



## **ECOGERE-PAPIER**

**PROCESSUS ECOLOGIQUES GOUVERNANT LA  
BIODIVERSITE VEGETALE RIPARIENNE DE  
RUISSEAUX DE TETE DE BASSIN DANS LE  
BOCAGE AGRICOLE DE BASSE-NORMANDIE.  
Diagnostic initial "les Violettes"**



Rapport pour l'obtention de la licence  
Ingénierie des Milieux Aquatiques et des Corridors Fluviaux.

Réalisé par Lisa MUCHEMBLED  
Maître de stage : Ivan BERNEZ  
Structure d'accueil : UMR INRA  
Agrocampus Ecobiologie et Qualité des  
Hydrosystèmes Continentaux.  
Août 2006



## REMERCIEMENTS

A l'issue de ce rapport, je tiens à remercier tout particulièrement Ivan BERNEZ pour m'avoir permis de réaliser ce stage et de découvrir ainsi cette passionnante discipline qu'est la botanique ; pour son encadrement, sa disponibilité, ses précieux conseils et son humour.

Je remercie également toute l'équipe de l'Unité Mixte de Recherche Ecobiologie et Qualité des Hydrosystèmes Continentaux pour son accueil et sa bonne ambiance :

- Didier LECOEUR pour sa disponibilité et ses conseils en statistique et en détermination,
- Jacques HAURY pour son attention et son extrême amabilité
- l'ensemble des stagiaires du laboratoire, pour leur sympathie.

Un grand merci à Caroline ROUGER, également stagiaire sous la tutelle de Ivan BERNEZ, pour les moments agréables passés en sa compagnie, son écoute, son aide durant ces trois mois de stage, notamment lors de la phase de terrain.

Merci à Aurélie JOUE pour la collaboration entre l'association BS2A et l'INRA.

Merci également à Daniel UNY et Marion CATTANEO du Cémagref de Bordeaux pour la communication des informations SIG ; à Amandine MERLIN pour sa gentillesse et l'échange réalisé par son étude des papillons ; et Julien TREMBLAY (technicien de l'Unité Expérimentale d'Ecologie et d'Ecotoxicologie Aquatique) pour sa sympathie et la communication d'informations sur les Violettes.

J'ai également apprécié l'accueil de l'équipe du CSP Basse-Normandie sur le lieu de terrain, et je remercie notamment Richard DELANOË pour ses multiples aides.

Enfin, je tiens à remercier les membres du jury pour leur lecture attentive de cet ouvrage.

---

## **PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL**

---

J'ai effectué mon stage au sein de l'Unité Mixte de Recherche Ecobiologie et Qualité des Hydrosystèmes Continentaux (UMR EQHC), à l'Institut national de la recherche agronomique (INRA). Fondé en 1946, l'INRA est un organisme de recherche scientifique publique finalisée, placé sous la double tutelle du ministère délégué à l'Enseignement supérieur et à la Recherche et du ministère de l'Agriculture et de la Pêche. Ses recherches concernent les questions liées à l'agriculture, à l'alimentation et à la sécurité des aliments, à l'environnement et à la gestion des territoires.

L'UMR EQHC comprend 20 personnes dont 60% de chercheurs INRA et enseignants chercheurs (Agrocampus). Elle s'organise en deux équipes s'intéressant à l'écologie et à l'écotoxicologie aquatique. La composition et la structure des communautés de plantes aquatiques et riparienne est étudiée par l'équipe Écologie et gestion des habitats aquatiques au sein de laquelle j'ai effectué ce stage.

---

## SOMMAIRE

---

<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>1</b>
<b>RESUME .....</b>	<b>3</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>3</b>
<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>4</b>
<b>L'ENTRETIEN DES COURS D'EAU .....</b>	<b>6</b>
<b>I. Evolution de la gestion de la végétation du bord des cours d'eau .....</b>	<b>6</b>
<b>II. Législation concernant l'entretien des ruisseaux .....</b>	<b>6</b>
<b>III. Problématiques liées à l'aménagement d'abreuvoirs et de clôtures .....</b>	<b>6</b>
<b>IV. Problématiques liées à la végétation rivulaire .....</b>	<b>7</b>
<b>MATERIEL ET METHODE .....</b>	<b>9</b>
<b>I. Présentation du site d'étude .....</b>	<b>9</b>
A. Présentation du bassin versant des Violettes .....	9
1. Généralités .....	9
2. L'occupation du sol .....	10
3. L'altération des berges sur le site d'étude .....	11
<b>II. Méthode d'identification des paramètres structurant la végétation rivulaire herbacée à l'échelle des petits bassins versants. ....</b>	<b>13</b>
A. Description des stations .....	13
B. Méthode d'échantillonnage de la végétation .....	15
C. La mesure des paramètres environnementaux .....	15
1. Les variables liées au fonctionnement du cours d'eau .....	17
2. Les variables liées à la structure du bocage .....	17
3. Les variables liées aux usages agricoles .....	17
a) L'action des animaux .....	17
b) L'occupation du sol .....	18

c) le mode de gestion des berges.....	18
D. Analyse des données .....	19
1. Les indices de peuplement.....	19
2. Les analyses statistiques multivariées.....	19
3. La méthode des indicateurs d'Ellenberg.....	20
<b>RESULTATS .....</b>	<b>21</b>
I. L'étude de la biodiversité .....	21
II. Etude floristique des berges et écologie.....	22
A. Corrélations spatiales de la composition floristique des berges .....	22
B. Facteurs écologiques influençant la composition floristique des berges.....	23
III. Analyse des facteurs environnementaux influençant la composition floristique des berges .....	26
<b>DISCUSSION .....</b>	<b>30</b>
I. La richesse de la végétation rivulaire .....	30
II. Facteurs écologiques et environnementaux influençant la composition floristique des berges.....	31
III. Effet du mode de gestion des berges sur la composition floristique .....	32
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>33</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>34</b>
<b>OUVRAGES DE DETERMINATIONS .....</b>	<b>37</b>
<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>38</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>39</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>39</b>

---

## RESUME

---

Le programme de recherche appliquée ECOGER-PAPIER s'appuie, entre autres, sur un contexte de gestion, mis en place par le SAGE Sélune sur le bassin versant de l'Oir (bocage sud-Manche). Nous avons étudié l'importance des paramètres qui structurent la végétation riparienne avant la mise en place de clôtures et d'abreuvoirs (limiter l'accès du bétail au ruisseau) sur le ruisseau des Violettes; nous nous sommes appuyés sur des résultats obtenus pour un ruisseau du même bassin versant, aménagé en 2004.

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 (indices d'Ellenberg) pour effectuer un diagnostic écologique. Les principaux facteurs qui différencient la végétation riparienne semblent être liés à l'humidité des parcelles adjacentes, aux impacts anthropiques récents (pâturage, au piétinement des berges par les animaux). Ces aménagements, à terme, vont contribuer à créer de nouveaux habitats et provoquer l'évolution des modes de gestion des berges.

Mots clés : végétation, berge, écologie, diversité, entretien, pâturage, clôtures

---

## ABSTRACT

---

The applied research program ECOGER-PAPIER, for one, lean on a management context, put in by the SAGE Sélune on the Oir catchment (grove in south-Manche). We have study the importance of parameters which structure the riparian vegetation before installation of fences and feeding troughs (to limit the access of the cattle to the brook), on the Violettes river; we have use results of a same catchment river, laid out in 2004.

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 (Ellenberg's index) based on indicator species to make an ecological diagnostic. The principal factors which differentiate the riparian vegetation seem to be related to the adjacent plot humidity, recent anthropic impacts (pasture, with the trampling of banks by animals). After a long time, these installations will contribute to create new habitats and bank management changes.

Key words : vegetation, bank, ecology, diversity, management, pasture, fences

---

## INTRODUCTION

---

Dans le bocage bas normand, région d'élevage bovin, un des facteurs responsables de l'augmentation des flux de matière en suspension (MES) est la pression du bétail dans des prairies de fortes pentes situées à proximité de cours d'eau, par le piétinement du lit mineur et des 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. Plusieurs projets ont vu le jour grâce à l'ORE 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 premier projet, initié en 2001, 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. On y étudie, entre autres, 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 (BERNEZ et al., 2005). Un des effets prévisible 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 et à d'autres ruisseaux du bassin de la Sélune. Des travaux équivalents sont réalisés cette année pour le ruisseau des Violettes, l'objet de ce rapport, dans le cadre du programme ECOGER-PAPIER (Écologie pour la Gestion des Ecosystèmes et de leurs ressources- Paysages Agricoles, flux de Polluants, Impact Ecologique en Rivière)

- Ce programme ECOGER-PAPIER fait suite au programme AQUAE (CEMAGREF, INRA et ENSAR, 2002-2004), réalisé sur deux affluents de l'Oir (le Moulinet et les Violettes), il s'agissait de mettre en relation la dégradation observée de la qualité piscicole (BAGLINIERE, 2002) des cours d'eau traditionnellement réputés pour leur richesse en salmonidés avec la gestion de l'espace agricole et ses mutations récentes. Ce programme a mis en évidence la déstructuration du corridor riparien des Violettes (par une description qualitative des berges, DORIOZ, 2004) et le colmatage important de son lit conduisant à l'absence de frayères. A l'initiative du SAGE Sélune, un aménagement par la CATER

est prévue pour 2006: mise en place de clôture interdisant l'accès du chenal au bétail et aménagement des abreuvoirs.

- Dans le cadre d'ECOGER-PAPIER, le suivi du flux de MES à l'exutoire, consécutif à cette opération, sera étudié, ainsi que l'évolution du colmatage des sédiments pendant trois années et ses conséquences. Parallèlement, la modification de la végétation rivulaire due à la mise en exclos sera suivie afin d'améliorer l'entretien du cours d'eau et de ses berges. Ce programme s'appuie sur le contexte de gestion déjà mis en place par le SAGE Sélune sur le ruisseau de Vallée-aux-Berges.

Ce stage d'une durée de 3 mois s'est divisé en un travail de terrain de deux mois comprenant la réalisation des inventaires, en binôme avec une étudiante de Master 2 Pro (78 stations sur le ruisseau de Vallée-aux-Berges et 36 sur le ruisseau des Violettes) suivi de l'écriture du rapport. Celui-ci va permettre :

- d'établir l'état initial de la végétation riparienne avant la pose des clôtures
- de définir les processus écologiques gouvernant la biodiversité végétale riparienne
- à partir de ces premiers résultats, poser les bases pour envisager les orientations de gestion de ce ruisseau
- de comparer les résultats entre les ruisseaux de la Vallée-aux-Berges (état initial de 2004) et les Violettes

Après avoir détaillé 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. Suite à cette analyse, nous fournirons les bases en vue d'un diagnostic 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.



---

## L'ENTRETIEN DES COURS D'EAU

---

### **I. Evolution de la gestion de la végétation du bord des cours d'eau**

Jusqu'aux 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 : bois de chauffage, piquets de clôture, l'énergie hydraulique (ALLION *et al.*, 1998, LACHAT, 1991). Les premiers travaux ont été initiés par des associations de pêcheurs.

Les changements actuels de l'activité agricole entraînent un abandon des fonds de vallées (ALLION *et al.*, 1998). Dans les années 1970, la fonctionnalité majeure d'une rivière recherchée était l'évacuation des eaux, conduisant à de lourdes opérations de curage-recalibrage, d'enrochement, de rectification des tracés, accompagnées le plus souvent de l'abattage des strates arborées. Dans le cas de l'absence d'entretien ou de travaux excessifs, la rivière n'assure plus ses fonctions essentielles (ROMANEIX, 1990).

Depuis peu, des techniques de nettoyage « douces » (bonne gestion de la ripisylve, remplacement des enrochements par des techniques de génie végétal) et des travaux de restauration raisonnée suivis d'un entretien régulier ont émergés (LEDARD *et al.*, 2001)

### **II. Législation concernant l'entretien des ruisseaux**

Le cadre législatif et juridique actuel appliqué aux cours d'eau non domaniaux indique l'obligation, pour les propriétaires riverains, d'entretenir leur ruisseau et ses abords. Les textes de lois concernant l'entretien des cours d'eau sont présentés en annexe 1.

