagement : l'entretien d'embâcle et de la ripisylve (Labrunie, 2003).

Un troisième volet, initié en 2004, est d'étudier les effets sur le milieu de la mise en place de clôtures et d'abreuvoir aménagés pour diminuer l'érosion des berges et la mise en suspension des MES par l'accès au lit mineur (figure 1). Un des effets attendus par cette mise en exclos, est une modification de la végétation rivulaire. Cette limitation de l'accès par le bétail au ruisseau de la Vallée aux Berges est une avant-première de ce qui sera étendu à l'Oir et ses affluents et à d'autres ruisseaux du bassin de la Sélune. Une pratique de gestion minimale de cette végétation riparienne est envisagée, différant des méthodes d'entretien traditionnellement pratiquées qui s'appuient sur des techniques forestières d'élagage ou de replantation de ligneux et d'entretien d'embâcle (Allion, Ouvray, 1998, GRAIE, 1991, Labrunie, 2003, Lachat, 1991, Caudron *et al.*, xxxx). L'objectif de cette première phase est de connaître les caractéristiques de la végétation en place afin d'améliorer l'entretien et son suivi. Pour refléter les changements environnementaux, nous avons fait le choix de nous focaliser sur la strate herbacée (dont les ligneuses de cette strate), car elle se régénère naturellement (la plupart des arbres et arbustes étant originellement plantés ou favorisés), et car sa diversité est plus grande (Le Cœur D. *et al.*, 2002).

Notre travail se place dans le cadre général d'une nouvelle approche de l'entretien des ruisseaux en intégrant aux aspects d'aménagement une prise en compte (i) à l'échelle du ruisseau, de l'écologie des systèmes aquatiques et (ii) à l'échelle du bassin, de leur lien avec les agro-systèmes bocagers.

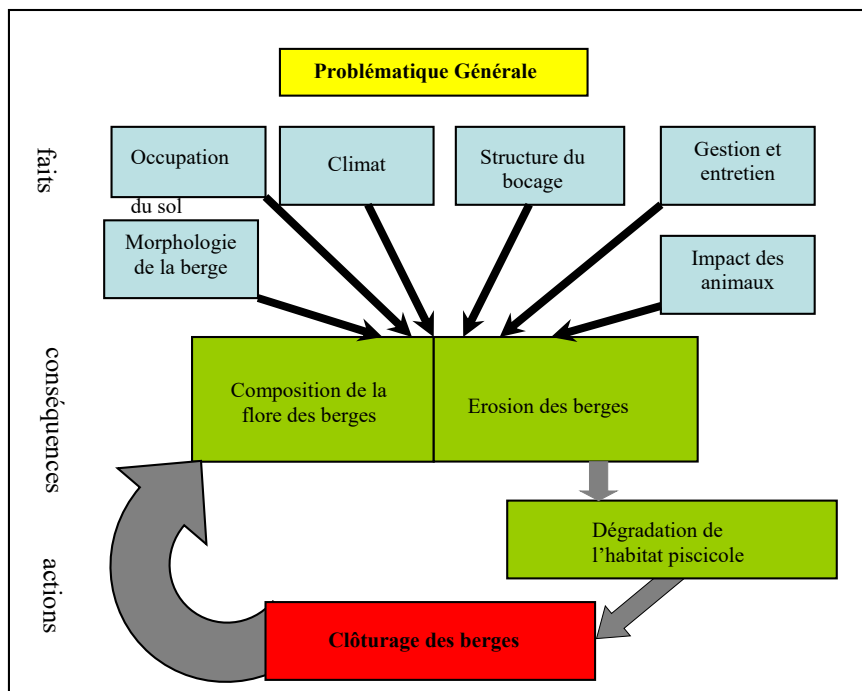


Figure 1 : Problématique générale du projet mené sur le Ruisseau de la Vallée aux Berges dans le cadre de l'ORE-Oir

La formulation des aspects étudiés pourrait être présentée de cette manière : A-t-on une structure homogène de la végétation des berges sur les quelques kilomètres clôturés d'un petit ruisseau? Quels paramètres influencent la composition de cette végétation? Quelle est l'importance des processus hydrauliques longitudinaux, celle des caractéristiques hydro-morphologiques (exemple : caractéristiques de la berge) et celle de l'action anthropique récente et ancienne (la gestion des parcelles adjacentes, la structure du bocage) ? Comment ces processus sont-ils hiérarchisés? Quels pourraient être les impacts écologiques à l'échelle du ruisseau, du bassin?

Contexte de l'étude

Le bassin de l'Oir, dans le sud Manche, est une zone d'élevage laitier intensif marqué par de profond bouleversement de l'espace rural. Le bassin du ruisseau de la Vallée aux Berges, un affluent de la rive droite de l'Oir, couvre 250 ha, dont 170 ha pour notre zone d'étude (partie aval du bassin versant), soit un linéaire de 2,5 km de cour d'eau. La géologie est de type granitique et le relief assez tourmenté est un facteur favorable aux phénomènes de ruissellement et d'érosion. La surface du bassin est majoritairement allouée à d'élevage extensif (39%) et cultures fourragères (37%), est sans industrie et a quelques hameaux petits et dispersés. Le plus grand boisement est situé à l'amont immédiat de la zone d'étude (le Bois Clérice), l'autre grande parcelle boisée se trouve à l'aval sur les rives de l'Oir (figure 2). La zone d'étude correspond à quatre secteurs, respectivement d'amont en aval, A, B, C et D (figure 2) qui sont des secteurs de longueurs comparables, homogènes en terme de morphologie du bassin (forme et pente du lit et des versants) et d'usage agricole.



Figure 2 : Bassin versant du ruisseau de la vallée aux Berges et positionnement des secteurs prairiaux A, B, C et D d'amont en aval.

La CATER de Basse Normandie protège les berges de l'Oir et de ses affluents par la pose de clôtures électriques sur tout son linéaire ainsi que des abreuvoirs aménagés. Au ruisseau de la Vallée aux Berges on a, pour un coût total des travaux d'environ 10 000 euros,

- la réalisation de 7 abreuvoirs : 1 abreuvoir gravitaire, qui utilise la pente du cours d'eau pour créer une charge suffisante au remplissage du bac d'abreuvement situé en contrebas, et 6 abreuvoirs classiques, aménagés directement sur la berge du cours d'eau.
- la pose de 3047 m de clôtures dont 90% de clôtures électriques et 10% de clôtures à double rang de ronce.

Matériel et méthodes

La végétation :

Nous avons échantillonné des unités de 15 m² dans trois milieux:

- les berges, unités sur lesquelles est centrée l'étude,
- les haies proches, c'est à dire située en fond de vallée, catégorie dans laquelle sont incluses les bandes de ripisylves.
- les prairies adjacentes.

Au total, 78 stations de 15m² ont été placées sur les 2,5 km de berge, 35 haies ont été échantillonnées et 80 relevés ont été effectués sur les 16 parcelles de prairies adjacentes au ruisseau.

Le relevé floristique effectué pour chaque unité correspond à une liste d'espèces avec une estimation visuelle du recouvrement des espèces. L'abondance des espèces est notée d'après l'échelle de Tansley, de 1 à 5 (Tansley, Chip, 1926 in Le Cœur *et al.*, 2002), 1 : rare ; 2 : occasionnel ; 3 : fréquent ; 4 : abondant ; 5 : dominant (très abondant).

