

**Rapport de stage pour l'obtention
de la 1ère année de Master**

**Evaluation de l'impact du piétinement bovin
des berges dans la dégradation de
l'état des cours d'eau**



Pierre-Antoine Gombault
août, 2011

Maître de stage : Jean-Noël GAUTIER
Agence de l'eau Loire-Bretagne



REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier mon maître de stage Mr Jean-Noël GAUTIER, expert hydromorphologue, pour son accueil au sein de l'Agence de l'eau Loire-Bretagne ainsi que ses précieux conseils. De même sa disponibilité, et ce notamment pour les déplacements sur le terrain, m'ont été d'une grande aide.

Merci à Mr Benoît SAUDRAIS, Mr Mathieu JARDIN et Mr Guillaume PANHELLEUX pour leur aide dans la détermination des différents sites d'études.

Merci à Mr Sylvain MANGOT, hydrobiologiste à la DREAL Centre, d'avoir ouvert son laboratoire et de son aide dans la détermination de certains taxons d'invertébrés.

Merci à Mr Michel BACCHI pour le prêt du matériel nécessaire aux prélèvements biologiques ainsi que ses conseils dans l'élaboration du protocole.

Merci aux délégations de l'Agence de l'eau pour leur appui au niveau local et notamment la mise en contact avec les différentes structures avec lesquelles j'ai pu collaborer.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	1
SOMMAIRE	1
RESUME.....	2
ABSTRACT	3
INTRODUCTION.....	4
1 Contexte global	5
1.1 L'Agence de l'eau Loire Bretagne.....	5
1.2 Le piétinement bovin des berges.....	6
1.3 Les opérations de restauration	7
1.4 Efficacité de la restauration	7
2 Protocole et sites d'étude.....	8
2.1 Protocole	8
2.2 Sites d'étude.....	9
2.2.1 Le bassin versant de l'Odét :	11
2.2.2 Le bassin versant du Brivet :	12
2.2.3 Le bassin versant de l'Ernée :	14
3 Résultats	16
3.1 Mesures biologiques	16
3.1.1 BV de l'Odét :	16
3.1.2 BV du Brivet :	16
3.1.3 BV de l'Ernée :	17
3.2 Mesures de colmatage.....	18
3.2.1 BV Brivet :	18
3.2.2 BV Odét :	20
3.2.3 BV Ernée :	21
4 Discussion	22
BIBLIOGRAPHIE	24
LISTE DES FIGURES.....	26
CONCLUSION	24
ANNEXES	27

RESUME

L'abreuvement du bétail directement à la rivière, lorsque cela est possible, est souvent la solution privilégiée par les éleveurs. C'est en effet le moyen le plus simple et le plus économique pour apporter la quantité d'eau suffisante au cheptel. Mais cela n'est pas sans conséquences. En effet les allers-retours réguliers du bétail de la prairie au cours d'eau entraînent une destruction de la berge dont une partie peut s'effondrer dans le lit de la rivière. De plus les animaux limitent le développement d'une ripisylve importante pour le bon état du cours d'eau.

L'impact du piétinement bovin des berges dans la dégradation de l'état des cours d'eau a donc été étudié sur trois sites situés à l'Ouest du bassin Loire-Bretagne. Des mesures de type morphologique et biologique ont été effectuées dans le but de caractériser ou non cet impact. Pour la morphologie des mesures de colmatage du lit des cours d'eau à partir de la méthode des bâtonnets ont été effectuées. Elles ont permis de révéler une anoxie du substrat proche de la surface à l'aval de certains secteurs piétinés alors qu'à l'amont de ces mêmes secteurs existe parfois une couche de quelques centimètres bien oxygénée qui permet probablement de meilleures conditions de vie pour les invertébrés.

Ces invertébrés constituent l'étude biologique avec des prélèvements systématiques à l'amont et à l'aval des piétinements de berges. Ils révèlent dans certains cas une perte de diversité au niveau taxonomique ainsi qu'une diminution de la population à l'aval des secteurs piétinés.

Des mesures sur de plus grands linéaires de cours d'eau peuvent permettre d'affirmer si l'impact de ce piétinement dégrade durablement l'état d'un cours d'eau ou si la capacité auto-restauratrice de celui-ci est suffisante tout en respectant une densité de bovins adaptée à la taille du cours d'eau.

Mots clés : piétinement, impact, invertébrés, colmatage, bâtonnet.

ABSTRACT

The livestock watering directly to the river, when possible, is often the solution preferred by farmers. It is the easiest and most economical way to bring enough water to livestock. But this is not without consequences. Indeed, the regular move - back of the cattle from the meadow to the river leads to a destruction of the bank, which may collapse into the river bed. Livestock animals also limit the development of a riparian forest important to the good of the stream.

The link between cattle trampling on riverbank and degradation of rivers quality has been studied at three sites located in the western Loire Bretagne Basin. Measurements of morphological and biological type were carried out in order to characterize this impact. The morphology measurements were performed with the method of the sticks, to evaluate the clogging of the bed of streams. Those have shown an anoxic substrate near the surface of downstream areas trampled. While in the upper layer few well oxygenated centimeters allow probably better living conditions for invertebrates.