Notons que le bassin des Violettes est concerné par un arrêté préfectoral de curage triennal.

### **III. Problématiques liées à l'aménagement d'abreuvoirs et de clôtures**

La divagation du bétail (**figure 1**) 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 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 du matériau des berges, perturbant la reproduction des salmonidés et leur développement,
- dégradation de l'habitat pour les animaux inféodés aux milieux aquatiques,
- dégradation de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau par les déjections du bétail avec un risque de pathologie pour le bétail dû à la consommation d'une eau contaminée et risque de chute pour les animaux.



Figure 1 : divagation du bétail dans le cours d'eau (photo Muchembled, 2006)

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). La fauche est un mode de gestion employé au niveau des berges clôturées en amont des Violettes. Cependant, l'économie sur le temps de travail d'entretien du territoire d'exploitation conduit souvent à l'utilisation d'herbicides.

#### **IV. Problématiques liées à la végétation rivulaire**

La spécificité de ces petits ruisseaux est leur fragilité : leur sensibilité à l'aménagement, notamment au recalibrage, leur contact direct avec les sources de pollution (faible largeur des zones tampons que sont les zones humides associées), leur entretien restreint ou alors drastique lors de certaines opérations de nettoyage (HAURY & al., 1999).

Le maintien de la végétation rivulaire présente de nombreux intérêts vis-à-vis de l'écosystème du cours d'eau et du bassin versant.

En tant qu'interface entre la terre et l'eau, la berge représente un écotone dont la communauté contient des organismes des deux communautés adjacentes ainsi que des organismes caractéristiques (voir même exclusif) de l'écotone (ODUM, 1971). Cet *effet lisière* (LEOPOLD, 1933) correspond à une biodiversité maximale (AMOROS *et al.*, 1993). La végétation rivulaire constitue donc un habitat particulièrement biogène pour une faune tant aquatique que terrestre. Notamment, les invertébrés (insectes, crustacés, arachnides, vers) comptent le plus grand nombre de représentants et occupent un maillon important dans la chaîne alimentaire. En terme de biodiversité, les zones de forte richesse spécifique favoriseraient certains processus biologiques comme le rôle dans la production primaire et les transferts d'énergie (WHITTAKER *et al.* 2001).

L'ombrage crée par la végétation limite le réchauffement de l'eau et le développement excessif des végétaux aquatiques (CAUDRON, 2003) pouvant favoriser les dépôts de MES (ROMANEIX, 1990). La strate arborée, lorsqu'elle est présente, permet en plus de réguler naturellement l'accroissement excessif des broussailles. Cette régulation a l'avantage de demander moins d'entretien de la végétation herbacée et d'éviter l'étouffement du milieu CAUDRON, 2003).

Ensuite, la végétation rivulaire, comme celle des haies, permet la filtration des apports de polluants. Elle est d'autant plus importante qu'il s'agit de la dernière « barrière » avant leur transit dans le cours d'eau. L'épuration naturelle ou autoépuration par la végétation riparienne s'opère de deux façons (ALLION, OUVRAY, 1998) : l'épuration physique (sédimentation et décantation) par ralentissement des eaux de ruissellement provenant du lit majeur ; et l'épuration biologique effectuée par assimilation d'éléments nutritifs (nitrates, phosphates, etc.) en solution dans l'eau.

En ce qui concerne l'aspect mécanique, la végétation rivulaire permet la stabilisation des berges et une protection efficace contre l'érosion par l'enchevêtrement dense des réseaux racinaires (JUND, 2000).

---

## MATERIEL ET METHODE

---

### **I. Présentation du site d'étude**

Les données présentées par la suite ont été recueillies à partir d'observations de terrain et d'analyses cartographiques, en collaboration avec l'unité de recherche «Agriculture et Dynamique de l'Espace Rural» du CEMAGREF Bordeaux.

#### **A. Présentation du bassin versant des Violettes**

Dans le département de la Manche (50), le ruisseau des Violettes est le premier affluent en rive gauche de l'Oir (figure 2). Ce dernier, de première catégorie piscicole, reçoit 11 affluents : 5 en rive gauche à dominante schisto-gréseuse et 6 en rive droite à dominante granitiques. Il prend sa source à 225 m d'altitude et conflue en rive droite de la Sélune. Le bassin versant est influencé par un climat de type pluvio-océanique.

##### **1. Généralités**

Le ruisseau des Violettes est un petit cours d'eau de tête de bassin d'ordre 1 (selon la classification de STRAHLER) et dont le lit dépasse rarement un mètre de large, parcourt 2,7 km de prairies essentiellement permanentes dans la commune d'Isigny-le-Buat. Sa source est une petite marre à environ 108 m d'altitude près du hameau « la Marche ». Il se jette dans l'Oir à 70 m d'altitude après avoir longé une plantation de résineux et un étang avec déversoir. La pente moyenne du lit (1,4 %) est supérieure à celle de son bassin versant (1 %).

Le bassin versant s'étend sur 2,31 km<sup>2</sup>, est fortement drainé par les Violettes (densité de drainage 1,5 km/km<sup>2</sup>) qui possède quatre affluents, dont trois collecteurs et un affluent principal de 475 m. La totalité du bassin se situe sur un massif du Précambrien à dominante schisto-gréseuse (Briovériens) compacte et peu perméable, qui ralentit les mouvements de nappe et limite la percolation des nappes superficielles libres. Ces matériaux géologiques étant peu profonds, l'eau en subsurface alimente alors facilement le cours d'eau, ce qui pourrait expliquer la densité de drainage importante.

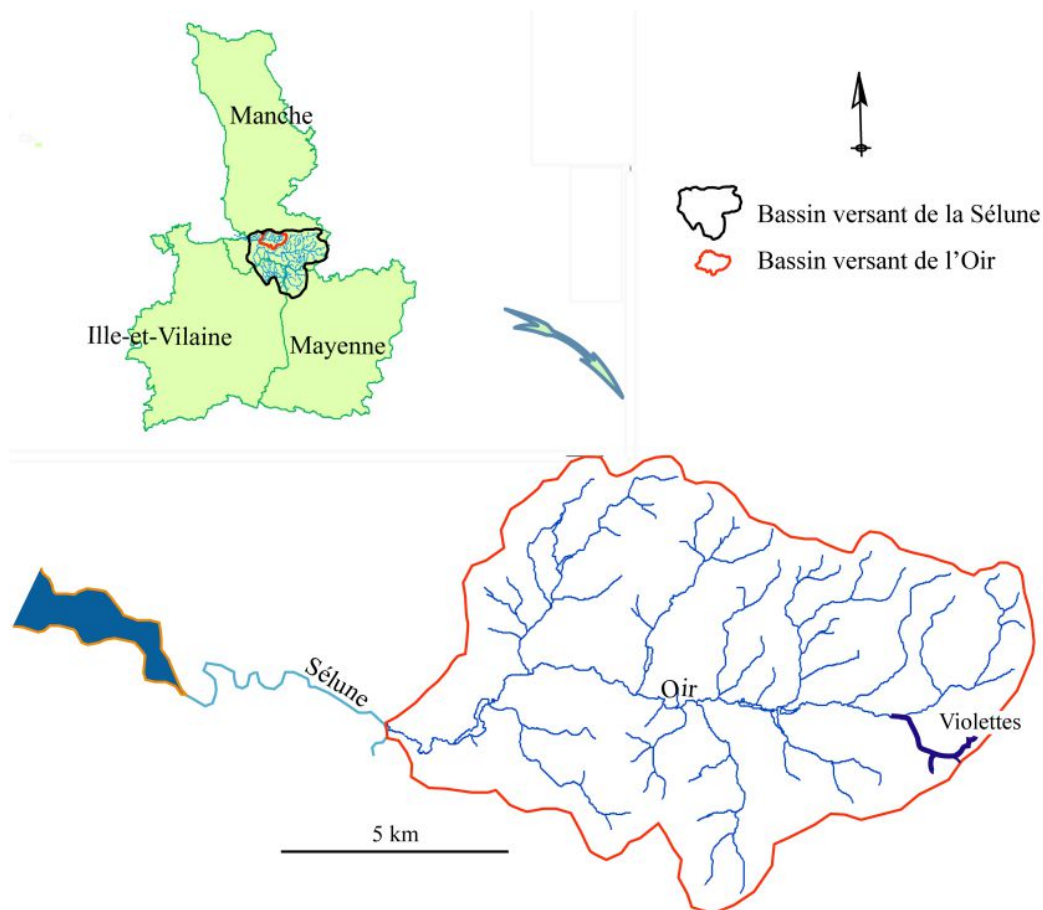


Figure 2 : Situation géographique du ruisseau des Violettes dans le bassin versant de l'Oir

## 2. L'occupation du sol

Cette région bocagère normande est une zone d'élevage bovin laitier intensif (PAULAIS, 2003). Dans le bassin versant, la gamme de cultures est peu étendue (figure 3) dominée par les prairies et le maïs (essentiellement fourrager) et récemment le blé tendre. Le pourcentage de prairies permanentes est stable depuis 2001 (29 % à 25 %), quand aux prairies temporaires, elles ont augmenté de 11 %. La culture du maïs fourrage a fortement diminuée (moins 19 % entre 2001 et 2006) au profit du blé tendre (plus 15 % entre 2001 et 2006).

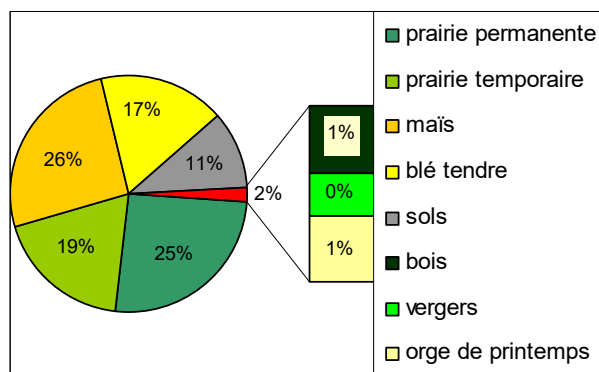


Figure 3 : Occupation du sol en % du bassin versant des Violettes (Cemagref, UR ADER BX, Cattaneo M., 2006)



La surface du bassin des Violettes est dominée par des prairies permanentes (25 %), essentiellement située en fond de vallée (**figure 4**). Le ruisseau ne traverse ou ne côtoie jamais une parcelle cultivée : au minimum, une bande d'herbe d'une vingtaine de mètres sépare le ruisseau d'une parcelle de maïs. Leur rôle protecteur est évident, cependant, elles ne sont pas des protections systématiques. Le ruisseau est directement menacé par le piétinement des animaux.