Pour chaque haie, un relevé est réalisé au milieu de celle-ci sur une station représentative de sa composition en arbres matures et/ou en arbustes et de la densité de sa végétation. Les berges boisées (ripisylves) sont intégrées à cet échantillonnage car souvent déjà clôturées et peu ou différemment piétinées.

Les prairies sont échantillonnées par cinq relevés effectués sur 15 m² répartis pour tenir compte des hétérogénéités observées.

L'échantillonnage des berges du ruisseau est fait sur le linéaire de berges des prairies à aménager. Chaque station est une unité d'échantillonnage constituée d'une bande de berge de 1 mètre sur 15 m non boisée parallèle au ruisseau, sélectionnée selon des critères simples que nous avons voulu homogènes sur les 15 m:

- des paramètres relatifs au fonctionnement du ruisseau : la hauteur de la berge, sa pente (inférieure ou supérieure à 45°), la morphologie du cours d'eau (rectiligne ou en méandre),
- des paramètres relatifs au fonctionnement du bocage : position par rapport aux autres unités végétales (haies, ripisylve et prairie),
- des paramètres relatifs aux usages agricoles : type de gestion et d'entretien de la berge.
- une homogénéité de la berge lui faisant face.

La mesure des paramètres environnementaux :

Une analyse de l'occupation du sol et d'usages agricoles a été réalisée à partir d'observations *in situ*. Ces données ont été traitées dans un Système d'Information Géographique (SIG). Les différentes couvertures ont été développées sous MapInfo Professional 5.5, dont la numérisation du plan cadastral et des réseaux. Une matrice renseignant sur les caractéristiques environnementales de chaque station a été construite. Cette étape de construction a permis de traiter spatialement les informations concernant 35 critères exprimant des contraintes physiques ou anthropiques qui peuvent entrer dans le processus de répartition spatiale de la végétation rivulaire. La méthode mise au point permet d'utiliser des critères vrais (pente et hauteur de la berge, pente du cours d'eau, distance à la confluence, occupation du sol, etc..) et des critères qualitatifs (ombrage, intensité de pâturage, présence de ligneux à proximité ou sur la berge, etc..), et de prendre en compte l'ensemble des facteurs discriminants significatifs pour lesquels il nous est possible d'attribuer une valeur :

LES VARIABLES LIEES AUX FONCTIONNEMENT DU COURS D'EAU

Selon les principes généraux de fonctionnement des rivières, on a une répartition de la végétation en fonction de la position sur le linéaire et de la topographie locale de la vallée (concept du continuum fluvial, Amoros & Petts, 1993). Cet aspect est rarement étudié à cette échelle et il est intéressant de savoir si la répartition spatiale des espèces est un facteur à prendre en considération dans la gestion des petits ruisseaux :

- D confluence: distance de l'échantillon à la confluence du Ruisseau de la Vallée aux Berges avec l'Oir,
- p: pente moyenne du lit du cours d'eau dans la prairie où se situe l'échantillon.

La teneur en eau du sol est un facteur important en relation avec la hauteur de la berge. Les espèces sensibles, ou hygrophiles, répondent à une micro topographie de la berge (pente plus ou moins forte). Concernant la structure physique de la berge, nous avons considéré:

- h : hauteur moyenne de chaque portion de berge,
- pente faible : pente de la berge est inférieure à 45°,
- pente forte : pente de la berge est supérieure à 45°.

LES VARIABLES LIEES A LA STRUCTURE DU BOCAGE

Les haies, éléments structurant du bocage, sont des unités linéaires permettant la connexion des différentes unités du paysage. La connectivité détermine l'intensité des échanges entre les unités écologiques. Les haies sont ainsi essentielles au déplacement de certaines espèces animales et végétales jusqu'au cours d'eau et peuvent être une source d'espèces colonisant les berges. Nous avons donc quantifié le rôle potentiel des haies et de la ripisylve présentes sur le bassin suivant plusieurs critères:

- Lin50: linéaire de haie et de ripisylve dans un rayon 50m à l'unité de berge,
- Lin100: linéaire de haie et de ripisylve dans un rayon 100m.
- D mini: distance minimale (en mètre) entre l'unité d'échantillonnage et la première haie (qu'il s'agisse d'une haie d'arbustes ou une haie avec des arbres matures).

La quantité de lumière disponible dans le milieu est un des paramètres fondamentaux définissant les possibilités d'installation d'une espèce donnée (Amoros & Petts, 1993). L'intensité lumineuse reçue au sol dépend de la densité de la canopée des formations arborées et arbustives situées à proximité, dominant la berge et susceptible d'y produire de l'ombrage. On évaluera ce facteur par quatre niveaux de notation définis comme suivant (relevé effectué à midi, heure solaire):

- omb0: absence d'ombre sur la berge,
- omb1: berge peu ombragée (projection au sol de la canopée < 10% de la surface de l'unité),
- omb2: berge ombragée (10%<Canopée<50%)
- omb3: ombrage fort (Canopée>50%).

La présence d'un ligneux à proximité directe de la berge joue un rôle sur l'ombrage de celle-ci et génère à son pied un habitat particulier où peut s'installer une flore particulière source. Nous avons décidé de quantifier par 3 niveaux de mesure la présence de ligneux dans la proximité directe de l'échantillon dans un rayon de 15 m :

- A0: absence d'arbre ou d'arbuste dans un rayon de 15 m,
- A1: présence d'un à trois arbres et/ou arbustes dans un rayon de 15 m,
- A2: présence d'une haie ou d'une ripisylve dense dans un rayon de 15 m.

LES VARIABLES RELATIVES AUX USAGES AGRICOLES

L'action des animaux :

Les berges situées en bordure de prairie sont soumises au pâturage et au piétinement des animaux, ce qui constitue une perturbation importante pour la strate herbacée de la végétation rivulaire (Mensing *et al.*, 1998). Seules les espèces tolérantes ou résistantes à une intensité de pâturage seront présentes sur ces berges. L'intensité du pâturage dépend de la charge pastorale appliquée à la parcelle ainsi que de sa durée et de sa fréquence de mise en pâture. De plus, le piétinement des animaux sur la berge ouvre le milieu et favorise des espèces opportunistes, colonisatrices ou rudérales. Le piétinement déstructure également la berge en créant des zones basses plus humides. Pour cette perturbation du milieu, nous avons choisi d'estimer sur la surface d'échantillonnage la proportion de sol nu et de zone basse qu'elle génère.

Ainsi, pour mesurer l'impact des animaux sur la végétation, nous avons défini huit critères relatifs à l'action du piétinement et l'intensité du pâturage:

- Pat0: absence de pâturage,
- Pat1: pâturage très faible (moins de 10% de la surface est pâturée),
- Pat2: pâturage faible (de 10 à 25 % de la surface),
- Pat 3: intensité de pâturage moyenne (de 25 à 50% de la surface),
- Pat4: pâturage fort (de 50% à 75% de la surface),
- Pat5: pâturage très fort (plus de 75%, gazon raz),
- sol nu : pourcentage de la surface en sol nu,
- ZB : pourcentage de la surface en zone basse

L'occupation du sol :

Le thème « occupation du sol » du SIG a été renseigné à partir des observations réalisées sur le terrain. Les différentes formations végétales situées sur le bassin, qu'il s'agisse de boisements ou de cultures, sont susceptibles d'être une source d'espèces pouvant coloniser la berge. L'utilisation des différentes parcelles est inhérente aux contraintes de fonctionnement de l'exploitation, et donc à l'action anthropique. Cinq grands types d'occupation ont été relevés:

- les zones d'habitation: habitat de l'exploitant (ferme, cour et jardin) et locaux utilisés par l'exploitation (grange, étable, entrepôt...),
- les prairies, permanentes ou temporaires,
- les cultures, de blé ou de maïs,
- les friches,
- les boisements, naturels ou plantés.