The biological study is based on those invertebrates' populations, which were evaluated with systematic samples on the upstream and downstream of the trampled riverbank. In some cases this analysis has shown a real loss of diversity at the taxonomic level and a decrease in the population.

Measurements on larger linear streams can afford to say whether the impact of sustained trampling degrades the status of a stream or if the selfrestoring capacity of it is sufficient, link with respecting density of cattle adapted to the size of the stream.

Key words : trampling, impact, invertebrates, clogging, sticks.

INTRODUCTION

Depuis les années 2000, la France tout comme le reste de l'Europe, a l'obligation d'avoir ses cours d'eau en bon ou très bon état à moyen terme (2015, 2021 ou 2027). Pour cela de nombreuses opérations de restauration sont réalisées sur les cours d'eau de tout le pays. Parmi ces opérations, la mise en place de clôtures et d'abreuvoirs limitant l'accès du bétail au cours d'eau, est une action très courante. Celle-ci devant permettre par exemple de réduire l'apport de particules fines au cours d'eau, de permettre à la ripisylve de mieux se développer et de limiter les apports en matière organique liés aux déjections du bétail.

L'Agence de l'eau Loire Bretagne est un des acteurs financiers de ces opérations de restauration. A ce titre, il est nécessaire que les actions qu'elle finance aient un intérêt et un réel impact sur l'amélioration de l'état de la rivière.

C'est dans ce contexte que s'inscrit mon stage au sein de l'Agence. L'évaluation de l'impact du piétinement bovin des berges dans la dégradation de l'état des cours d'eau devant aboutir au maintien ou à l'arrêt des financements pour la mise en place de clôtures et abreuvoirs notamment. Mon stage étant seulement le point de départ d'une réflexion sur le sujet, des études plus poussées devront être réalisées si nécessaire avant de prendre une quelconque décision sur ces financements.

Le but de mon stage est dans un premier temps de concentrer un maximum d'informations sur l'impact du piétinement des berges en réalisant une synthèse bibliographique. Cette synthèse étant basée sur des études déjà menées sur cet impact, sur les différentes opérations de restauration en cours ou déjà menées et sur les effets éventuels de ces différentes opérations de restauration effectuées dans ce domaine en France et à l'étranger. Puis des analyses de terrain ont été effectuées après avoir élaboré un protocole spécifique et défini les différents sites de mesures. Ces analyses ayant pour but de caractériser ou non un impact du piétinement des berges par le bétail tant sur le point de la biologie que sur la géomorphologie.

Ceci étant décrit dans ce rapport après une présentation de l'Agence de l'eau Loire Bretagne. Après celle-ci en effet la synthèse bibliographique est présentée. Puis le protocole mis en place sur le terrain et les différents sites d'études sont décrits. Enfin les résultats seront présentés et discutés avant de conclure sur les perspectives possibles de ce stage.

1 Contexte global

1.1 L'Agence de l'eau Loire Bretagne

L'Agence de l'eau Loire Bretagne est un établissement public du ministère en charge de l'écologie et du développement durable. Créée en 1964, elle a aujourd'hui pour objectifs de lutter contre les pollutions, gérer la ressource en eau et satisfaire les usages, préserver les équilibres écologiques et mettre en valeur les milieux aquatiques.

Le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) du bassin Loire Bretagne définit les objectifs prioritaires. Les « programmes d'interventions » pluriannuels de l'agence définissent les modalités d'action pour atteindre ces objectifs.

Ses moyens financiers proviennent exclusivement des redevances qu'elle perçoit auprès des utilisateurs d'eau pour les prélèvements qu'ils effectuent et les pollutions qu'ils rejettent (principe du pollueur-payeur).