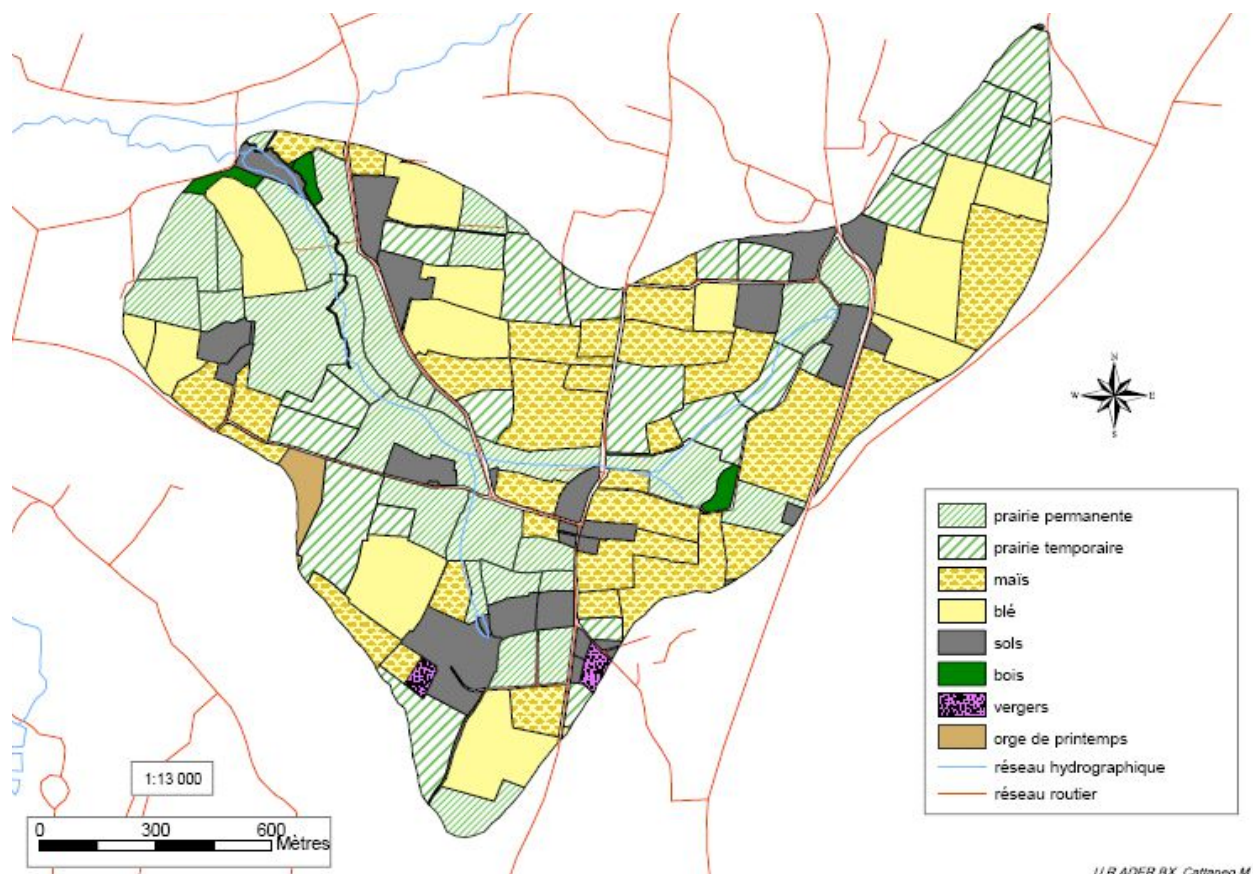


Figure 4 : Occupation du sol du bassin versant des Violettes (Cemagref, UR ADER BX, Cattaneo M., 2006)

### 3. L'altération des berges sur le site d'étude

Le cours du ruisseau a été modifié par des aménagements et largement altéré par le piétinement du bétail. Dans notre zone d'étude (**figure 5**), on notera la présence de :

- deux passages de route busés en aval et en amont de la prairie 1
- deux passages busés en prairie 2 et 3.
- huit zones d'altérations ponctuelles dues à la présence d'abreuvoirs dont un mal aménagés (**figure 6**) ou du piétinement dans les prairies 1, 3 et 4
- deux zones d'altération linéaire en prairie 1 et 4
- deux zones de passage en prairie 1 et 4 également

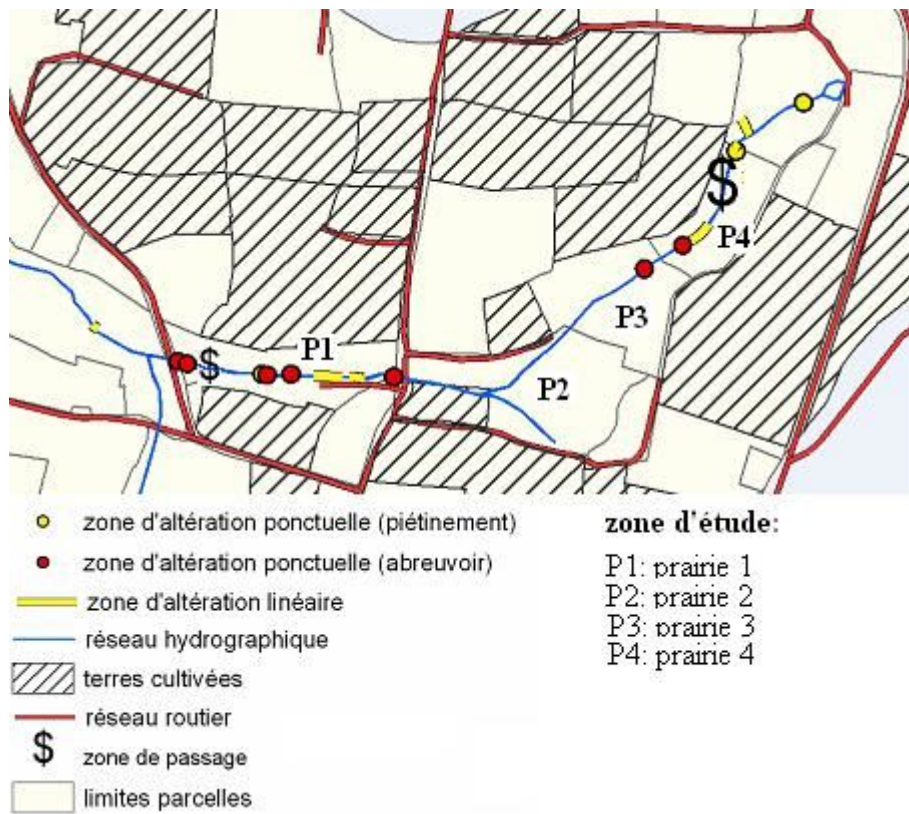


Figure 5 : Altération des berges dans la zone d'étude en 2006 (d'après UR ADBX - Cemagref, modifié par Muchembled)



Figure 6 : abreuvoir non aménagé en prairie 3 (photo Muchembled, 2006)

## **II. Méthode d'identification des paramètres structurant la végétation rivulaire herbacée à l'échelle des petits bassins versants.**

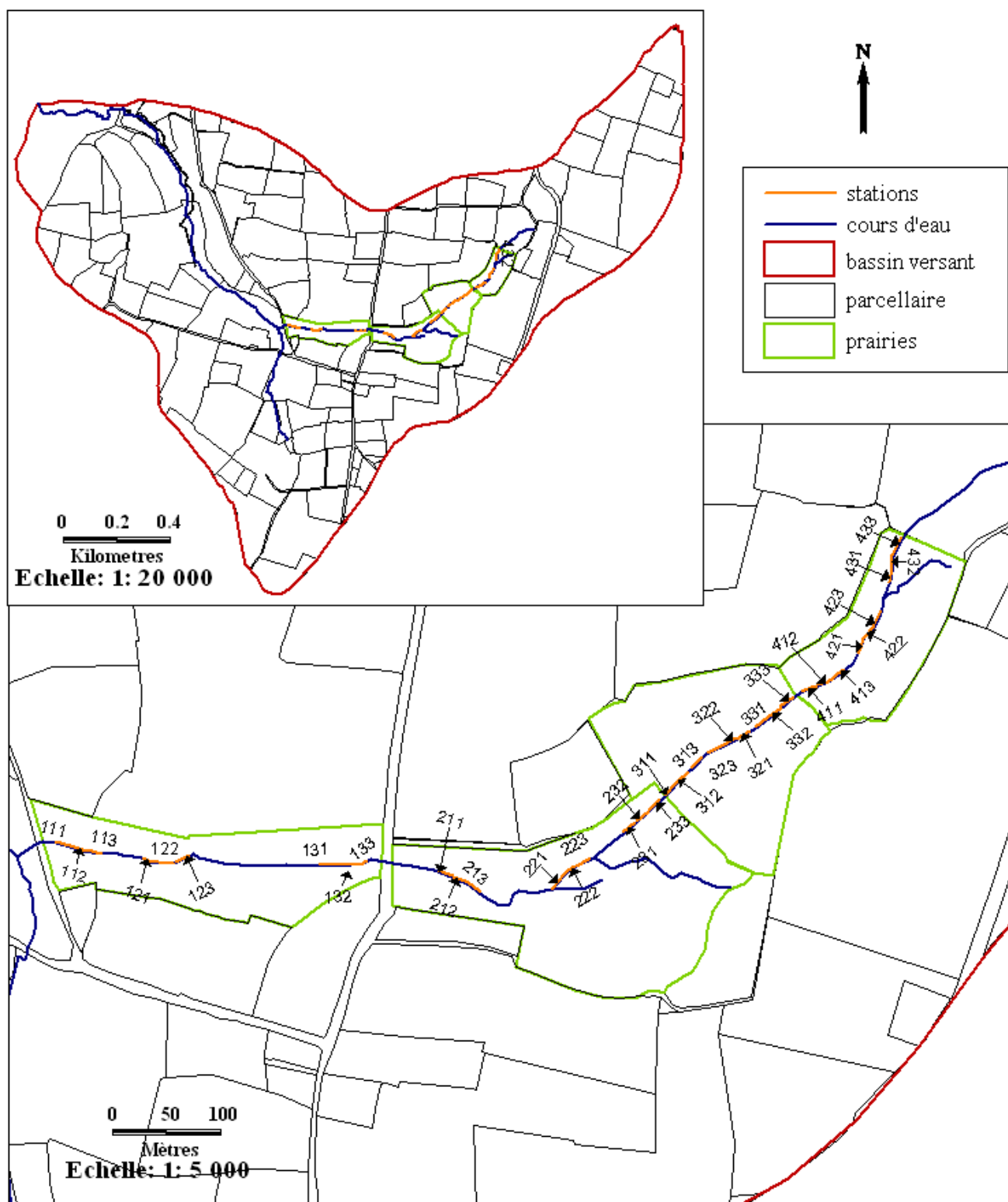
### **A. Description des stations**

La mise en place des stations d'échantillonnage a été réalisée selon le protocole de Vallée aux Berges (PINGRAY, 2004, BERNEZ et al. 2005), sur la base des sites utilisés pour une étude du programme ECOGER-PAPIER, en concertation avec le CAREN (Centre Armoricaïn de Recherche en Environnement, Univ. rennes I) qui y étudient la recolonisation des habitats par les papillons (MERLIN, 2006). Ceci permettra de faire le parallèle entre les inventaires floristiques et les échantillonnages des papillons rhopalocères.

L'étude concerne uniquement la partie amont de l'affluent principal des Violettes, soit 1,1 km du cours d'eau. La zone d'étude a été découpée en quatre secteurs correspondants à quatre prairies adjacentes, respectivement d'amont en aval, 4, 3, 2, 1. Ces secteurs sont de longueurs comparables, seule la prairie 1 est un peu plus allongée. Les stations sont situées sur trois transects de 45 m par prairie. Ceux-ci correspondent aux transects de relevés pour l'étude des papillons : le premier en aval, le deuxième au milieu et le troisième en amont de chaque prairie. Enfin, chaque transect a été divisé en trois stations de 15 m sur lesquelles sont réalisés les inventaires floristiques. Ce découpage a servi à la nomenclature des stations, en trois chiffres : le premier correspondant à la prairie, le deuxième au transect, et le troisième à la station (figure 7).

Chaque station étant située sur la base des transects préalablement définis pour l'inventaire des papillons, certains paramètres ne sont pas toujours homogènes sur les 15 m : hauteur de la berge, pente (inférieure ou supérieure à 45°), homogénéité de la berge lui faisant face (annexe 5). Néanmoins, les critères concernant la morphologie du cours d'eau (rectiligne ou en méandre), la position par rapport aux autres unités végétales (haies, ripisylve et prairie), ou encore le type de gestion et d'entretien de la berge sont toujours homogènes.





Août 2006

Figure 7 : Situation des stations

## B. Méthode d'échantillonnage de la végétation

La strate herbacée (dont les espèces ligneuses de cette strate) a été choisie pour refléter les changements environnementaux car elle se régénère naturellement, et sa diversité est plus grande (LE CŒUR et al., 2002).