L'occupation du sol est analysée dans un rayon de 100m autour de chaque unité d'échantillonnage. La proportion en surface pour les différents types d'occupation du sol a ainsi été calculée.

Le linéaire de bordure de route est source d'espèces herbacées d'un autre type:

- Bdr100 : linéaire de bordure de route dans un rayon de 100 m.
- Bdr50 : linéaire de bordure de route dans un rayon de 50 m.

L'aménagement et entretien :

L'entretien et la gestion de la berge par l'exploitant de la prairie à une influence directe sur le type de végétation se développant sur la berge. Nous avons donc noté de façon qualitative (descripteur de type booléen « oui=1/non=0 ») cinq paramètres relatifs à l'aménagement et à l'entretien du cours d'eau :

- DSH : utilisation d'herbicide,
- Fauche : le recours à la Fauche,
- électrique : présence d'une clôture électrique,

- barbelée : présence d'un clôture barbelée (ronce),
- bordure : traduit la position du cours d'eau en limite d'exploitation.

Analyse des données :

Plusieurs indices sont ensuite utilisés pour comparer l'assemblage des espèces (Burel *et al.*, 1998). La richesse spécifique (S) et l'indice de diversité de Shannon (H') sont des moyens utilisés pour comparer le nombre et l'abondance des espèces. Les comparaisons des indices entre les différents types d'unités (berges, haies, prairie) sont réalisées par une Analyse des Variances (ANOVA) en modèle linéaire généralisé réalisée grâce au logiciel MINITAB.

Pour mettre en relation les variables environnementales à la composition spécifique de chaque relevé, deux matrices ont été créées pour l'analyse: une matrice 'espèces' x 'stations d'échantillonnage' (variables de réponse) et une matrice 'variables spatiales et environnementales' x 'stations d'échantillonnage' (variables explicatives). Toutes les variables explicatives et leurs différents niveaux sont considérés au début de l'analyse. Les matrices sont ensuite soumises à une Analyse Canonique des Correspondances (CCA) sous CANOCO, qui est une ordination des valeurs propres développées pour relier directement entre elles des matrices multivariées de données écologiques. La CCA génère un diagramme sur lequel figure le poids moyen de chaque espèce ou site, représenté par des points, en respectant la contribution des variables explicatives, représentées par des flèches qui pointent dans la direction de la variation maximale du facteur. La proximité ou l'éloignement de points entre eux sur le plan de la CCA, ou avec des flèches indique une relation positive ou négative entre les variables. De toutes les variables explicatives, les meilleurs indicateurs (qui seront retenus pour l'analyse) ont été sélectionnés par une procédure de sélection de régression pas à pas, disponible dans la version 3.1 de CANOCO. Un seuil de significativité de 0,05 a été choisi pour cette sélection. Pour chaque CCA, une simulation de Monte Carlo sur la valeur propre du premier axe et sur la trace (i.e. la somme des valeurs propres canoniques) teste la significativité de l'effet des variables analysées (Le Cœur *et al.*, 2002). Les variables significatives sont retenues.

Résultats

La comparaison des moyennes des indices de diversité de Shannon calculées pour chaque type de relevé (berges, haie, prairie) a été effectuée par un test paramétrique de Student, avec un seuil de significativité de 5% (tableau 1). La diversité spécifique est significativement supérieure pour les berges ($H' = 4,2$; $p < 0,05$) comparée aux haies ($H' = 3,8$) et aux prairies adjacentes ($H' = 2,1$; figure 3).

Tableau 1 : statistiques élémentaires et résultat de l'ANOVA sur la comparaison de la diversité spécifique moyenne (indice de Shannon) des différents types d'unités végétales échantillonnées.

TYPE	H' MOYEN	ECART-TYPE D'H'	Nombre d'échantillon	F-value	p-value
berges	4,2	0,43	78	411,12	< 0,001
haies	3,8	0,44	35		
prairies	2,1	0,63	87		

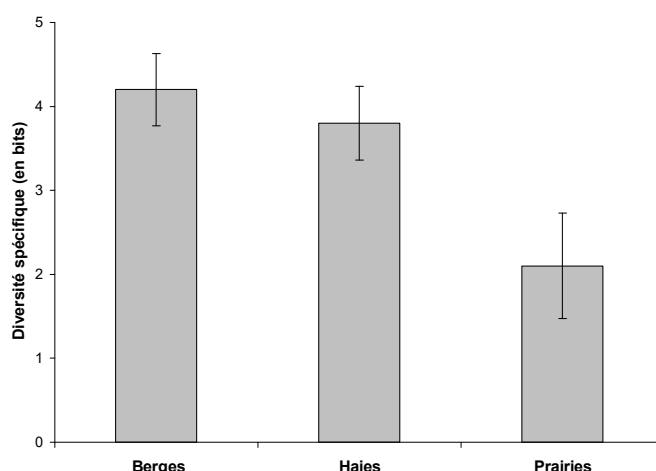


Figure 3 : Moyenne et écart-type de l'Indice de Shannon H' calculé pour chaque échantillon en fonction du type de milieu analysé. Les différences entre chacun des trois types de milieux sont significatives (ANOVA, $p < 0,05$).

Analyse des facteurs influençant la composition de la flore des berges :

Sur les 35 variables (tableau 2) initialement considérées lors de la CCA (figure 4a), suite à la sélection pas à pas et les tests statistiques, seules 15 variables ont été retenues pour l'analyse globale des relevés de berge (tableau 2).

L'information portée par les deux premiers axes de l'ordination par la CCA sont assez faibles (15,6% : axe I, 8,8% : axe II) par rapport à celle généralement obtenues (Ter Braak, Smilauer, 1998) mais comparables à celles obtenues dans des études d'hydrosystèmes continentaux (Bernez *et al.*, 2004).