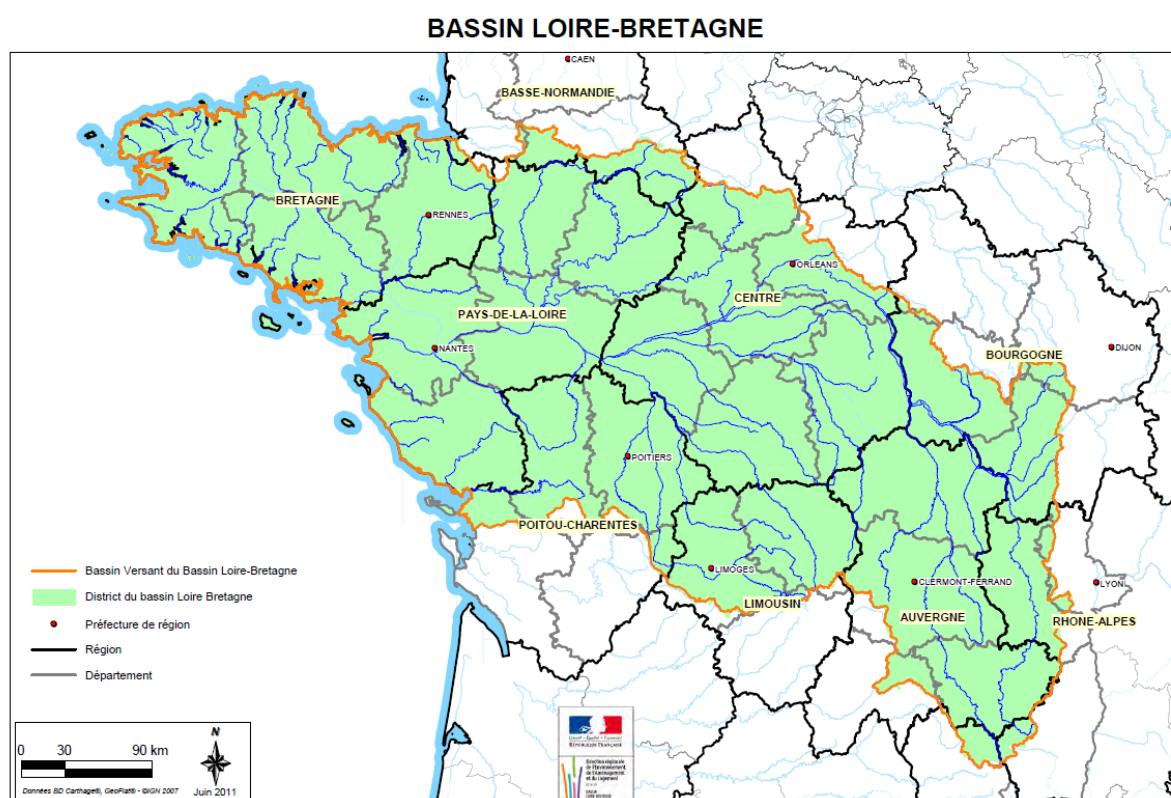


Figure 1 : Carte du bassin Loire-Bretagne (source: site internet www.centre.developpement-durable.gouv.fr)

Le bassin Loire Bretagne concentre les deux tiers des activités d'élevage français, dont 50% dans les seuls départements bretons, mais aussi près de 50% des productions céréalières avec les régions du Centre et du Poitou-Charentes. L'activité industrielle (20% de la production industrielle nationale) porte l'empreinte de cette caractéristique agricole, avec une production agro-alimentaire dominante dans l'ouest et le centre du bassin. Pour le reste, des activités diverses de mécanique, traitement de surface, chimie et pharmacie, et un secteur tertiaire en développement sur l'ensemble du bassin sont notés. Avec sa façade littorale importante, le bassin est aussi une région de pêche, de conchyliculture et de tourisme.

Le bassin Loire Bretagne concerne 10 régions et 36 départements en tout ou partie couvrant ainsi une superficie de 155 000 km², soit 28 % du territoire national métropolitain correspondant au bassin de la Loire et de ses affluents (120 000 km²), au bassin de la Vilaine, et aux bassins côtiers bretons et vendéens. Il comporte environ 2 600 km de côtes, soit 40 % de la façade maritime du pays. Il possède un capital «eaux de surface» important caractérisé par un réseau hydrographique de près de 135 000 km, aux caractéristiques hydrologiques très contrastées. Il ne recèle que peu d'eau souterraine sous les massifs anciens mais des réserves importantes en plaine, parfois trop sollicitées. Il est caractérisé par une empreinte rurale marquée et compte 7 300 communes, dont plus de 2 700 de moins de 400 habitants. La population du bassin représente près de 11,9 millions d'habitants.

331 collaborateurs, au siège de l'agence de l'eau à Orléans et dans 6 délégations régionales, assurent sa présence et son conseil auprès des acteurs de l'eau. L'agence de l'eau mobilise un budget annuel de 360 millions d'euros, financé par les redevances des usagers de l'eau, qui permet de financer des actions d'intérêt commun pour la ressource en eau du bassin Loire Bretagne (source : intranet AELB (Agence de l'Eau Loire-Bretagne)).

La DEP (Direction de l'Evaluation et de la Planification), service dans lequel est réalisé le stage, pilote des réseaux de mesures de la qualité de l'eau et des études qui permettent de connaître les milieux aquatiques. Elles servent à évaluer, anticiper et partager des connaissances pour une meilleure efficacité des politiques de l'eau dans le bassin (source : intranet AELB et Mr Gautier : comm pers).

1.2 Le piétinement bovin des berges

L'élevage extensif, notamment de bovins, en bordure de cours d'eau est responsable d'un certain nombre de perturbations. En effet lorsque le bétail a libre accès à la rivière il peut piétiner la berge et le lit du cours d'eau. Le piétinement de la berge entraîne sa déstructuration et limite le développement de la ripisylve (site internet : CATER Basse Normandie).

Dans le cas d'un ruisseau, la structure en sous-berge est fragile et peut facilement être détruite par le poids du bétail. Les berges s'effondrent, le lit s'élargit, la lame d'eau diminue et les zones de caches disparaissent. La diversité des habitats régresse, l'hydrosystème se banalise et devient nettement moins attractif pour la faune aquatique.

Le piétinement des berges, accentué dès lors que la ripisylve a disparu, apporte des sédiments fins et colmate les fonds. Le substrat se désoxygène rendant moins favorable l'accueil de la faune benthique et empêchant la fraie de certaines espèces.