Chaque station d'échantillonnage est constituée d'une bande de berge de 1 m sur 15 m parallèle au ruisseau. Si le ruisseau n'est pas clôturé, l'échantillonnage s'effectue sur 1 m à partir du niveau de l'eau. Si le ruisseau est déjà clôturé, l'échantillonnage s'effectue jusqu'à la clôture (figure 8). Sur l'unique partie de ruisseau clôturé (prairie 3), le haut de berge était fauché. Étant donné que la berge clôturée faisait plus d'1 m de large, le relevé n'a pas tenu compte de la partie fauchée.

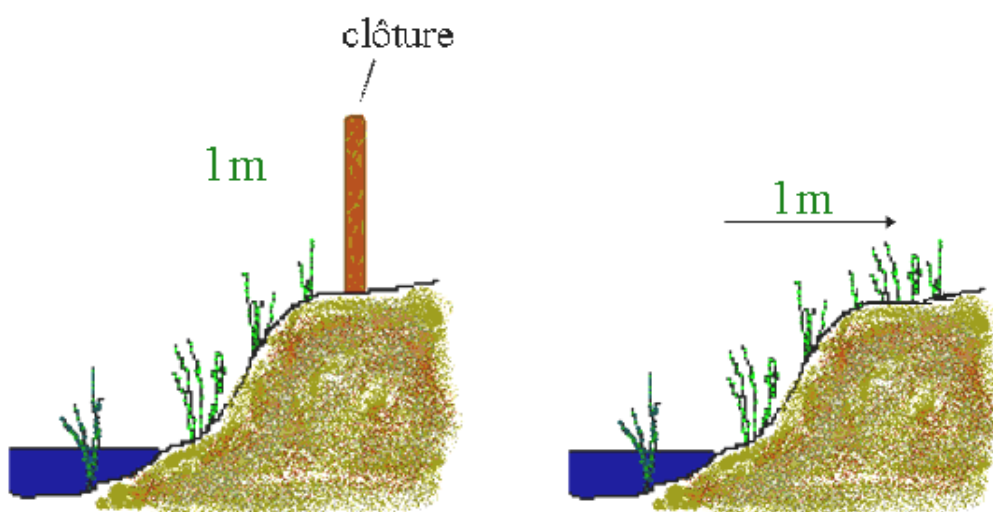


Figure 8 : schéma de la surface échantillonnée dans le cas d'une berge clôturée ou non

Le relevé floristique effectué pour chacune 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). Les problèmes d'échantillonnage engendrés par les difficultés de détermination sont présentés en annexe 5.

## C. La mesure des paramètres environnementaux

Une analyse des caractéristiques environnementales de chaque station, de l'occupation du sol, et des usages agricoles a été réalisée à partir d'observations *in situ*. Cette étape a permis de traiter spatialement les informations concernant 31 critères exprimant des contraintes physiques ou anthropiques qui peuvent entrer dans le processus de répartition spatiale de la végétation rivulaire (tableau 1)

**Tableau 1: variables environnementales et leur signification**

CATEGORIE		NOM	DEFINITION
VARIABLES LIEES AUX FONCTIONNEMENT DU COURS D'EAU	Position géographique	d	distance de l'échantillon à la confluence du Ruisseau de la Vallée aux Berges avec l'Oir (en mètre)
	Topographie	p	pente moyenne du lit du cours d'eau dans la prairie
		h	Hauteur moyenne de la berge (en mètre)
		pfaible	pente moyenne de la berge faible (inférieure à 45°)
		pforte	pente moyenne de la berge forte (supérieure à 45°)
VARIABLES LIEES A LA STRUCTURE DU BOCAGE	Rôle potentiel des haies et de la ripisylve	Haie50	linéaire de haie et de ripisylve dans un rayon de 50m autour de l'unité de berge
		Haie100	linéaire de haie et de ripisylve dans un rayon de 100m.
		D HAIE	distance minimale (en mètre) entre l'unité d'échantillonnage et la première haie (haie d'arbustes ou une haie avec des arbres matures).
	Ombrage	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%).
	Présence de ligneux dans la proximité directe de l'échantillon	A0	absence d'arbre ou d'arbuste dans un rayon de 15 m
		A1	présence d'un à six 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
VARIABLES RELATIVES AUX USAGES AGRICOLES	Impact des animaux par l'intensité du pâturage	Pat0	absence de pâturage
		Pat1	intensité de pâturage moyenne (de 1 à 50% de la surface)
		Pat2	pâturage fort (>50% de la surface)
	Impact des animaux par l'action du piétinement	sol nu	pourcentage de la surface en sol nu
		ZB	pourcentage de la surface en zone basse
	Occupation du sol	S50 et S100	sols :chemins et bâtiments agricoles dans un rayon de 50 m et 100m
		PT50 et PT 100	les prairies temporaires dans un rayon de 50 m et 100m
		PP50 et PP100	les prairies permanentes dans un rayon de 50 m et 100m
		M50 et M100	les cultures de maïs dans un rayon de 50 m et 100m
		Bdr100 et Bdr50	linéaire de bordure de route dans un rayon de 50m et 100 m
		mode de gestion	cl-fau
			le recours à la fauche

### **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 (d) et de la topographie locale de la vallée (p) (concept du continuum fluvial, VANNOTE *et al.* in AMOROS, PETTS, 1993).

La teneur en eau du sol est un facteur important en relation avec la hauteur de la berge (h). Les espèces sensibles, ou hygrophiles, répondent à une micro topographie de la berge (pfaible et pforte).

### **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 (D HAIE). 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 (Haie50 et Haie100).

La quantité de lumière disponible dans le milieu (omb0, omb1, omb2, omb3) 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 et susceptible d'y produire de l'ombrage.

La présence d'un ligneux à proximité directe de la berge (A0, A1, A2) 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.

### **3. Les variables liées aux usages agricoles**

#### **a) 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 (Pat0, Pat1, Pat2) 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 (ZB) qu'elle génère (figure 9).



**Figure 9 : pâturage, sols nus et zones basses (pointés en rouge) sur les berges générés par le piétinement du bétail (photo, Muchembled, 2006)**

#### ***b) L'occupation du sol***

La cartographie de l'occupation du sol du bassin versant des violettes a été réalisée par le bureau du Cemagref de Bordeaux (UR ADER BX) qui participe également au programme ECOGER. 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. Quatre grands types d'occupation ont été relevés pour l'année 2006: les sols (bâtiments agricoles et chemins), les prairies (permanentes ou temporaires), les cultures (blé, maïs), les boisements ou vergers. Dans le but d'une analyse à petite échelle, l'occupation du sol est analysée dans des rayons de 50 m et 100 m autour de chaque unité d'échantillonnage.

Le linéaire de bordure de route est source d'espèces herbacées d'un autre type (Bdr50 et Bdr100).

#### ***c) le mode de gestion des berges***

Le mode gestion de la berge par l'exploitant de la prairie a une influence directe sur le type de végétation se développant sur la berge (cl-fau : berges clôturées et fauchées)

## **D. Analyse des données**

### **1. Les indices de peuplement**

La caractérisation de la valeur d'un écosystème et de ses indicateurs dépend non seulement de la qualité des échantillonnages mais surtout des échelles spatiales (FINDLAY *et al.*, 1997). L'échelle à laquelle nous travaillons correspond à la plus petite échelle :  $\alpha$  (CODY, 1975). Classiquement, richesse spécifique et diversité spécifique sont considérées comme des indices de diversité de type  $\alpha$  qui évaluent la diversité inhérente à un site ou un milieu (VANPEENE-BRUHIER, 1998).

L'indice de diversité utilisé est celui de Simpson (PIELOU, 1969), il correspond à la probabilité que deux individus tirés au hasard appartiennent à la même catégorie (espèce). Il peut être appliqué à des mesures de biomasses ou de recouvrements, aussi bien qu'à des comptages d'individus (MVSP, version 3.131). Il varie entre 0 (diversité est minimale) et 1 (diversité maximale) lorsque qu'il est défini de la manière suivante :

$$D = 1 - \sum_{i=1}^s p_i^2$$

Avec  $p_i$  = Proportion de l'espèce  $i$  de l'échantillon

$s$  = Nombre d'espèces de l'échantillon

La comparaison de la richesse spécifique des populations par prairies, par transects, et par stations sera étudiée grâce au test de Friedman: analyse de variance sur les rangs de  $K$  échantillons appariés.

### **2. Les analyses statistiques multivariées**

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). Une Analyse en Composantes Principales (ACP) est alors effectuée 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 site ou espèce, représenté par des points en respectant leur contribution à l'axe explicatif.

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 environnementales' x 'stations d'échantillonnage'(variables explicatives). Les matrices sont ensuite soumises à une Analyse

Canonique des Correspondances (ACC) sous CANOCO (TER BRAAK, 1998), qui est une ordination des valeurs propres développées pour relier directement entre elles des matrices multivariées de données écologiques. L'ACC génère un diagramme sur lequel figure le poids moyen de chaque espèce ou site, en respectant la contribution des variables explicatives, qui se placent dans la direction de la variation maximales du paramètre.

De toutes les variables explicatives, les meilleurs indicateurs 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 0,01 a été choisi pour cette sélection. Pour chaque ACC, 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).

### **3. La méthode des indicateurs d'Ellenberg**

L'absence d'ouvrage récent régional et les similarités entre la flore du Massif Armoricaïn et celle de la Grande Bretagne permettent d'utiliser des ouvrages de détermination britanniques : la flore de STACE (1997). Ces ressemblances sont principalement liées au fait que ces régions subissent les mêmes conditions météorologiques. Elles appartiennent en effet à la même région biogéographique (Empire: holarctis, Région: Euro-sibérienne, Domaines: atlantique, Secteur: nord atlantique).

Nous utiliserons les indices végétaux d'Ellenberg décrit pour la flore d'Europe centrale puis adaptée à la flore de Grande Bretagne (annexe 3). Le coefficient d'Ellenberg est calculé pour chaque station grâce à un programme réalisé par Julien PIQUERAY (laboratoire d'écologie de la faculté des sciences agronomiques de Gembloux, [www.fsagx.ac.be/ec/pages/notes\\_techniques.htm](http://www.fsagx.ac.be/ec/pages/notes_techniques.htm)). Il permet de donner une idée des caractéristiques écologiques par station. Cependant, les valeurs calculées par ce programme ne sont pas pondérées par l'abondance des espèces.

Les coefficients d'Ellenberg calculés pour chaque échantillon seront associés à la distribution des espèces lors de l'ACP en tant que variables supplémentaires, dans le but de faciliter l'interprétation des résultats. Ils seront utilisés également pour étudier l'enrichissement du sol grâce à la composition floristique relevée.

## RESULTATS

### I. L'étude de la biodiversité

Sur l'ensemble des stations, 91 espèces ont été identifiées. On obtient une valeur forte de l'indice de Simpson moyen par transects (figure 10), stable sur l'ensemble des stations. Autrement dit, la probabilité que deux individus tirés au hasard appartiennent à la même espèce est très faible. Au vue de l'homogénéité de ce résultat, l'utilisation de cet d'indice est limitée pour déterminer une quelconque variation dans la composition floristique des berges.