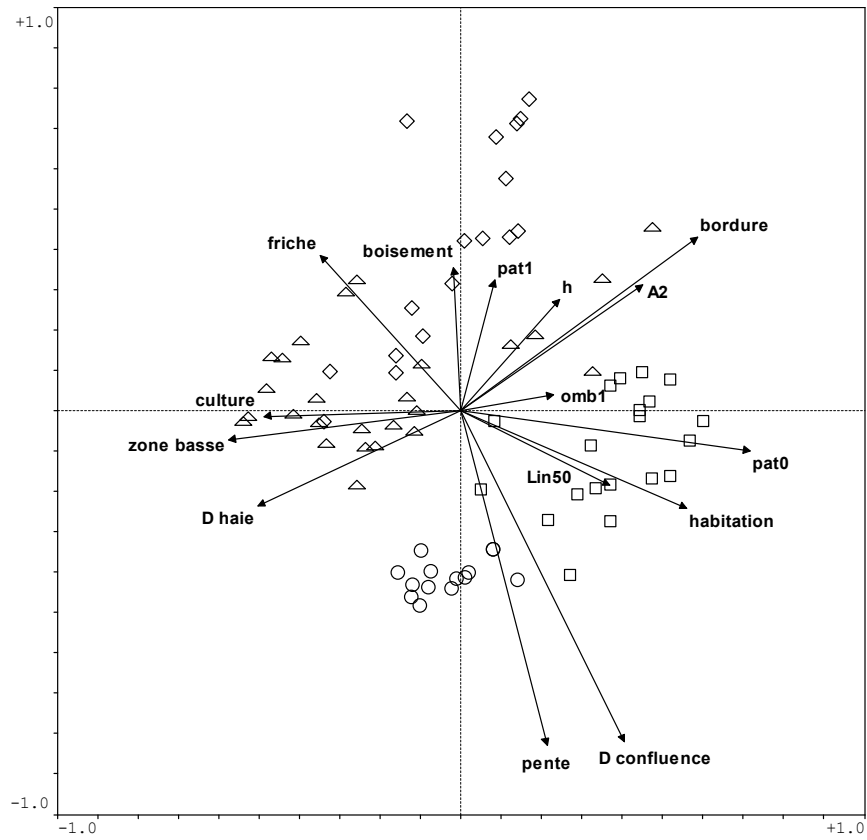
L'axe I (figure 4a) correspond aux variations des paramètres liés aux usages agricoles : la situation du cours d'eau en limite d'exploitation (« bordure »), l'absence de pâturage (« Pat0 ») et la présence de friches dans un rayon de 100m. L'axe I est aussi lié au type de berge (la présence de zones basses, hauteur de la berge) et à la proximité d'une haie (distance de la première haie « D haie », linéaire de haie dans un rayon de 50 m « Lin50 », présence de ligneux à proximité « A2 », faible intensité lumineuse « omb1 »).

Les variations des relations entre variables environnementales et espèces sur l'axe II sont expliquées par un gradient amont aval : directement par les variations de la pente du lit du cours d'eau (« p »), la distance à la confluence (« D confluence »), indirectement par la proportion de boisement et de friche dans un rayon de 100 m et par la situation du cours d'eau en limite d'exploitation (« bordure »).

Les espèces contribuant aux variations observées selon l'axe I (figure 4b) sont plutôt des espèces rudérales (*Cirsium vulgare*, *Filaginella uliginosa*, *Polygonum persicaria*, *Convolvus arvensis*,...), des espèces hygrophiles (*Alopecurus geniculatus*, *Juncus buffonius*, *Mentha aquatica*,...), des espèces prairiales (*Taraxacum officinalis*, *Bromus mollis*, *Trifolium pratense*,...) ainsi que des espèces ombrophiles de lisière (*Primula grandiflora*, *Geranium robertianum*, *Cinorus cristatus*,...). En revanche, l'axe II est plutôt influencé par les espèces forestières (*Aspidium adiantum-nigrum*, *Hypericum hirsutum*, *Potentilla sterilis*, *Viola reichenbachiana*,...) et par d'autres espèces de talus et de lisières (*Heracleum sphondinium*, *Stellaria holostea*, *Galium aparine*,...).

La répartition des stations sur le plan factoriel de la CCA permet de mettre en évidence plusieurs rapprochements dans l'espace étudié. L'axe I permet de distinguer les stations appartenant à deux secteurs contigus : celles de la zone B et de celles de la zone C. Le second axe oppose lui distinctement les stations par secteur (i.e., A, B, C et D) en suivant un gradient amont aval.

a)



b)

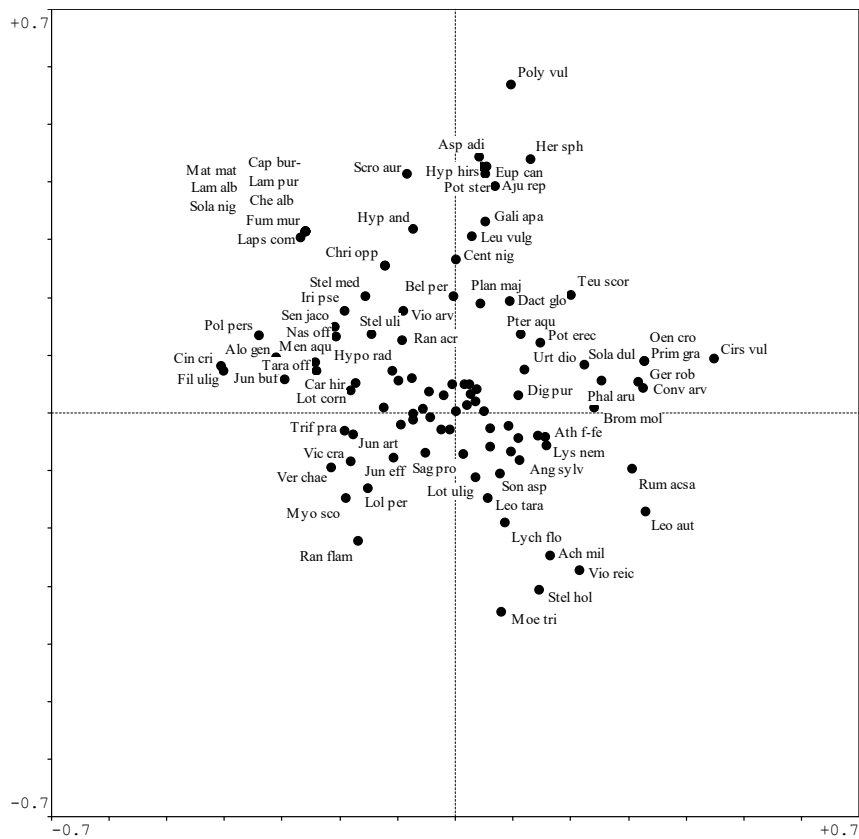


Figure 3 : a) Position des stations et vecteurs des variables abiotiques sur les deux premier axes de la CCA réalisée. Les cercles ouverts représentent les station de la zone A, les carrés celles de la zone B, les triangles celles de la zone C et les losanges celles de la zone D.

b) : Position des espèces sur le plan factoriel des deux premier axes de la CCA réalisée (la signification des acronymes est données en annexe.)

Tableau 2 : variables abiotiques sélectionnées pas à pas par une option de l'analyse canonique des correspondances et leur corrélation avec les deux premiers axes. La signification des abréviations est donné dans le tableau: « * » indique que la variable est significative par rapport à l'axe au seuil de 5%, « ns » indique que la variable, non significative, n'a pas été sélectionnée par le test.