Par exemple les prospections menées en 2009 sur l'ensemble du linéaire des cours d'eau du territoire du Parc Naturel Régional du Morvan montrent que 12% des cours d'eau présentent un piétinement «important» et 18% un piétinement « moyen » soit environ 500 km de linéaire. Les bassins versants où le piétinement « moyen et important » représente plus de 30% du linéaire sont les suivants: Le Ternin, le Méchet, la Braconne, le Morion, le Guignon, la Dragne et la Roche. L'enjeu y est donc prioritaire et des actions de restauration de la ripisylve doivent être envisagées pour atteindre le bon état en 2015 (source internet : gensdumorvan.fr).

1.3 Les opérations de restauration

Les berges de nombreux petits affluents ont été restaurées par l'aménagement d'abreuvoirs et la pose de clôtures sur les zones dégradées. Le bétail n'a plus accès à la rivière et à ses berges qui vont pouvoir se reconstituer ce qui devrait permettre d'améliorer la qualité de la rivière par suppression d'un impact potentiel.

Différents types d'aménagements sont possibles en fonction du milieu (source : Contrat Territorial LayAval):

- La descente aménagée d'une capacité de 20 bovins par pompe :
L'abreuvoir doit être équipé d'une descente stabilisée qui évite le piétinement et la dégradation de la berge. Une butée en pied de berge interdit l'accès du cours d'eau aux bêtes, l'empierrement assure la stabilité de l'approche :
 - avantages : entretien peu fréquent, facilité d'abreuvement pour le bétail.
 - inconvénients : coût plus élevé (600 € HT), nécessite une hauteur de berge, lessivage des boues vers la rivière lors des épisodes pluvieux.
- L'abreuvoir de prairie d'une capacité de 10 à 15 bovins par pompe :
 - avantages : coût faible (400 € HT), aucun contact entre le bétail et le milieu, s'adapte à l'ensemble des sources d'eau.
 - inconvénients : entretien régulier de la crépine nécessaire.
- L'abreuvoir gravitaire d'une capacité variant en fonction de la taille du bac mais d'au moins 20 bovins :
 - avantages : faible coût (300 € HT), aucun contact entre le bétail et le milieu.
 - inconvénients : nécessite une pente de cours d'eau (> 1 %), entretien fréquent de la crépine.

1.4 Efficacité de la restauration

Peu d'études ont essayé de quantifier les bénéfices apportés par la mise en place de clôtures et d'abreuvoirs.

Une étude réalisée par l'université de Liège met en avant les différents impacts occasionnés par le piétinement des bovins mais souligne aussi les effets de la mise en place d'abreuvoirs et de clôtures en bordure de cours d'eau. En effet ces aménagements semblent limiter les rejets d'excréments dans l'eau et le colmatage tout en protégeant efficacement la berge. Toutefois cette étude indique qu'en période pluvieuse une augmentation de la pollution diffuse du à la présence du bétail à proximité est observée, pouvant entraîner une dégradation temporaire de la qualité du cours d'eau.

La CATER Basse Normandie souligne elle aussi les bénéfices apportés par les aménagements limitant le piétinement des berges. Cependant elle met en garde contre le développement d'espèces invasives sur les zones anciennement impactées et rappelle la nécessité d'entretien de la végétation de la berge qui ne sera plus « entretenue » par le bétail afin d'éviter un recouvrement du cours d'eau par la végétation trop important.

2 Protocole et sites d'étude

2.1 Protocole

La bibliographie consultée et les échanges avec différentes personnes de l'Agence indiquent la nécessité de cumuler mesures biologiques et morphologiques sur le terrain. Le but est de vérifier si le piétinement des berges par les bovins est bien responsable de la dégradation de l'état d'un cours d'eau en apportant particules fines et déjections à celui-ci. Les apports de particules fines pouvant être responsable du colmatage du substrat qui est alors moins bien oxygéné réduisant ses potentialités à accueillir de la vie. Le sédiment formant le lit des cours d'eau constituant un habitat particulièrement sensible à la dégradation de la qualité des cours d'eau (P. Marmonnier et Al, 2002)

Dans la plupart des ouvrages seuls les mesures biologiques sont prises en compte (IPR, IBGN, IBD) et il est difficile de trouver des études mesurant directement le colmatage d'un cours d'eau. Le protocole CARHYCE (CARactérisation HYdromorphologique des Cours d'Eau) met en évidence une méthode permettant de mesurer ce colmatage à partir de bâtonnets introduits pendant un mois dans le lit d'une rivière. Cette méthode simple et rapide a donc été choisie pour les mesures hydromorphologiques.

La mesure se fait en plaçant des bâtonnets de pin verticalement dans le substrat des cours d'eau : la partie enfoncée dans le substrat qui est en anaérobiose se colore en noir, par action des bactéries anaérobies. Il est ainsi possible de déterminer, après 3 semaines au minimum, si une frayère ou un substrat est colmaté et dans quelles proportions (protocole CARHYCE).

Matériel utilisé (figure 2):



Figure 2 : matériel utilisé sur le terrain avec de gauche à droite : un sac plastique, un décimètre, un bâtonnet, un pieu, un marteau, un filet surbeur, un bidon de formol 3%.