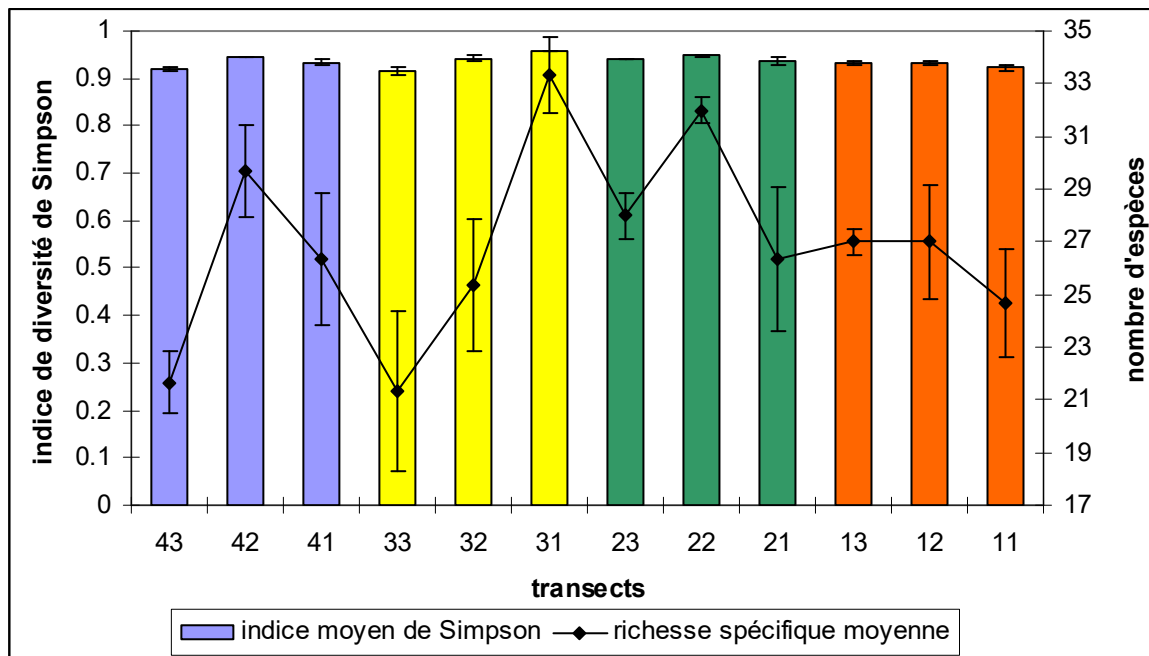


Figure 10 : Moyennes et écarts types de l'indice de diversité de Simpson et de la richesse spécifique par transects.

Par contre, la richesse spécifique nuance ce premier résultat : elle varie de 16 à 35 espèces sur l'ensemble des stations (figure 10). La richesse spécifique moyenne par prairie varie faiblement, de 25 à 28 espèces. La comparaison des peuplements des quatre prairies grâce au test de Friedman indique qu'ils ne sont pas significativement différents au seuil de 1 % (tableau 2).

Par transects, la richesse spécifique moyenne est hétérogène dans les trois prairies amont (transects 43 à 21, figure 10). On observe le minimum et le maximum d'espèces au sein de la même prairie, pour les stations 333 et 312 respectivement. De plus, le test de Friedman indique que les peuplements des 12 transects sont significativement différents au seuil de 1 % (tableau 2).



Enfin, la richesse spécifique entre stations de même transect est relativement variable, seuls les transects 22 et 13 paraissent homogènes (écarts types faibles, figure 10). Comme pour la comparaison des peuplements à l'échelle des transects, le test de Friedman indique que les peuplements des 36 stations sont significativement différents au seuil de 1 % (tableau 2).

**Tableau 2 : Tests de Friedman pour la comparaison des populations par prairies, par transects et par stations.**

**H0 : Les échantillons ne sont pas significativement différents.**

**Ha : Les échantillons proviennent de peuplements différentes**

Echelle	alpha	p-value (risque de rejet de H0)	Hypothèse retenue
prairies	0.01	0.297	H0
transects		0.009	Ha
stations		< 0.0001	Ha

## **II. Etude floristique des berges et écologie**

### **A. Corrélations spatiales de la composition floristique des berges**

La composition floristique des berges des différentes stations est comparée grâce à une analyse multivariée (figure 11). L'axe I de l'ACP représente 20 % de la variance totale, et l'axe II, 12,6 %.

La représentation des stations sur les deux premiers axes de cette analyse montre que la composition floristique des berges se différencie par prairies. On distingue nettement les regroupements des stations des prairies les plus à l'aval (1 et 2) dans la partie positive de l'axe I, et les stations des prairies les plus à l'amont (3 et 4) dans la partie négative.

Selon l'axe II, la majorité des stations des prairies 1 et 2 sont opposées, seules 211 et 212 sont proches des stations de la prairie 1. Par contre, les stations des prairies amont (3 et 4) sont peu corrélées à cet axe.

Par ailleurs, la station 333 est éloignée du reste des stations de la prairie 3.

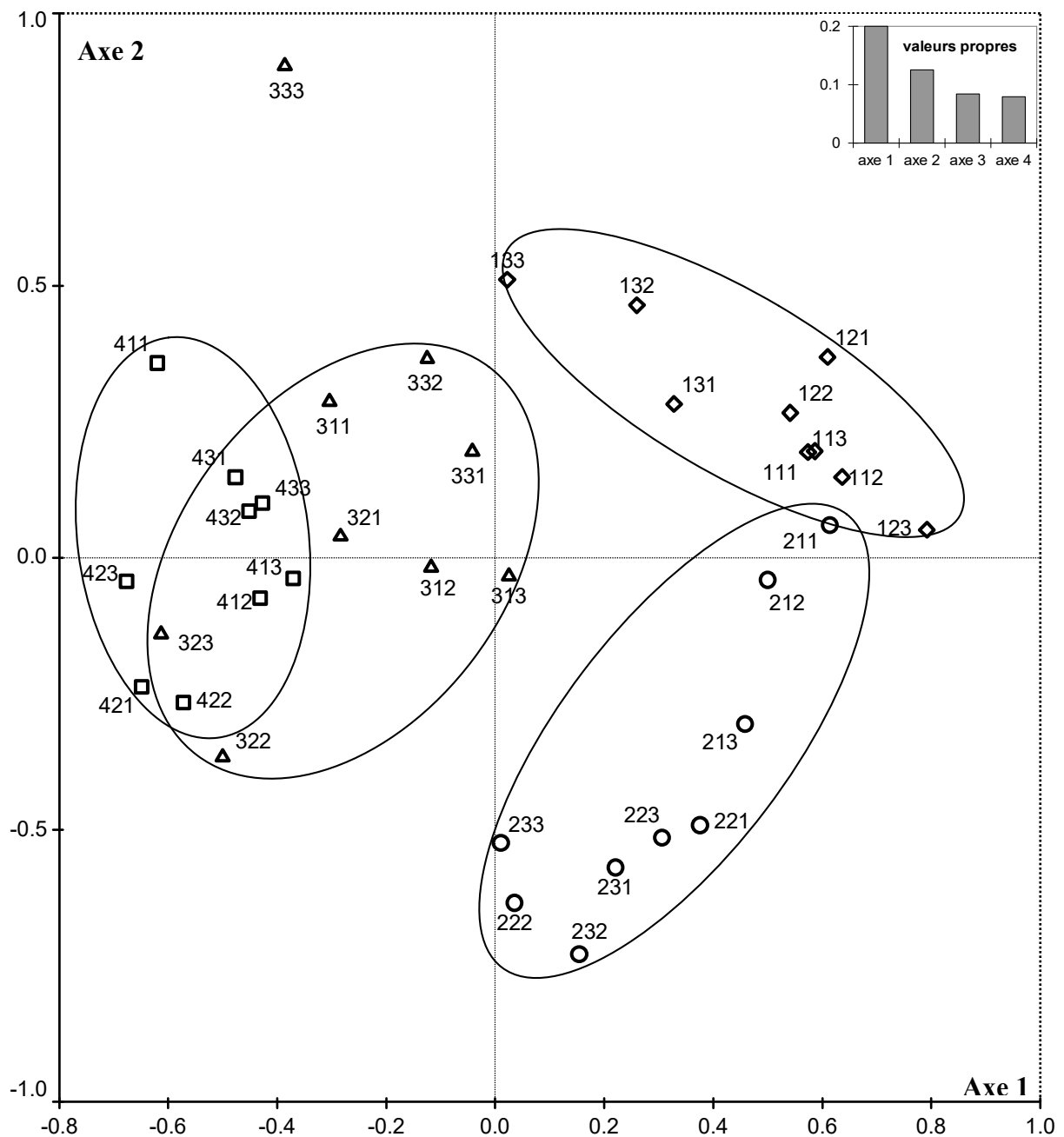


Figure 11 : Position des stations sur les deux premiers axes de l'ACP.

## B. Facteurs écologiques influençant la composition floristique des berges

La distribution des espèces par l'ACP est associée à la valeur des coefficients d'Ellenberg calculés pour chaque échantillon (figure 12).

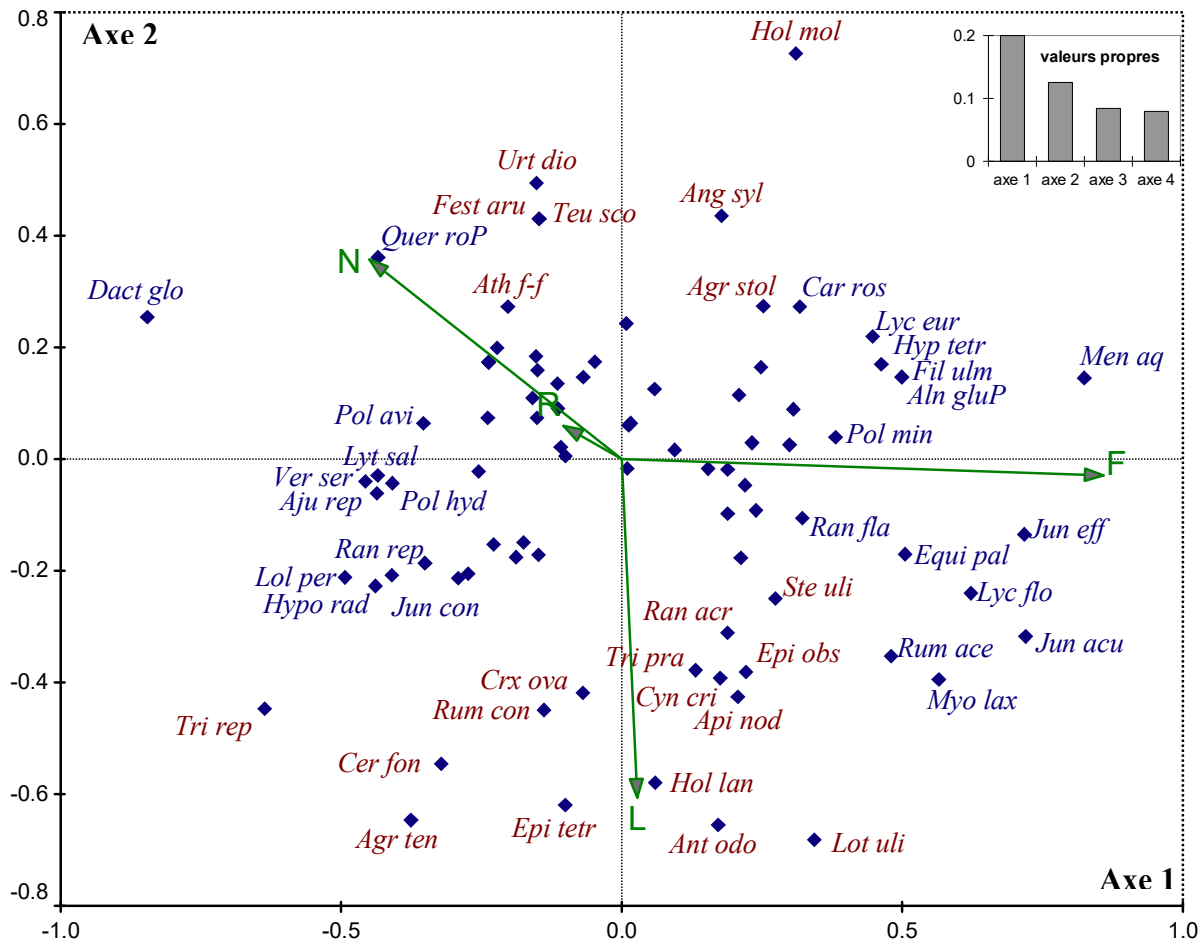


Figure 12 : Position des espèces par rapport aux deux premiers axes de l'ACP avec les paramètres d'Ellenberg (L, F, R et N) en variables supplémentaires (acronymes en annexe 2 et 3).