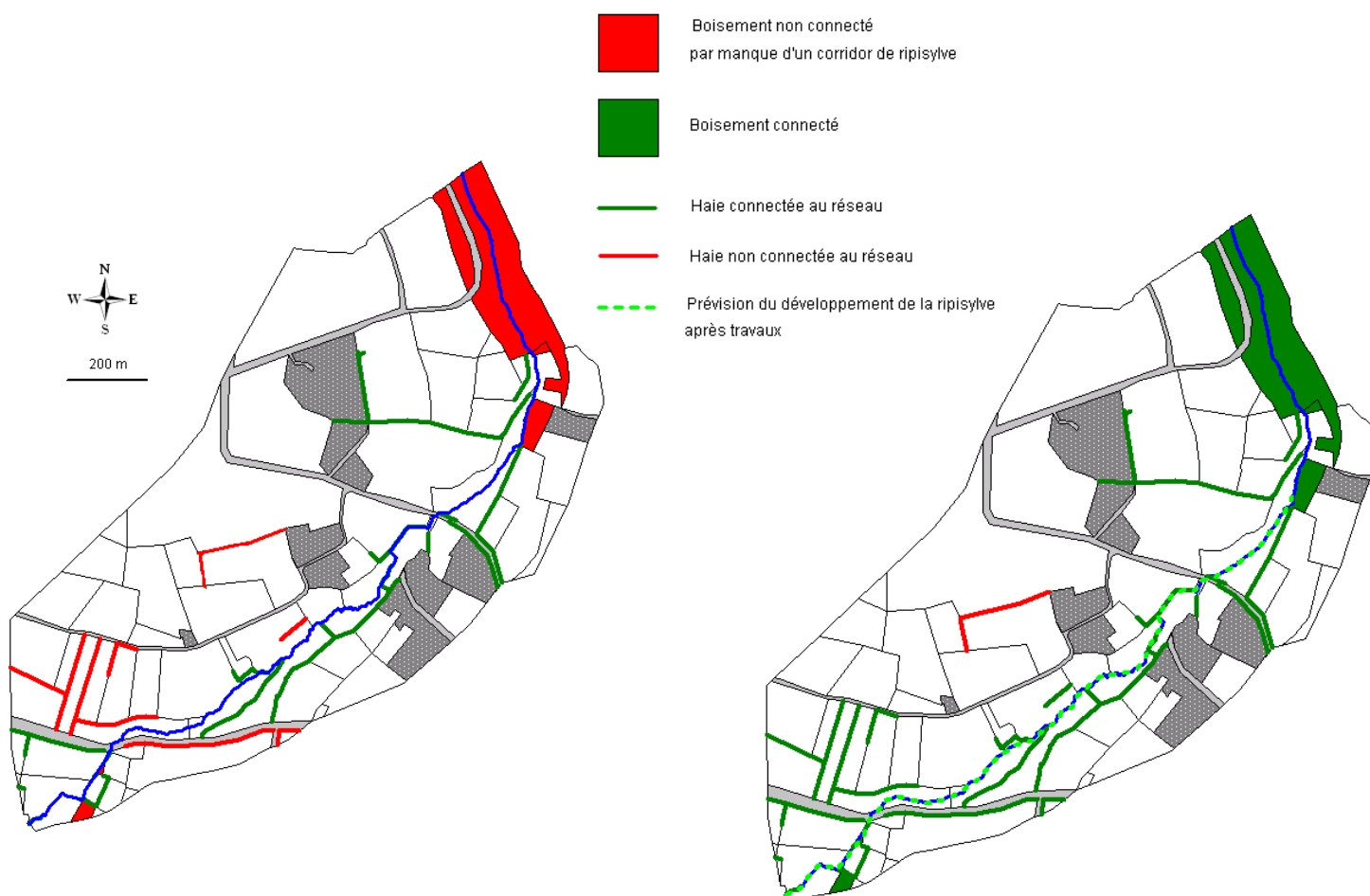
Variable environnementale	F-ratio	p-value	Axe I	Axe II
pat0	4,85	0,005	0,6693*	-0,0933
D confluence	4,08	0,005*	0,3780*	-0,7674
ODS5	3,90	0,005	-0,017	0,3309
Limite	2,93	0,005	0,5485*	0,4033*
h	2,83	0,005	0,2281*	0,2569*
ODS4	2,13	0,005	-0,3264	0,3606
pat1	1,87	0,005	0,2137*	0,3044
ZB	1,70	0,005	-0,5383	-0,0691
omb1	1,85	0,005	0,0782	0,0356
p	1,76	0,005	0,2015*	-0,7772*
A2	1,93	0,005	0,4219*	0,2912*
ODS3	1,63	0,01	-0,4565	-0,0142*
ODS1	1,45	0,025	0,5230	-0,2274*
D haie	1,46	0,02	-0,4698	-0,2207
Lin50	1,48	0,03	0,3452	-0,1718
A0	1,32	0,06	ns	ns
A1	1,32	0,11	ns	ns
SOL NU	1,22	0,185	ns	ns
pat2	1,22	0,11	ns	ns
omb0	1,24	0,10	ns	ns
DSH	1,09	0,275	ns	ns
Pente forte	1,11	0,355	ns	ns
Pente faible	1,11	0,30	ns	ns
pat3	1,06	0,36	ns	ns
omb3	1,03	0,475	ns	ns
pat5	0,99	0,52	ns	ns
électrique	1,01	0,475	ns	ns
Bdr100	0,92	0,665	ns	ns
Fauche	0,86	0,69	ns	ns
barbelée	0,86	0,69	ns	ns
Bdr50	0,85	0,755	ns	ns
Lin100	0,88	0,715	ns	ns
omb2	0,77	0,83	ns	ns
ODS2	0,79	0,785	ns	ns
pat4	0,74	0,915	ns	ns

Prévision des impacts de l'aménagement sur la structure du bocage :

Le bassin comporte 8,6 km de linéaire boisé : haie, catégorie la plus représentée, ripisylve et lisère de boisement (tableau 3). Le ruisseau et sa ripisylve constituent un axe central dans le bassin en terme de connexion des différentes unités du paysage entre elles. Avant les travaux de mise en clôture des berges, 21% du linéaire n'est pas connecté cet axe central et les deux grandes zones de boisement, situées chacune respectivement aux extrémités du bassin, ne sont pas mises en relation par un cordon de végétation boisée (figure 5).

Tableau 3: Évolution du pourcentage avant et après travaux de clôture de la longueur totale d'éléments linéaires des différentes catégories répertoriées.

	Lisière de forêt	Haie connectée	Haie déconnectée	Ripisylve
Avant travaux	26%	37%	21%	16%
Prévision après travaux	18%	40%	3%	39%



Suite aux travaux, en l'absence d'un entretien drastique qui empêcherait le développement d'une végétation spontanée et l'installation d'arbres et d'arbuste, il est légitime d'envisager la mise en place d'un « cordon » de végétation le long du court d'eau. A terme, seul 3% du linéaire (constitué d'une seule haie) serait isolé de l'axe central suite à la mise en place de ce type de végétation rivulaire, mettant alors en relation les deux parcelles couvertes de boisement.

Discussion

Des trois milieux échantillonnés, les berges sont les unités du paysage comportant la plus grande diversité spécifique devant celles des haies et des prairies. Les petits éléments du paysage (berges, fossés et ruisseaux) sont ainsi une source importante de biodiversité, particulièrement dans les paysages agricoles (Blomqvist *et al.*, 2002). Les résultats de la CCA mettent en évidence l'influence significative de certains facteurs environnementaux sur la composition de la strate herbacée des berges. Ces facteurs sont de natures diverses, certains liés au fonctionnement hydraulique, d'autres sont inhérents aux usages agricoles et/ou à la structure spatiale du bocage. Chacun agit sur la flore des berges et il en résulte ainsi une mosaïque d'assemblage d'espèces indiquant une grande diversité d'habitats riverains, même à l'échelle d'un si petit cours d'eau (2,5 km étudiés).