- bâtonnets de pin: longueur 300 mm, section carrée de 10 mm ;
- fil électrique coloré (20 cm par bâtonnet), fixé à 10 mm d'une des extrémités du bâtonnet ;
- pieu métallique, marteau et décimètre ;

Dans la mesure du possible 27 bâtonnets sont disposés par site (figure 3) avec 9 à l'amont immédiat de la zone potentiellement impactante répartis sur un radier et 18 à l'aval dont 9 sur le radier le plus proche et 9 sur le troisième ou quatrième radier. Cette disposition pouvant fortement varier suivant le cours d'eau. Pour les très petits cours d'eau (largeur inférieure à 1 mètre) seul 2 à 6 bâtonnets sont placés par radier. Pour les cours d'eau ne disposant pas de radier accessible sur les tronçons étudiés, placer les bâtonnets sur les plats les plus lotique possible.

Les mesures ne permettent pas de différencier la nature du colmatage (organique ou/et minéral).

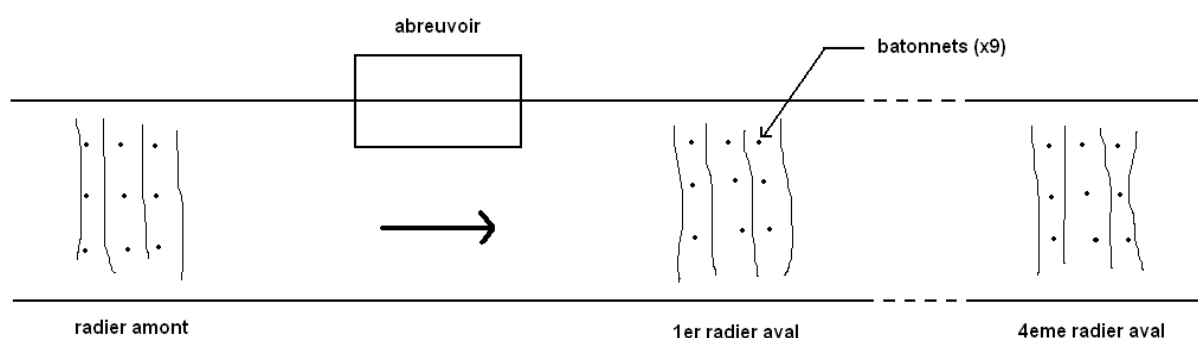


Figure 3 : Disposition des bâtonnets mesurant le colmatage sur différents radier de part et d'autre d'un abreuvoir aménagé ou d'un secteur piétiné, en vue de dessus.

Les mesures de colmatage avec les bâtonnets nécessitant plus de trois semaines d'attente dans le substrat il était nécessaire d'aller sur le terrain au plus tard début juillet afin de pouvoir analyser les résultats.

Pour les mesures biologiques la réalisation d'IBGN complets paraît difficile étant donné le peu de temps disponible pour réaliser cette étude. Un entretien avec Mr Sylvain Mangot hydrobiologiste à la DREAL Centre a permis de trouver un compromis en ne réalisant des prélèvements que sur un seul couple substrat-vitesse en privilégiant si possible le substrat pierre qui selon lui est le plus abondant du point de vue de la population d'invertébrés. Deux prélèvements par cours d'eau au minimum doivent être réalisés avec un prélèvement en amont du secteur piétiné et un ou plusieurs à l'aval.

Le matériel pour un prélèvement IBGN se compose (figure 2):

- Surbeur, sacs plastiques numérotés, élastiques, 1 caisse étanche, formol (3%), gants en latex ;
- Papier, crayon, support, décimètre, jalon, tableaux à remplir
- Wadders (ou bottes) ;

2.2 Sites d'étude

En parallèle de l'élaboration de ce protocole les différents sites d'étude ont été localisés. Les premières recherches ont été effectuées via l'outil SIG (Système d'Information Géographique) avec des données issues du RGA (Recensement Général Agricole) et du REH (Réseau d'Evaluation des Habitats). Pour ce faire il a fallu croiser la carte des différentes

concentrations de bovins par canton et les données du compartiment berges du REH. Plus la couleur verte est foncée, plus la densité de bovins est forte. Différentes cartes comme celle présenté ci-dessous ont été créées afin de cibler les régions du bassin Loire Bretagne les plus concernée par le piétinement bovin des berges.

La figure 4 représente en vert les différentes concentrations de bovins par canton d'après les données du RGA. Les données disponibles uniquement par canton expliquent la correspondance imparfaite avec les limites du bassin. Les cours d'eau bleus sont ceux correspondant à des berges peu dégradées, tandis que les rouges correspondent à ceux ayant des berges dégradées.