D'après la position des espèces, les variations selon l'axe I sont principalement liées à un gradient d'humidité (espèces hygrophiles **en bleu**). La spécificité des berges des prairies aval (1 et 2) repose sur la présence d'espèces hygrophiles : *Mentha aquatica*, *Juncus effusus*, *Juncus acutiflorus*, *Lycnis flos-cuculis*, *Equisetum palustre*, *Myosotis laxa*, *Alnus glutinosus*, *Filipendula ulmaria*, *Hypericum tetrapterum*, *Lycopus europeanus*...

A l'opposé de cet axe, les berges des prairies amont (3 et 4) se différencient par la présence d'espèces de prairies mésophiles (*Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Hypochaeris radicata*) et mésophiles à humides (*Ajuga reptans*, *Polygonum hydropiper*, *Ranunculus repens*, *Veronica serpyllifolia*, *Juncus conglomeratus*). L'étude de humidité édaphique confirme cette observation : paramètre F d'Ellenberg fortement corrélé à l'axe I (0.8591).

En ce qui concerne l'axe II, le paramètre L (lumière) est inversement corrélé à cet axe (-0.6065). La fougère *Athyrium filix-femina* (intermédiaire entre hémisciaphile et hémihéliophile selon

Ellenberg) dans la partie positive confirme cette observation. Cependant, la présence d'espèces héliophiles à la fois associées au paramètre L (ex : *Rumex conglomeratus*) ou inversement corrélées (ex : *Festuca arundinacea*) nuance tout propos.

L'étude d'une possible différence d'enrichissement du sol est faite grâce à la composition floristique relevée : cela montre le caractère eutrophe de certaines stations. Le paramètre N d'Ellenberg (nutriments du sol) indique une corrélation négative avec l'axe I (-0.45) et positive avec l'axe II (0.3572).

Les stations de la prairie 2 se situent au niveau de la partie négative de l'axe donné par la variable N. On y observe la présence de deux légumineuses (*Trifolium pratensis*, et *Lotus uliginosus*) compétitrices par rapport à l'azote (capacité de fixation d'azote atmosphérique), et d'espèces mésooligotrophes (*Agrostis tenuis*, *Cerastium fontanum*, *Carex ovalis*). Dans la partie positive de cet axe, plusieurs espèces mésoeutrophes (*Athyrium filix-femina*, *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea* et *Trifolium repens*) et une eutrophe (*Urtica dioica*) s'opposent aux autres, au niveau des stations des prairies amont.

Afin d'étudier spatialement cette relation de la flore à la trophie, nous avons sélectionné deux catégories d'espèces indicatrices des nutriments du sol d'après les valeurs d'Ellenberg (oligotrophes et mésoeutrophes) et présentant des variations fortes en fonction des stations. Le nombre de taxons oligotrophes et mésoeutrophes présents sur les berges par prairie (tableau 3) est comparable.

**Tableau 3 : Nombre de taxons oligotrophes et mésoeutrophes par prairie**

	prairie 4	prairie 3	prairie 2	prairie 1
nombre de taxons oligotrophes	1	2	2	2
nombre de taxons mésoeutrophes	11	9	9	10

Par contre, le pourcentage d'espèces mésoeutrophes par rapport aux espèces oligotrophes (figure 13) est plus important sur les berges de la prairie amont (4), tandis que la présence d'espèces oligotrophes est plus continue sur les berges des prairies aval (1 et 2) et représentent un pourcentage un peu plus important, jusqu'à 50 % pour les stations 121, 131 et 223.

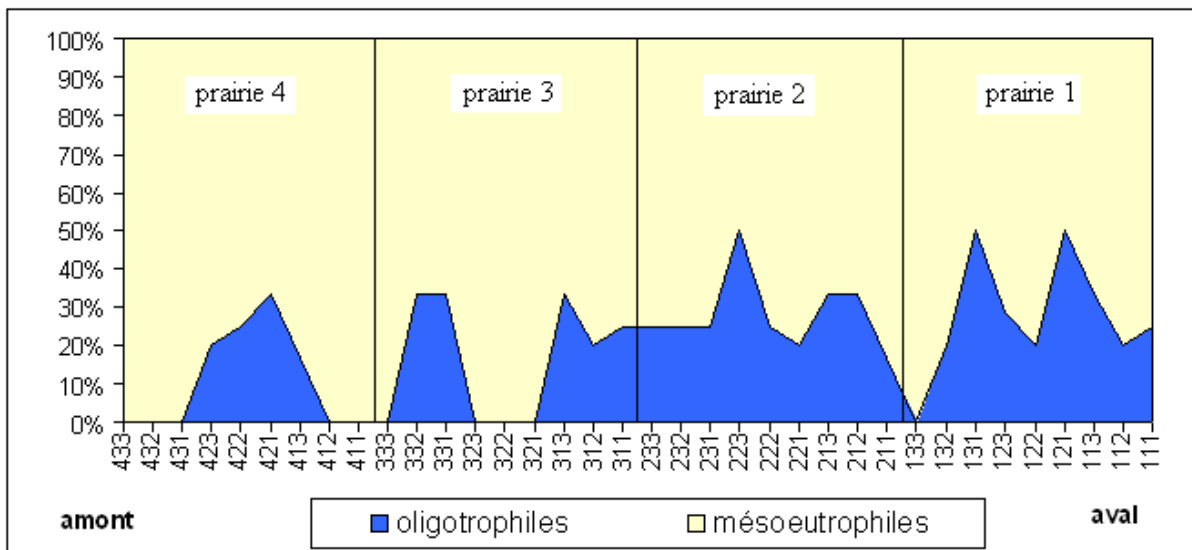


Figure 13 : Pourcentage de présence des espèces oligotrophes et mésoeutrophes d'après les valeurs d'Ellenberg

### III. Analyse des facteurs environnementaux influençant la composition floristique des berges

La relation entre les variables environnementales et la composition floristique des berges est testée grâce à une analyse canonique des correspondances (ACC). Sur les 31 variables initialement considérées, 11 variables ont été retenues par la procédure de sélection de régression pas à pas (test de Monte-Carlo, annexe 4). Chacune de ces variables est significative au seuil de 1 %. Ces variables de milieu expliquent 54,6 % de la variance totale. L'information portée par les deux premiers axes de la CCA représente 38,3 % de la variance totale (25,3 % pour l'axe I et 13% pour l'axe II).

Le représentation des variables sur les deux premiers axes de la ACC (figure 14) montre que la distance à la source « d » est le facteur abiotique caractérisant l'Axe I. Viennent ensuite les paramètres liés à l'occupation du sol : les haies, la présence de cultures de maïs et de bâtiments agricoles dans un rayon de 100 m (« DHAIE, M100 et S100 ») ; les paramètres liés à la structure de la berge (hauteur « h »), à la présence d'arbres (« A0, A1 et A2 ») et aux pratiques de gestion prairiales (le pâturage « Pat0 », la clôture et la fauche des berges « cl-fau »),

La composition floristique des berges associée à leurs variables environnementales se différencie par prairies. Selon l'axe I, les prairies aval (1 et 2) et amont (3 et 4) sont corrélées à la distance à la source. Selon l'axe II, les prairies amont sont opposées :

- les stations de la prairie 3 sont associées à de fortes valeurs de hauteur de berge « h », de

distance la première haie « D HAIE » et son liées à l'absence de pâturage « Pat0 » et la clôture et la fauche des berges « cl-fau »,

- les stations de la prairie 4 sont associées à de faibles distances à la première haie « D HAIE » et à de forts pourcentages de cultures « M100 » dans un rayon de 100 m et à un pâturage fort (opposées à « Pat0 »). Les stations du transect 42 s'opposent aux autres au niveau des hauteurs de berges et de la présence de sols « S100 ».

La composition floristique des berges associée à leurs variables environnementales entre trois stations d'un même transect est souvent comparable (transects 12, 21, 33, 42, et 43). Les variables environnementales sont alors homogènes sur les trois stations continues et la composition floristique des berges répond à cette homogénéité. Par exemple, la flore des stations 131, 132 et 133 est influencée par la présence des peupliers sur la berges opposée (exprimée par l'ombrage fort : omb3).

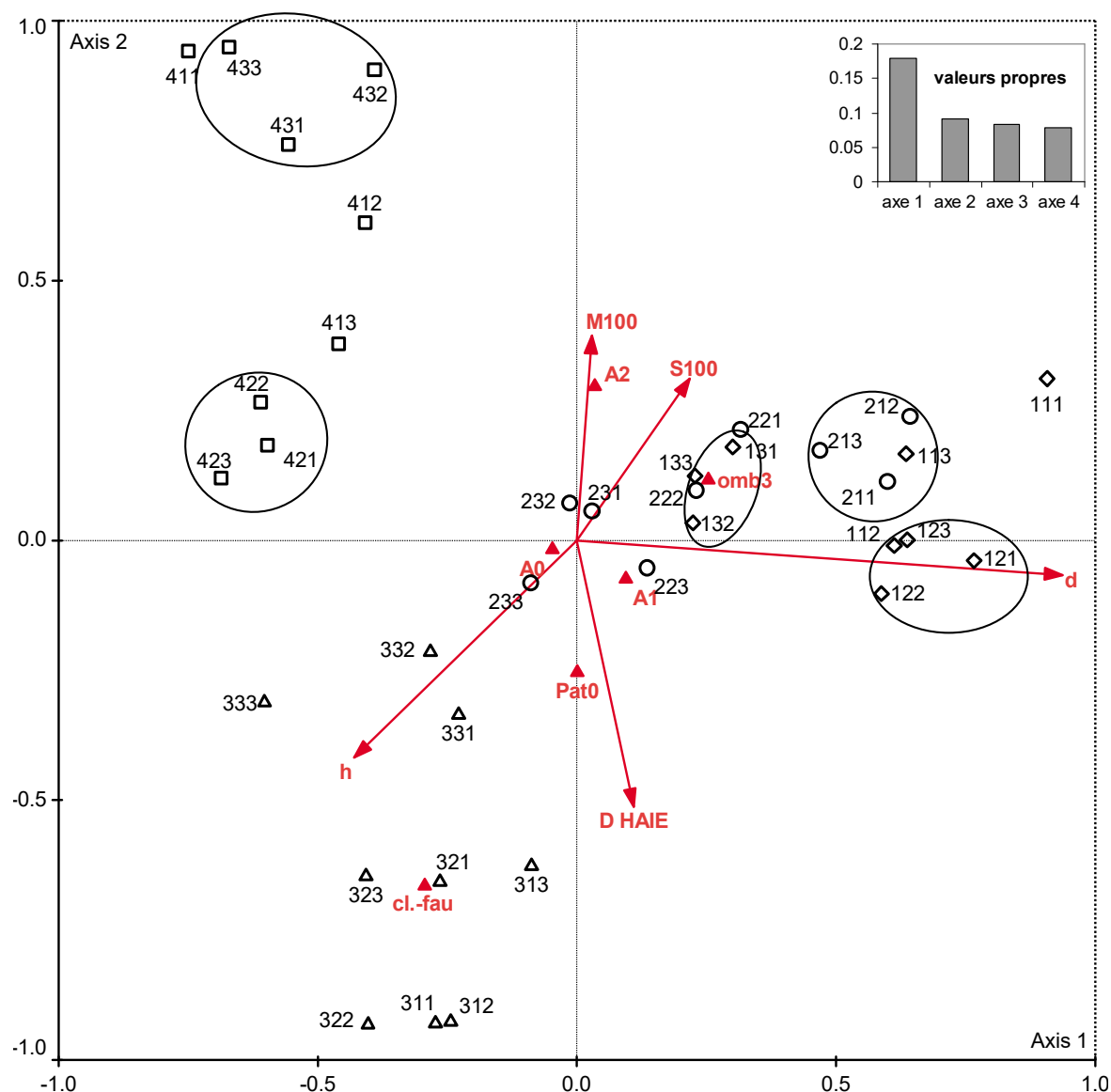


Figure 14 : Position des stations et des variables abiotiques sur les deux premiers axes de la CCA (acronymes en annexe 4).