Effet des usages agricoles et des actions anthropiques :

L'importance des usages agricoles sur la composition spécifique de la strate herbacée des berges du ruisseau est mise en évidence par l'effet significatif d'une série de facteurs. Les actions humaines se situent à plusieurs niveaux : par les impacts du piétinement et de l'alimentation des animaux sur les berges et par l'aménagement de l'espace (occupation du sol, gestion des haies et des clôtures).

L'effet du piétinement et du pâturage des animaux :

La plupart des variables contribuant à expliquer les variations observées selon l'axe I sont liées l'action ou à l'absence d'action des animaux sur la berge. Les faibles intensités de pâturage (Pat0 et Pat1) s'opposent à l'augmentation de la présence de zones basses (indicatrice du piétinement). L'absence de pâturage semble favoriser l'installation d'espèces de lisère comme *Geranium robertsonianum* et *Primula grandiflora*. En générant des zones basse humides, le piétinement crée un habitat pour les espèces hygrophiles telles qu'*Alopecurus geniculatus* et *Mentha aquatica*, mais favorise également l'installation de rudérales (*Filaginella uliginosa*, *Polygonum persicaria*,...). La charge pastorale de la prairie adjacente à la berge serait le facteur qui explique le plus les différences observées entre les stations. La divagation du bétail dans le cours d'eau est une source de perturbation multiple pour la végétation rivulaire, pouvant conduire à sa disparition ou à son appauvrissement (Caudron *et al.*, xxxx).

Effet de l'occupation du sol

Les contraintes liées à l'exploitation agricole jouent un rôle prépondérant dans la structure de la végétation des berges. Les différentes sources possibles d'espèces (boisement, prairie, friche ou culture) sont des paramètres clefs de notre analyse, en fonction de la proximité de ces sources aux berges. De même les marges des bosquets ou des fragments de ripisylve ont une composition floristique originale, refuge de nombreuses espèces forestières (Baudry *et al.*, 2000). De plus, la proportion d'espèces forestières augmente avec la diminution de la distance d'une haie ou d'une ripisylve et l'augmentation de la présence de boisement à proximité. Les boisements et la ripisylve semblent donc être des zones sources d'espèces forestières privilégiées pour les berges d'autant plus qu'elles sont proches du site considéré.

La relation inverse entre la proportion de culture dans un rayon de 100m s'explique par le fait que les exploitations laitières utilisent généralement les parcelles les plus proches pour faire pâturer le bétail, évitant de long déplacement aux bovins. Le réseau de haie est généralement plus dense dans les milieux prairiaux que dans les cultures. Les zones de cultures ainsi que les friches sont aussi une source non négligeable d'espèces : la flore le long des champs avec principalement des cultures annuelles est principalement composée d'espèces annuelles : *Fumaria vulgaris*, *Senecio vulgaris* et *Lapsanna communis* (Baudry *et al.*, 2000). Ces espèces sont retrouvées sur les berges assez proches des cultures et des friches.

D'une manière générale, il est évident que la proximité et la connexion physique à une source de propagule facilite la dispersion (De Blois, 2002)

Il faut noter que certaines espèces de plantes (*Apium nodiflorum*, *Mentha aquatica* et *Potentilla erecta*) doivent leur présence sur les berges à la situation de celle-ci au sein de prairies permanentes (Baudry *et al.*, 2000), dont le mode d'usage est souvent lié à une connexion à l'eau.

Ainsi, les différentes unités végétales adjacentes aux berges (boisements, haies, prairies, cultures ou friches), contribuent au pool d'espèces pouvant coloniser les bords du cours d'eau. Les contraintes liées à l'exploitation du bassin jouent donc un rôle prépondérant dans la composition de cette végétation et contribue à la diversité floristique des berges évoquée dès le tableau 1.

Effet de l'entretien et des aménagements anthropiques :

Les aspects liés à l'entretien, que ce soit l'utilisation d'herbicide ou la gestion par la fauche ne ressortent pas ici, mais n'ont pas fait l'objet d'enquêtes approfondies comme dans d'autres études (Macary, Paulais, 2003), ni de renseignements sur le long terme. Toutefois, certaines études ont déjà montré que l'occupation du sol des unités adjacentes explique plus les variations de la végétation des marges que le type d'entretien spécifique qui y est appliqué (Le Cœur *et al.*, 1997).

De même, l'analyse n'a pas permis de mettre en évidence le rôle de la présence ou l'absence de clôture sur la berge. Cependant, nous avons pu démontrer que l'utilisation du cours d'eau pour délimiter des parcelles avait un impact sur la composition de la végétation herbacée des berges avec la présence d'espèces de talus et de lisière comme *Heracleum sphondinium* ou *Galium aparine*.

Rôle du réseau de haie et des arbres isolés :

Nous avons mis en évidence l'importance de la proximité des haies (D haie) ou de ripisylve (A2) par rapport à la composition de la végétation herbacée rivulaire. L'importance des espèces de lisière et forestières augmente sur ce type de berge soumise à un ombrage au moins partiel et pouvant plus facilement accueillir des propagules du fait de la proximité de la source d'espèce. Ces observations concordent avec le fait que les facteurs locaux de structuration, spécialement ceux concernant le taux d'arbres et d'arbustes, sont de première importance dans le déterminisme de l'assemblage végétal des marges herbacées des champs (Le Cœur *et al.*, 1997), marges que constitue fréquemment un cours d'eau. Généralement, l'importance des essences forestières décroît avec la diminution du couvert boisé et le fait que les haies soient plus isolées. Dans certains cas de réduction du maillage de haie lié à une intensification des cultures, le schéma de remplacement des espèces herbacées est en partie apparenté au déplacement des espèces pérennes demandeuses d'ombre, incluant les espèces herbacées forestières, vers des espèces à large niche écologique, incluant les espèces opportunistes annuelles (Burel *et al.*, 1998).

Influence des facteurs locaux liés au fonctionnement de l'hydrosystème :

Nous observons un effet de la distance du site à la confluence du Ruisseau avec l'Oir et de la pente du lit du cours d'eau. L'importance de ces paramètres est montrée pour des gradient plus long, des hydrosystèmes bien plus importants (Amoros, Petts, 1993). Ce point serait à approfondir avec d'autres ruisseaux offrant un tel dénivelé (plus de 100m), car il est étonnant de constater l'importance du gradient longitudinal sur une si courte distance : en terme de fonctionnement, les unités de la prairie A appartiennent à une vallée encaissée en V, tandis que en prairie D, on se trouve dans un fonctionnement de type plaine alluviale. Il est clair que ces conditions hydromorphologiques sont très contrastées et sans doute discriminantes pour ce qui concerne une sélection de propagules en berge. L'augmentation de la hauteur de la berge joue elle aussi un rôle important : les espèces hygrophile telles que *Ranunculus flammula* ou *Myosotis scorpioides* sont absentes des berges élevées.