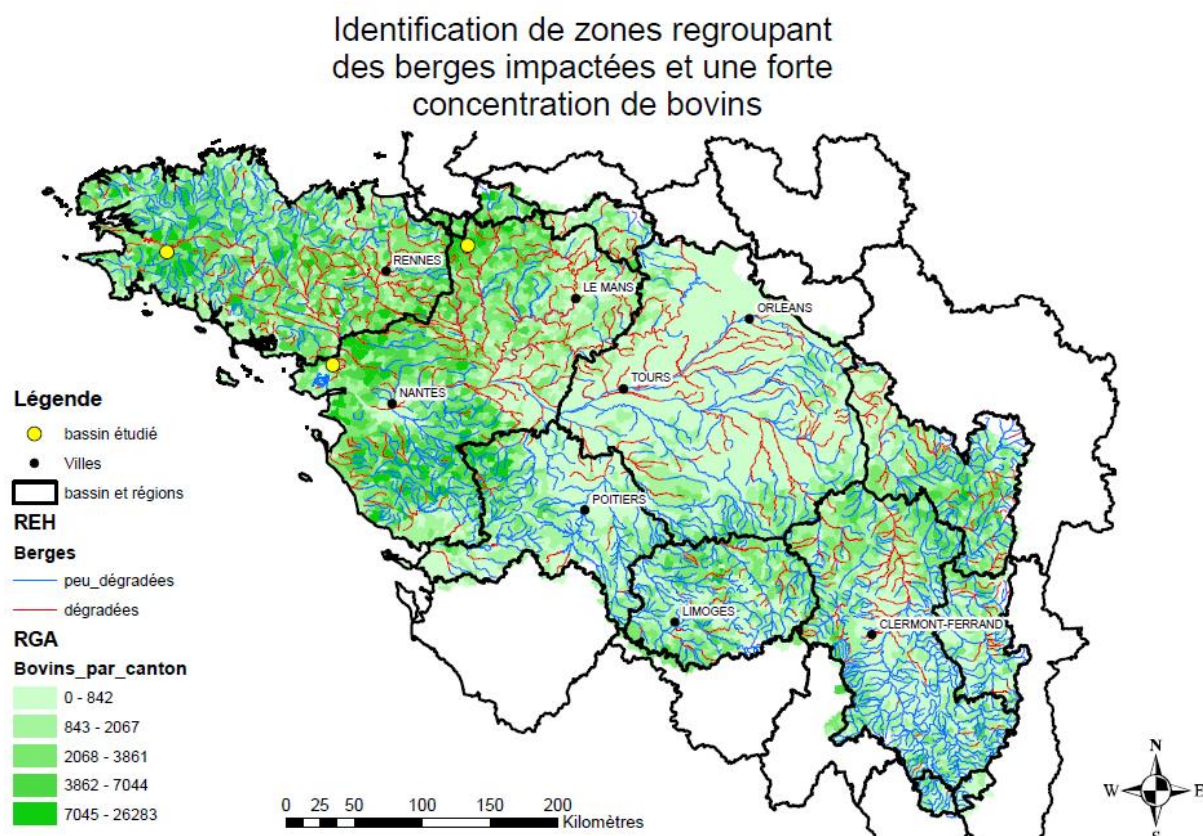


Figure 4 : carte des cours d'eau du bassin potentiellement impactés par le piétinement bovin des berges

Plusieurs zones ressortent de cette carte avec une forte densité de bovins par cantons dans l'Ouest du bassin (Bretagne et Pays de la Loire) et dans une moindre mesure sur une ligne Nord Limousin - Bourgogne.

Pour les berges, le REH (Réseau d'Evaluation des Habitats) de 2007 montre une majorité de cours d'eau aux berges dégradées sur les bassins de la Maine et de la Vilaine. Cependant le piétinement par les animaux n'est qu'un critère parmi d'autres pour le calcul du compartiment berge du REH. En effet les berges peuvent être considérées comme dégradées si elles sont artificialisées par exemple.

De plus, ne figure pas sur cette carte les plus petits cours d'eau qui sont plus facilement impactés par le piétinement.

C'est pourquoi la priorité est donnée aux régions où la densité de bovins est la plus forte pour le choix des sites d'étude.

A partir de cette carte le souhait était d'obtenir, à l'aide des différentes délégations de l'Agence de l'eau, différents sites où le piétinement de berges était présent mais qui étaient

préservés d'autres perturbations. La rivière « type » était donc un petit cours d'eau de tête de bassin où les analyses se focaliseraient sur la première prairie pâturée et piétinée.

La délégation Allier-Loire-amont (Clermont-Ferrand) a été contacté dans le but de trouver un site dans le secteur de la Saône-et-Loire, la délégation Anjou-Maine (Le Mans) pour un site au niveau de la Mayenne, les délégations Armor-Finistère (Saint Brieuc) et Ouest Atlantique (Nantes) pour un secteur dans le sud-est de la Bretagne ou de la Loire-Atlantique, et la délégation Poitou-Limousin (Poitiers) pour un site sur le plateau de Millevaches.

Assez rapidement un premier site a été identifié dans la Mayenne au niveau du bassin versant de l'Ernée, un deuxième en Loire-Atlantique à proximité du Brivet et un dernier dans le Finistère sur le bassin versant de l'Odé.

Le peu de temps disponible pour cette étude et des échanges plus tardifs avec les autres délégations ont conduit à limiter mes recherches à ces trois sites.

3 sites ont été retenus :

- Le bassin versant de l'Odé (figure 5)
- Le bassin versant de l'Ernée (figure 7)
- Le bassin versant du Brivet (figure 9)

2.2.1 Le bassin versant de l'Odé :



Figure 5 : Ruisseau Ar Guip à l'aval des piétinements (photo de gauche) et à l'amont (photo de droite)

Les mesures ont été réalisées sur un petit affluent de l'Odé appelé le ruisseau Ar Guip qui est un affluent rive droite. Tout comme l'Odé il prend sa source dans le Finistère au niveau de la Montagne Noire sur la commune de Tregourez.

Les prélèvements ont été effectués au niveau d'une prairie avec bovins située le plus en amont du ruisseau au niveau du lieu-dit Follézou.