La distribution des espèces sur le plan de l'ACC (figure 15) renseigne sur les liens des espèces aux variables environnementales. Ainsi, la majorité des espèces échantillonnées sont influencées par le gradient longitudinal, effet renforcé par le caractère très humide de la station la plus en aval : *Alnus glutinosus*, *Lycopus europeanus*, *Equisetum palustre*, *Filipendula ulmaria*, *Hypericum tetrapterum*, *Mentha aquatica*....

Des adventices des cultures (*Bromus mollis*, *Sonchus asper*, *Epilobium parviflorum*), et des espèces de talus ou de lisière (*Hypericum perforatum*, *Galium aparine*, *Veronica chamaedrys* et *Teucrium scorodonia*) sont associées aux berges les plus hautes « h », aux stations les plus éloignées des haies « DHAIE » et au mode de gestion de fauche sous les clôtures « cl-fau » de la prairie 3.

Au niveau de la prairie 4, des espèces de lisières sont associées aux faibles distances à la première haie « DHAIE » (*Hedera helix*, *Stellaria holostea*, *Cardamine flexuosa*, *Rubus fruticosus* et *Athyrium filix-femina*); et des espèces prairiales (*Dactylis glomerata*, *Hypochaeris radicata* et *Achillea millefolium*) sont associées aux fortes hauteurs de berges « h » et inversement corrélées à l'absence de pâturage « Pat0 ».

La répartition des espèces permet également de montrer certaines particularités des berges. Par exemple, la présence d'espèces rudérales, de milieux pâturé (*Equisetum arvense*, *Lolium perenne*, *Sagina procubens*, *Polygonum persicaria* et *Polygonum aviculare*) caractérisent les berges des transects 41 et 43. Les deux *Polygonum* indiquent également un milieu eutrophe.

Dans cette strate herbacée, notons le comportement des jeunes stade de ligneux: les pousses de chênes sont présentes en amont (prairies 3 et 4) tandis que les pousses d'Aulnes sont situées en aval, avec les autres espèces hygrophiles.

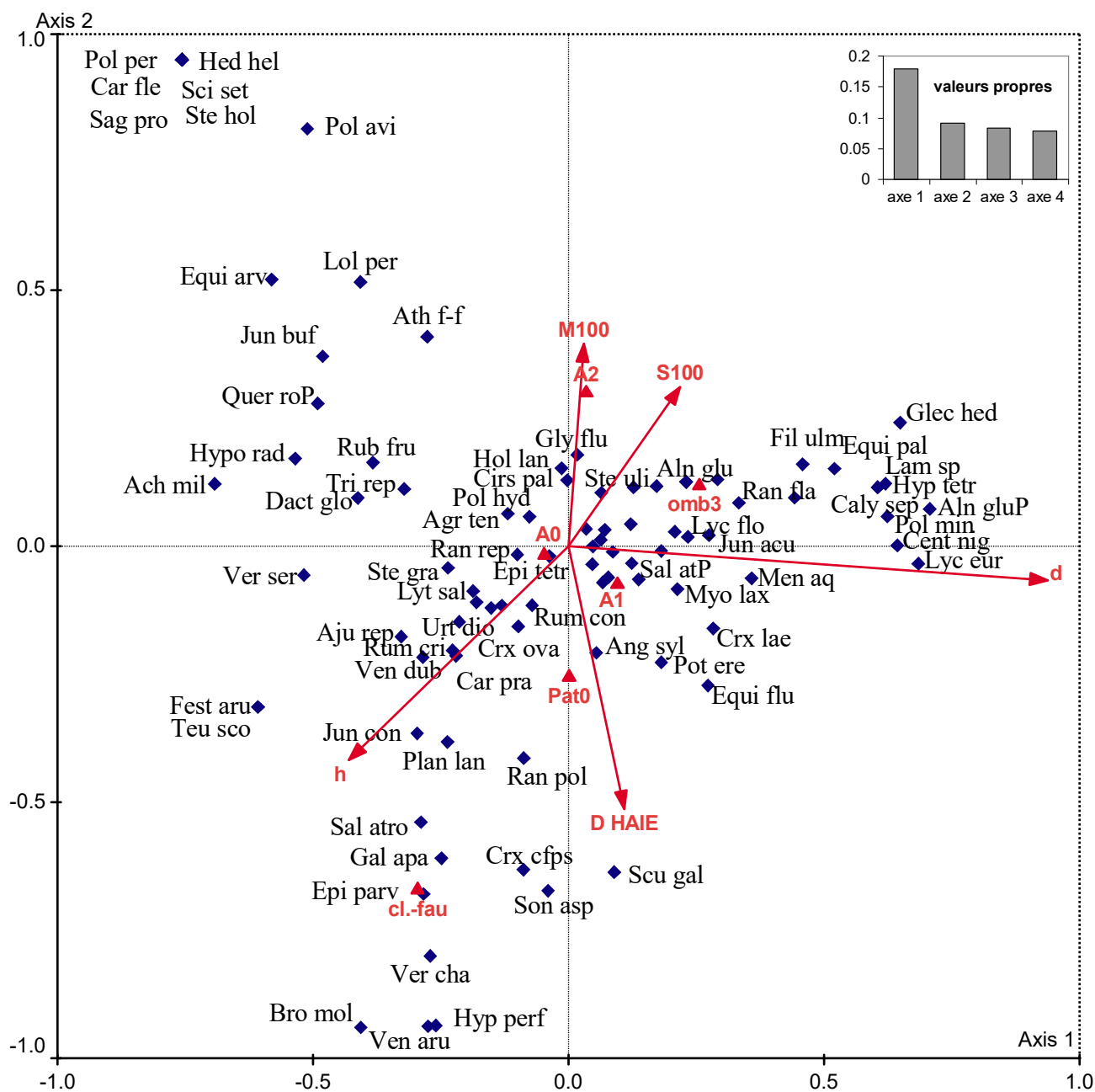


Figure 15 : Position des espèces et des variables abiotiques sur les deux premiers axes de la CCA (acronymes en annexe 2 et 4).



---

## DISCUSSION

---

### I. La richesse de la végétation rivulaire

La richesse spécifique totale sur les 36 stations échantillonnées aux Violettes est de 91 espèces et présente une variabilité importante (16 à 35 espèces). Cette variabilité est le reflet d'hétérogénéités environnementales au long des quatre prairies étudiées sur un kilomètre au total.

Au sein de cette succession de prairies qui vont être aménagées par des clôtures et abreuvoirs, la prairie 3 se distingue par le fait qu'elle est déjà clôturée par son propriétaire. C'est aussi là que l'on observe la plus grande variation du nombre d'espèces végétales (figure 10), et la plus grande richesse de papillons (MERLIN, 2006). Une étude plus approfondie de cette relation papillon-plant est un objectif d'ECOGERE-PAPIER. Les berges de cette prairie présentent des diversités par leur contact avec une haie, un abreuvoir mal aménagé et une gestion du haut de berge par la fauche, pouvant induire une ouverture de cet habitat. Plus un milieu est hétérogène, plus il a de chance d'abriter une grande diversité d'espèces, certaines perturbations également. Une hypothèse à approfondir dans un contexte de mise en exclos de berges, serait de vérifier que cette hétérogénéité semble créer de la variabilité floristique et augmenter la richesse spécifique des papillons.

L'indice de Simpson indique un peuplement des berges très diversifié pour l'ensemble des stations, mais peu de variations entre elles. Les berges d'un cours d'eau, dans leur situation d'écotone sont très souvent décrites comme étant riche et diversifié (AMOROS *et al.*, 1993). D'un point de vue comparatif avec le ruisseau de Vallée-aux-Berges, qui a subi depuis 2004 les mêmes aménagements que ceux prévus à notre étude (PINGRAY, 2004), nous n'avons pas repris l'indice de diversité de Shannon & Weaver  $H'$  car le protocole d'application de l'indice semblait inadapté. Toutefois, on y observait aussi une valeur d'indice très haute pour les berges par rapport aux autres unités de végétation étudiées. A Vallée-aux-Berges, 125 espèces ont été relevées sur 78 stations selon un protocole identique. Ce ruisseau se situe à moins de 10 kilomètres des Violettes en rive droite de l'Oir, les conditions climatiques sont donc comparables. Cependant, les habitats à Vallée-aux-Berges sont plus hétérogènes et le linéaire étudié plus long (2,5 km), ce qui peut expliquer cette différence. Par contre, rapporté à un même nombre de stations (36), dans deux secteurs homogènes en terme de morphologie du bassin (forme et pente du lit et des versants) et d'usage agricole, les richesses spécifiques relevées dans les deux études sont identiques.

## **II. Facteurs écologiques et environnementaux influençant la composition floristique des berges**

La flore de nos secteurs d'étude est influencée par un gradient d'humidité, croissant d'amont en aval. Le premier facteur sélectionné dans l'ACC est la distance à la source parmi les facteurs environnementaux explicatifs de la composition floristique riparienne.

Bien qu'aucune ripisylve dense ne couvre notre ruisseau, la lumière est un autre facteur écologique explicatif (indice L d'Ellenberg). L'ombre créée par la hauteur des berges peut expliquer ce facteur. En effet, la prairie 2 présente des espèces plutôt héliophiles (ex.: *Rumex conglomeratus*, figures 12) et des berges de hauteurs moyennes (figure 14). A l'opposé, la flore des berges de la prairie 3 est liée à une luminosité faible et aux hauteurs de berges les plus importantes, et peut-être est-ce aussi un effet concomitant d'une clôture déjà en place protégeant une végétation plus haute. Elle comporte effectivement des espèces de talus ou de lisière (*Hypericum perforatum*, *Galium aparine*, *Veronica chamaedrys* et *Teucrium scorodonia*).

Les différentes formations végétales, qu'il s'agisse de boisement, de prairie, ou de culture sont des sources potentielles d'espèces susceptibles de coloniser les berges et d'en augmenter la richesse spécifique. La présence de cultures de maïs « M100 » et de sols (chemins et bâtiments agricoles, « S100 ») sont des facteurs explicatifs de notre distribution végétale. Ces deux mêmes variables sont ressorties à Vallée-aux-Berges (PINGRAY, 2004).

Il en est de même pour des usages agricoles proches du ruisseau comme le fait d'avoir une prairie permanente ou temporaire, la gestion des haies et des clôtures et aussi les impacts du piétinement, de l'alimentation et de l'abreuvement des animaux sur les berges :

- La comparaison taxonomique des peuplements oppose les deux prairies temporaires (en amont) aux deux prairies permanentes (en aval) (figure 11). La composition floristique des berges paraît donc influencée par le type de gestion des prairies adjacentes. Ce choix différencié de gestion s'explique notamment par le caractère humide des prairies permanentes. Aussi, la composition floristique des berges du secteur aval est influencée par le degré d'humidité et un mode de gestion plus passif. Ces observations concordent avec le résultat d'autres études : l'occupation du sol des unités adjacentes expliquent les variations de la végétation des marges (LE COEUR *et al.*, 1997), marges que constituent fréquemment un cours d'eau.

- La composition floristique des berges est influencée par le pâturage. Les prairies pâturées (1, 3 et 4) s'opposent à la prairie 2 faiblement pâturée (figure 11).

L'enrichissement du sol est particulièrement associé à la prairie 4 de l'amont (indice N d'Ellenberg, figure 12). Il peut être lié à la pression du pâturage (apport de nutriments par les fèces) ou la fertilisation des parcelles. L'ACC indique une relation entre le pâturage et la flore en place sur cette prairie et certaines stations sont en effet associées à la présence de cultures (figure 14).