Impact de l'aménagement sur la structure du bocage :

Par la mise en clôture des berges, le ruisseau va constituer une limite pérenne entre les parcelles sur l'ensemble de son linéaire. Un axe central de végétation va pouvoir se développer au sein du paysage bocager (figure 4). La modification de la structure bocagère qui va en résulter sera une augmentation des connexions entre les haies (de 21% de haies déconnectées, on passe à 3 %) et les deux zones boisées.

Or, dans le paysage de terres arables, on considère généralement que les limites pérennes de champs ont d'importantes fonctions écologiques: ce sont des habitats pour la vie sauvage des milieux cultivés, particulièrement pour les oiseaux, lieu de refuge pour l'hibernation des insectivores, tampons contre l'érosion et les inondations ou sites potentiels de dénitrification (Le Cœur *et al.*, 2002, Mashall, 2002). Seuls les éléments rivulaires interconnectés peuvent maintenir les fonctions au cours du temps, autant au niveau du site qu'à l'échelle du bassin versant (Décamps, 2001).

Perspectives

Nous avons montré qu'il est possible à partir d'un échantillonnage simple de présenter l'intensité des relations entre la végétation des berges et celle des autres unités adjacentes du paysage (haie, parcelles proches,...). Les berges étudiées soumises aux pressions actuelles du bétail présentent la diversité maximale du site, ceci en relation avec la perturbation et la proximité de source d'espèces d'origine diverses (lisière, bois, prairies, friche et milieux aquatiques) et une relativement forte connexion de ces sources avec les berges (figure 6). Cette connexion va être renforcée par les aménagements prévus.

Le maintien de la diversité ne peut être obtenu en dehors d'une certaine gestion. Il sera nécessaire d'envisager des interventions humaines pour permettre à certains types de milieu ou à certaines espèces de se maintenir. En effet, la mise en clôture des berges associée à un type d'entretien unique appliqué au linéaire du ruisseau pourrait conduire à une uniformisation des habitats et, à terme, à une diminution de la diversité avec d'autres conséquences négative possibles sur le ruisseau. Un plan de gestion est à prévoir pour le suivi et l'entretien de ces berges

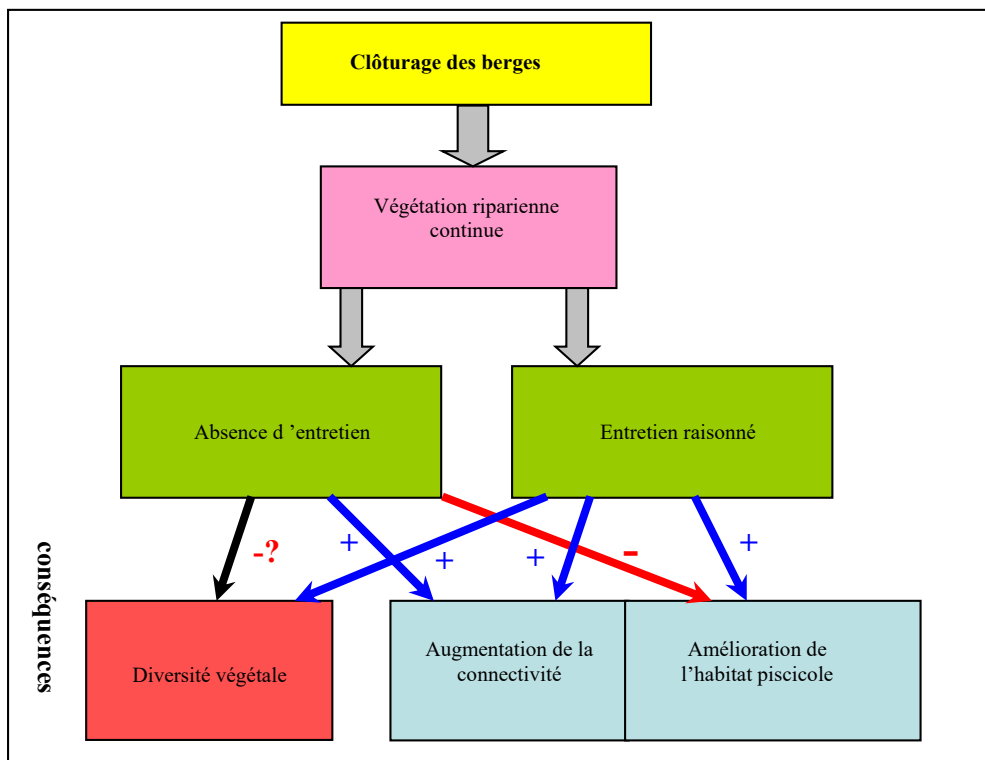


Figure 6 : Conséquences écologiques et perspectives d'entretien liés de l'aménagement des berges par la pose de clôtures

RESUME

Au sein d'un Observatoire de Recherche en Environnement sur le bassin versant de l'Oir, dans le bocage sud-Manche, un projet de recherche appliqué à l'entretien des cours d'eau à salmonidés en contexte agricole (mise en place de clôtures et d'abreuvoirs pour limiter l'accès du bétail au ruisseau) étudie l'importance des paramètres qui structurent la végétation riparienne. Un petit ruisseau de tête de bassin est utilisé en étude préliminaire. Après avoir traité les différentes informations issues du terrain et de la cartographie dans un SIG, nous avons utilisé une méthode d'analyse multivariée pour hiérarchiser les facteurs qui déterminent la composition de la végétation de berges. Les principaux facteurs qui différencient la végétation riparienne semblent être liés aux impacts anthropiques récents (pâturage, au piétinement des berges par les animaux) et anciens (proximité entre l'écosystème rivulaire et la structure bocagère, notamment les haies). Les facteurs secondaires sont liés à des aspects d'hydromorphologie et au gradient longitudinal, ce qui serait à confirmer pour d'autres ruisseaux de ce type, ainsi qu'à une proximité à des zones de boisement. Ces aménagements, à terme, vont contribuer fortement à créer sur le ruisseau de la Vallée aux Berges une connectivité du bocage qui n'existait pas (de 21% de haies déconnectées, on passe à 3 %), mais cela nécessitera un entretien régulier de la végétation des berges.

ABSTRACT

Within an Observatory of Research in Environment on the catchment area of the Oir river, in south-Manche, a research project applied to the maintenance of salmon's rivers in an agricultural context (installation of fences and feeding troughs to limit the access of the cattle to the brook), is studying the importance of parameters which structure the riparian vegetation. A small brook of watershed's head is used in preliminary study. After having processed the various information, we used a method of multivariate analysis to treat on a hierarchical basis the factors which determine the composition of the riparian vegetation. The principal factors which differentiate the riparian vegetation seem to be related to the recent anthropic impacts (pasture, with the trampling of banks by animals) and old ones (bocage structure: woodlands and hedges). The secondary factors are related to aspects of hydromorphology and the longitudinal gradient, which would be to confirm for other small brooks of this type. After a long time, these installations will strongly contribute to create a connectivity of the woody elements on the brook which did not exist (from 21% of disconnected hedges, one passes to 3 %), but that will require a regular maintenance of the riparian vegetation.