Sur cette prairie la partie la plus amont du ruisseau n'est pas piétinée. Puis quelques piétinements ponctuels sont observés avant un secteur où les bovins traverse le cours d'eau. Cet endroit est fortement piétiné et modifie les écoulements du ruisseau. Plus à l'aval il n'y a plus de trace de piétinements grâce à la présence d'une clôture non fonctionnelle.

Un prélèvement d'invertébrés a été réalisé à l'amont de la zone piétinée et un à l'aval immédiat.

Les bâtonnets de colmatage ont quant à eux été répartis sur les différents radiers présents au niveau de la prairie (figure 6).

Bassin versant de l'Odet :

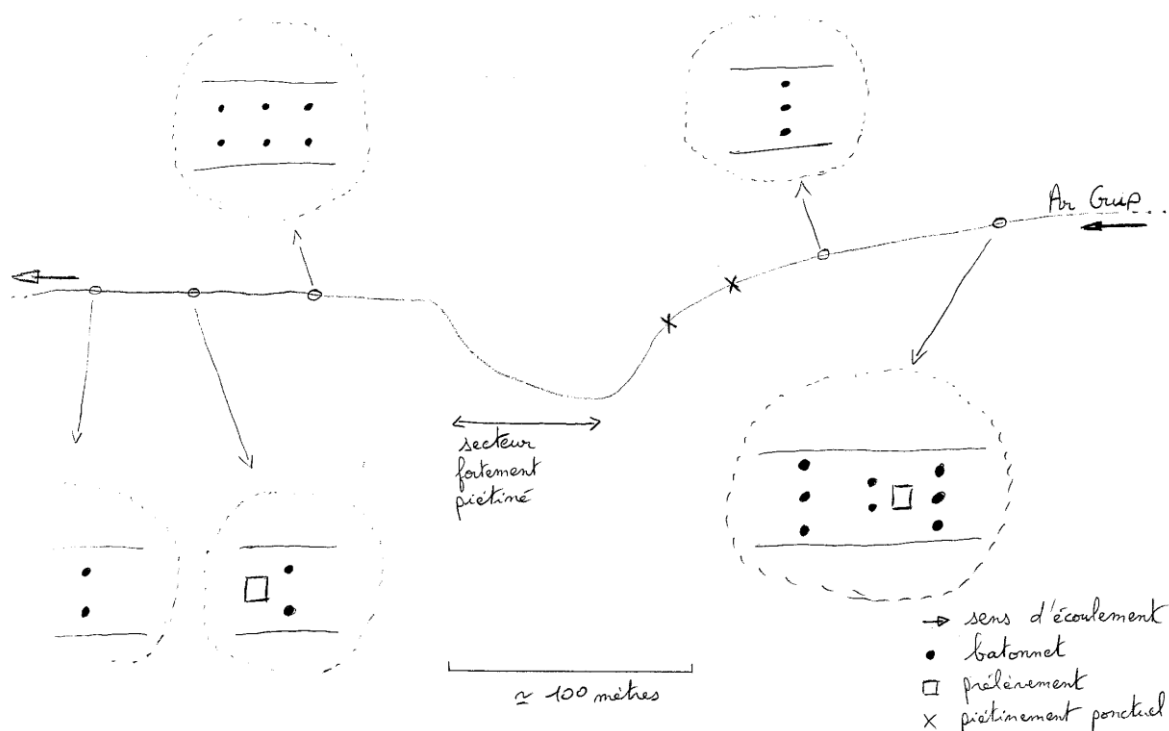


Figure 6 : Répartition des bâtonnets et des prélèvements sur le tronçon de cours d'eau prospecté

2.2.2 Le bassin versant du Brivet :



Figure 7 : Ruisseau de la Grande Doué (photo de gauche) et de la Chauvelière (à droite)

Les mesures ont été réalisées sur un petit cours d'eau, la Grande Doué, ainsi que son affluent, la Chauvelière. Ces deux ruisseaux prennent leur source dans la forêt de la Roche-Bernard. Après avoir traversé la RN165 (axe Nantes – Vannes) les deux ruisseaux s'écoulent au niveau d'une succession de prairie de fauche, de prairies pâturées, et de bois. C'est à ce niveau que sont observé les premières berges piétinées de façon ponctuelle par les bovins. Puis après la confluence le ruisseau de la Grande Doué s'écoule à travers de nombreuses prairies jusqu'à la

fin de son parcours vers les étangs de la Brière. Sur cette partie sont aussi observé des piétinements ponctuels de la berge.

Trois prélèvements dans le couple substrat-vitesse : pierre-25 à 75 cm/s ont été réalisés. Un premier sur la Grande Doué à l'aval de la confluence entre deux secteurs piétinés. Un deuxième toujours sur la Grande Doué mais à l'amont de la confluence et des piétinements. Enfin un dernier prélèvement est effectué sur la Chauvelière à l'amont des premiers piétinements (figure 8).