La composition floristique de la station 333 est très différente des stations des deux prairies amont. Cette station se distingue des autres car elle est à la fois clôturée et connectée à une haie. Cette portion de berge paraît donc colonisée par les espèces de la haie grâce à l'absence de pâturage. Elle se différencie par sa faible diversité (16 espèces) et la présence d'une espèce forestière (*Teucrium scorodonia*).

### **III. Effet du mode de gestion des berges sur la composition floristique**

Les aménagements des berges, conduisant à des modifications de la composition et de la structure des zones ripariennes, vont fournir de nouveaux habitats et en supprimer d'autres. On observe trois ans après la mise en exclos du ruisseau de Vallée-aux-Berges une homogénéisation de la végétation rivulaire (ROUGER, 2006), sans doute en relation avec une disparition, au moins partielle, de la mosaïque d'habitat observée par Pingray (2004). L'étude du devenir des jeunes ligneux de la strate herbacée dans ces secteurs peu boisés semble alors essentiel: du point de vue de leur influence grandissante sur la composition des strates inférieures, mais également pour la gestion et l'entretien des clôtures. Trois essences sont présentes sur les Violettes : *Quercus robur* en amont, *Salix atrocinerea* sur l'ensemble du linéaire et *Alnus glutinosus* en aval. Ceci offre des perspectives quant à la recolonisation passive par les ligneux qui pourraient ainsi permettre de limiter des repousses indésirables (ex.: ronciers) pour les agriculteurs.

Le ruisseau des Violettes est clôturé en prairie 3 uniquement. Cette portion peut alors être le reflet de l'évolution de la végétation rivulaire après la mise en exclos des berges et dans le cas d'un mode de gestion par la fauche. Le risque de ces aménagements est d'obtenir un résultat pire que la préservation souhaitée: à Vallée-aux-Berges, la fauche sous clôture n'est pas systématique et cet aménagement a provoqué parfois l'utilisation d'herbicides pour l'entretien de la clôture par économie évidente du temps de travail d'entretien. Dans notre secteur, la portion clôturée et fauchée en prairie 3, la plus biodiversifiée pour les plantes mais aussi pour les papillons, est donc capitale pour communiquer un mode de gestion possible.

---

## CONCLUSION

---

Ce diagnostic de l'état initial en amont des Violettes montre l'influence sur la végétation riparienne de la gestion prairiale difficilement dissociable des conditions édaphiques (ex.: facteur d'humidité), mais aussi de la structure physique des berges, de la connectivité avec les haies et de l'occupation du sol. Ces conditions initiales d'un programme de recherche appliquée à la gestion des ruisseaux rendent difficile une appréciation de la qualité des milieux étudiés, toutefois nous avons pu comparer nos résultats avec ceux d'une étude semblable initiée en 2004. Ceci permet de poser les bases d'orientations de gestion de ce ruisseau:

- comparer l'évolution du secteur déjà clôturé et géré par fauche à celle des secteurs aménagés en 2006, notamment par rapport à la biodiversité,
- communiquer ce mode de gestion par la fauche pour éviter les usages d'herbicides,
- suivre l'évolution des ligneux émergents en vue d'une restauration passive et d'un contrôle de la strate herbacée.

---

## 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
- BAGLINIERE J.-L., MARCHAND F., 2002, *Evolution des populations de saumon Atlantique (Salmo salar) 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.
- BERNEZ I., PINGRAY A., LE CŒUR D., 2005. *Entretien des berges de petits cours d'eau dans le bocage Sud-Manche : réponse de la végétation herbacée aux processus écologiques et agricoles*. Revue Ingénierie-EAT.
- CAUDRON D., JOLIMAITRE J.F., WEIL S. . 2003. *Gestion des cours d'eau de Basse Normandie*, CATER Basse Normandie, Ségrie Fontaine, 60 pages
- CAUSSE G., PETRUCCI L., REVERET N., 2002. *Caractérisation de l'écotone-berge d'un cours d'eau et des risques induits d'apports sédimentaires*. Projet d'ingénieur ENSA. 20 p.
- CODY M.L., 1975. *Towards a theory of continental species diversities: bird distributions over mediterranean habitat gradients*. P214-257 in M.L. Cody and J.M. Diamond (eds Ecology and evolution of Communities. Harvard U.P.
- DORIOZ J.M., OMBREDANE D., 2004. *Bassin Versant et Qualité Biologique des cours d'eau, Effets de la gestion des bassins versants sur les transferts particuliers et dissous et sur la qualité biologique des eaux de surface en zone d'élevage*, chapitre d'un ouvrage INRA-CEMAGREF à paraître, ACTION STRUCTURANTE « AQUAE ».
- FINDLAY C.S., ZHENG L., 1997. *Determining characteristic stressor scales for ecosystem monitoring and assessment*. Journal of Environmental Management **50**:265-281
- HAURY J., BIANNIC M., DALIGAULT P., COIFFARD S., RICHARD A., 1999. *Fonctionnement des petits hydrosystèmes. Rapport final analytique des travaux 1995-1998*. 200 p.
- JUND S., PAILLARD C., FROSSARD P.A., LACHAT B., 2000. *Guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau*. Rapport général. l'Agence de l'eau Rhin-Meuse.
- 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

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.

LEOPOLD A., 1933. *Game management*. Schriber, New york, USA, 225p.

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

MERLIN, 2006. *Les papillons des zones rivulaires du ruisseau des Violettes (Manche) : évaluation de l'influence du paysage*. Rapport de stage Master1, Rennes1.

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

ODUM E.P., 1971. *Fundamentals of ecology*. 3ème édition, W.B. Saunders Company, Philadelphia, Pa, p. 285

PAULAIS, 2003. *Identification des parcelles sensibles aux transferts de particules érodées grâce à l'analyse multicritère, en zone d'élevage bovin intensif, dans le bocage sud-Manche*. Contribution à l'action structurante AQUAE. Mémoire de DESS. 125p.

PIELOU E.C., 1969. *Ecological diversity*. Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia. 165p.

PINGRAY A., 2004 : *Processus longitudinaux et latéraux structurant la flore des berges des petits ruisseaux: La végétation de berges dans le Bocage Normand*. Mémoire de DESS, p. 1-57.

ROMANEIX, 1990. *Entretien des petits cours d'eau*. Guide pratique du Parc Naturel Régionale Normandie-Maine.

ROUGER, 2006. *Processus écologiques gouvernant la structure de la végétation riparienne de ruisseaux de tête de bassin sans le bocage agricole de Basse-Normandie: Contribution à l'amélioration des actions d'entretien de rivière par l'élaboration de protocoles tenant compte de la biodiversité dans un contexte spatial*. Mémoire de Master 2 pro.

STACE C., 1997. *New flora of the British isles*. Ed.2. Cambridge university press.

VANPEENE BRUHIER S., 1998. *Transformations des paysages et dynamique de la biodiversité végétale. Les écotones, un concept clé pour l'étude des végétations post-culturelles. L'exemple de la commune d'Aussois (Savoie)*. Thèse de Docteur de l'ENGREF, "Sciences de l'environnement". Chp.9

WHITTAKER R.J., WILLIS K.J., FIELD R., 2001. Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species diversity. *Journal of Biogeography* **28**:453-470

**Logiciels:**

TER BRAAK, C.J.F.; SMILAUER P., 1998, CANOCO. Reference manual and user's guide to Canoco for Windows: software for Canonical Community Ordination (version 4), Microcomputer Power: Ithaca, NY

MVSP, 1985-2004. Multi-Variate Statistical Package, version 3.131. Copyright ©1985-2004 Kovach Computing services.

**Site Internet :**

Programme "meanEllenberg" : [www.fsagx.ac.be/ec/pages/notes\\_techniques.htm](http://www.fsagx.ac.be/ec/pages/notes_techniques.htm)

---

## OUVRAGES DE DETERMINATIONS

---

LAMBINON J., DELVOSALLE L., DUVIGNEAUD J. & al., 2004. *Nouvelle flore de la Belgique, du Grand-Duché du Luxembourg, du nord de la France et des régions voisines*. 5<sup>ème</sup> édition, Jardin botanique national de Belgique.

PROVOST M., 1998. *Flore vasculaire de Basse-Normandie*. Ed. Presses universitaires de Caen.

RAMEAU J.C., MANSION D., DUME G. & al., 1999. *Flore forestière française, guide écologique illustré. Tome 1 : plaines et collines*. Ed. Institut pour le Développement Forestier.

### Flores consultées en complément

BLAMEY M. et GREY-WILSON C., 1991. *La flore d'Europe occidentale*. Ed. Arthaud.

DUHAMEL G., 2004. *Flore et cartographie des carex de France*. 3<sup>ème</sup> édition mise à jour, Boubée.

FITTER R., FITTER A., FARRER A., 1997. *Guide des graminées, carex, joncs et fougères*. Coll. Les compagnons du naturaliste, éd. Delachaux et Niestlé.

HUBBARD C.E., 1984, revu par HUBBARD J.C.E., 1992. *Grasses, a guide to their structure, identification, uses and distribution in the British Isles*. 3<sup>ème</sup> édition, Penguin books.

STACE C., 1997. *New flora of the British isles*. Ed.2. Cambridge university press.

TAYLOR P.G., 1960. *British ferns and mosses*. The kew series, éd. Eyre and Spottiswoode.



---

## LISTE DES FIGURES

---

Figure 1 : divagation du bétail dans le cours d'eau (photo Muchembled, 2006).....	7
Figure 2 : Situation géographique du ruisseau des Violettes dans le bassin versant de l'Oir....	10
Figure 3 : Occupation du sol en % du bassin versant des Violettes (Cemagref, UR ADER BX, Cattaneo M., 2006) .....	10
Figure 4 : Occupation du sol du bassin versant des Violettes (Cemagref, UR ADER BX, Cattaneo M., 2006) .....	11
Figure 5 : Altération des berges dans la zone d'étude en 2006 (d'après UR ADBX - Cemagref, modifié par Muchembled).....	12
Figure 6 : abreuvoir non aménagé en prairie 3 (photo Muchembled, 2006).....	12
Figure 7 : Situation des stations .....	14
Figure 8 : schéma de la surface échantillonnée dans le cas d'une berge clôturée ou non .....	15
Figure 9 : pâturage, sols nus et zones basses (pointés en rouge) sur les berges générés par le piétinement du bétail (photo, Muchembled, 2006).....	18
Figure 10 : Moyennes et écarts types de l'indice de diversité de Simpson et de la richesse spécifique par transects.....	21
Figure 11 : Position des stations sur les deux premiers axes de l'ACP. ....	23
Figure 12 : Position des espèces par rapport aux deux premiers axes de l'ACP avec les paramètres d'Ellenberg (L, F, R et N) en variables supplémentaires (acronymes en annexe 2 et 3). ...	24
Figure 13 : Pourcentage de présence des espèces oligotrophiles et mésoeutrophiles d'après les valeurs d'Ellenberg .....	26
Figure 14 : Position des stations et des variables abiotiques sur les deux premiers axes de la CCA (acronymes en annexe 4). ....	27
Figure 15 : Position des espèces et des variables abiotiques sur les deux premiers axes de la CCA (acronymes en annexe 2 et 4). ....	29

---

## LISTE DES TABLEAUX

---

Tableau 1: variables environnementales et leur signification .....	16
Tableau 2 : Tests de Friedman pour la comparaison des peuplements par prairies, par transects et par stations. ....	22
Tableau 3 : Nombre de taxons oligotrophiles et mésoeutrophiles par prairie.....	25

---

## ANNEXES

---

Annexe 1 : Cadre juridique et législatif actuel sur l'entretien des rivières	
Annexe 2 : abréviations des espèces	
Annexe 3 : valeurs indicatives d'Ellenberg pour chaque plante et leur signification	
Annexe 4 : Analyse canonique des correspondances : Variables environnementales sélectionnées pas à pas par la procédure de régression lors de la CCA et leur corrélation avec les deux premiers axes.	
Annexe 5 : Critique de la méthode	