Bibliographie

- ALLION Y., OUVRAY S., 1998. *Gestion de la végétation des fond de vallée. Guide Méthodologique*. Agence de l'Eau Loire-Bretagne. 77 pages
- AMOROS C. ; PETTS G.E. , 1993, *Hydrosystèmes fluviaux, collection d'écologie 24*, Masson, Paris, 300 pages
- BAUDRY J. et al., 2000, A holistic landscape ecological study of the interactions between farming activities and ecological patterns in Brittany, France. *Landscape and Urban Planning*, n°50, p. 119-128
- BERNEZ et al., 2003, Combined effect of environmental factors and regulation on macrophyte vegetation along three rivers in western France. *River research an applications*, n°19, p. 1-17.
- BLOMQUIST M.M.; VOSA P.; KLINKHAMERB P.G.L.; TER KEURSA W.J.; 2002. Declining plant species richness of grassland ditch banks—a problem of colonisation or extinction? *Ecological Conservation*, n°129, p. 391-406
- BUREL F. et al., 1997, Comparative biodiversity along a gradient of agricultural landscapes, *Acta Oecologia*, n° 19, p. 47-60
- BOUTIN C. *et al.*, 2002. Importance of riparian habitats to flora conservation in farming landscapes of Southern Quebec, Canada. *Agriculture, ecosystems and Environment*, n°94, p. 73-87
- CAUDRON D., JOLIMAÎTRE J.F., WEIL S. , xxxx, *Gestion des cours d'eau de Basse Normandie*, CATER Basse Normandie, Ségrie Fontaine, 60 pages
- DE BLOIS S., DOMON G., BOUCHARD A., 2002, Landscape issues in plant ecology, *Ecographie*, n°25, p. 244-256
- DECAMPS H., 2001. How a riparian landscape finds form and comes alive. *Landscapes and urban Planning*, n°57, p. 169-175
- GRAIE (Groupe Recherche Rhone-Alpes sur les Infrastructures et l'Eau), 1991, *La gestion intégrée des rivières*, Agence de l'Eau, 293 pages
- LABRUNIE R., 2003. *La gestion de la ripisylve : un enjeu pour les compartiments biotiques et abiotiques*. Rapport bibliographique Diplôme d'Agronomie Approfondie Génie de l'Environnement, Option Préservation et Aménagement des milieux, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Rennes : 24 p
- LACHAT B., 1991, *Le Cours d'eau. Conservation, entretien et aménagement*. Comité directeur pour la protection et la gestion de l'environnement et du milieu naturel. Série aménagement et gestion n°2. Strasbourg, 84 pages
- LE CŒUR D., BAUDRY J., BUREL F., 1997, Field margin plant assemblages: variation partitioning between local and landscape factors, *Landscape and Urban Planning*, n° 37, p. 57-71
- LE CŒUR D., BAUDRY J., BUREL F., THENAIL C., 2002, Why and how we should study field boundary biodiversity in an agrarian landscape context, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, n°89, p 23-40
- MACARY F.; PAULAIS J., 2003, Méthode d'identification de zones prédisposées aux émissions et aux transferts particuliers, *Ingénierie*, n°26, p. 3-47
- MARSHALL E.J.P., 2002. Introducing field margin ecology in Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 89 p.1–4
- MENSING D. M. ; GALATOWITSCH S. M.; TESTER J. R. , 1998. Anthropogenic effects on the biodiversity of riparian wetlands of a northern temperate lands cape. *Journal of Environmental Management* (1998) 53, 349–377
- MILSOM et al., 2004, Dynamic and management of plant communities in ditch bordering arable fenland in eastern England, *Agriculture, Ecosystems and Environment*

ANNEXE

Acronymes des noms des végétaux utilisés pour la figure 4b

Ach mil	<i>Achillea millefolium</i>	Lych flos	<i>Lychnis flos-cuculi</i>
Aju rep	<i>Ajunga repens</i>	Lys nem	<i>Lysimachia nemorum</i>
Alo gen	<i>Alopecurus geniculatus</i>	Mat mat	<i>Matricaria matricarioides</i>
Ang sylv	<i>Angelica sylvestris</i>	Men aqu	<i>Mentha aquatica</i>
Asp adi	<i>Aspidium adiantum-nigrum</i>	Moe tri	<i>Moehringia trinervia</i>
Ath f-fem	<i>Athyrium filix-femina</i>	Myo sco	<i>Myosotis scorpioides</i>
Bel per	<i>Bellis perennis</i>	Nas off	<i>Nasturtium officinale</i>
Brom mol	<i>Bromus mollis</i>	Oen cro	<i>Oenanthe crocata</i>
Cap bur-pas	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Phal aru	<i>Phalaris arundinacea</i>
Card hir	<i>Cardamine hirsuta</i>	Plan maj	<i>Plantago major</i>
Car hir	<i>Carex hirta</i>	Pol pers	<i>Polygonum persicaria</i>
Cent nig	<i>Centaurea nigra</i>	Pol vulg	<i>Polygonum vulgare</i>
Che alb	<i>Chenopodium album</i>	Poly vulg	<i>Polypodium vulgare</i>
Chri opp	<i>Chrisospermium oppositiflorum</i>	Pot erect	<i>Potentilla erecta</i>
Cin cri	<i>Cinosorus cristatus</i>	Pot ster	<i>Potentilla sterilis</i>
Cirs vulg	<i>Cirsium vulgare</i>	Prim gran	<i>Primula grandiflora</i>
Conv arve	<i>Convolvulus arvensis</i>	Pter aqui	<i>Pteridium aquilinum</i>
Dact glo	<i>Dactylis glomerata</i>	Ran acr	<i>Ranunculus acris</i>
Dig pur	<i>Digitalis purpurea</i>	Rum aca	<i>Rumex acetosa</i>
Eup can	<i>Eupatorium cannabinum</i>	Sag pro	<i>Sagina procumbens</i>
Fil ulig	<i>Filaginella uliginosa</i>	Scro aur	<i>Scrofularia auriculata</i>
Fum mur	<i>Fumaria muralis</i>	Sen jacob	<i>Senecio jacobaea</i>
Gali apa	<i>Galium aparine</i>	Sola dulc	<i>Solanum dulcamara</i>
Ger rob	<i>Geranium robertianum</i>	Sola nigr	<i>Solanum nigrum</i>
Her sph	<i>Heracleum sphondinium</i>	Son asp	<i>Sonchus asper</i>
Hyp and	<i>Hypericum androsaemum</i>	Stel holo	<i>Stellaria holostea</i>
Hyp hirs	<i>Hypericum hirsutum</i>	Stel med	<i>Stellaria media</i>
Hypo rad	<i>Hypochoeris radicata</i>	Stel uli	<i>Stellaria uliginosa</i>
Iri pse	<i>Iris pseudacorus</i>	Tara off	<i>Taraxacum officinalis</i>
Jun art	<i>Juncus articulatus</i>	Teu scor	<i>Teucrium scorodonia</i>
Jun buf	<i>Juncus buffonius</i>	Trif pra	<i>Trifolium pratense</i>
Jun eff	<i>Juncus effusus</i>	Urt dio	<i>Urtica dioica</i>
Lam alb	<i>Lamium album</i>	Ver chae	<i>Veronica chaemadrys</i>
Lam pur	<i>Lamium purpureum</i>	Vic cra	<i>Vicia cracca</i>
Laps com	<i>Lapsana communis</i>	Vio arv	<i>Viola arvensis</i>
Leo tara	<i>Leontodon taraxacoides</i>	Vio reich	<i>Viola reichenbachiana</i>
Lot corn	<i>Lotus corniculatus</i>		