Bassin versant du Brivet :

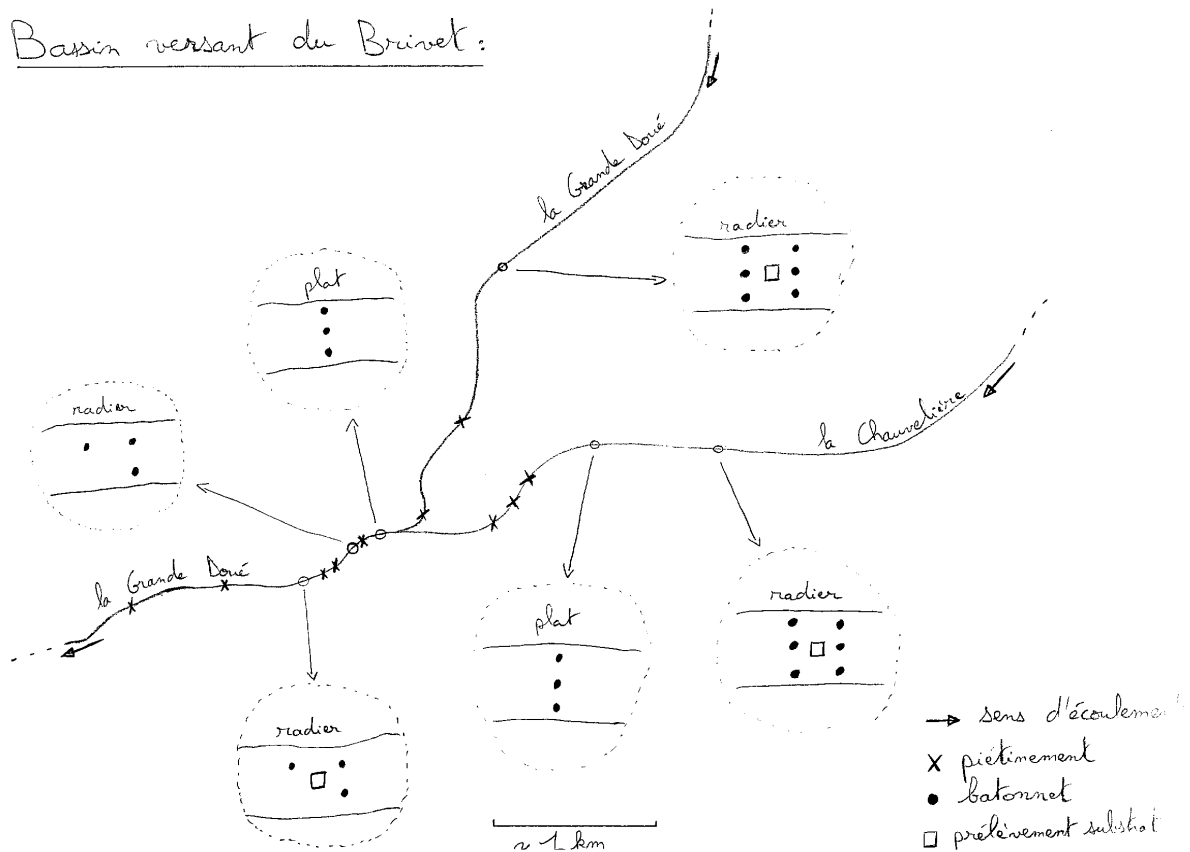


Figure 8 : Répartition des bâtonnets et des prélèvements sur les tronçons de cours d'eau prospecté

2.2.3 Le bassin versant de l'Ernée :



Figure 9 : Ruisseau piétiné de la Perche au niveau de la confluence avec le ruisseau des Orquées (photo de gauche) et le ruisseau aménagé de la buronnière (photo de droite)

Sur ce bassin trois ruisseaux ont été étudiés. Le premier, le ru de la Buronnière, situé sur la commune d'Ernée est un ruisseau aménagé pour limiter l'accès des bovins au cours d'eau. Ce ruisseau est fortement envasé et il est donc difficile de trouver le couple substrat – vitesse souhaité d'autant plus qu'une végétation dense couvre complètement le ru. Seul un secteur à l'aval de l'abreuvoir aménagé a permis un prélèvement. Les bâtonnets ont quant à eux été répartis d'amont en aval sur différents plats lotiques.

Le deuxième ruisseau, le ru des Orquées est quant à lui piétiné sur sa partie aval. Situé sur la commune de Montenay, il prend sa source dans la forêt de Mayenne pour en sortir au niveau de la prairie étudié et se jette toujours au niveau de cette prairie dans le ru de la Perche qui constitue le troisième ruisseau. Une réduction de la largeur du ru des Orquées est constaté après la zone piétinée. A ce niveau une partie de l'écoulement est détournée et l'autre partie s'infiltré.

Sur le ru des Orquées sont réalisés deux prélèvements : un à l'amont des premiers piétinements et l'autre à l'aval du secteur fortement piétiné. Les bâtonnets sont quant à eux répartis sur les différents radiers présents au niveau de la prairie et à l'amont dans la forêt de Mayenne (figure 10).

Sur le ru de la Perche qui traverse la prairie et est piétiné de façon plus ponctuelle, des prélèvements sont réalisés quelques mètres à l'amont de la confluence avec le ru des Orquées et à l'aval immédiat de cette même confluence. Des bâtonnets sont aussi placés sur les différents radiers présents à l'amont et à l'aval de la confluence (figure 10).

Bassin versant de l'Enée

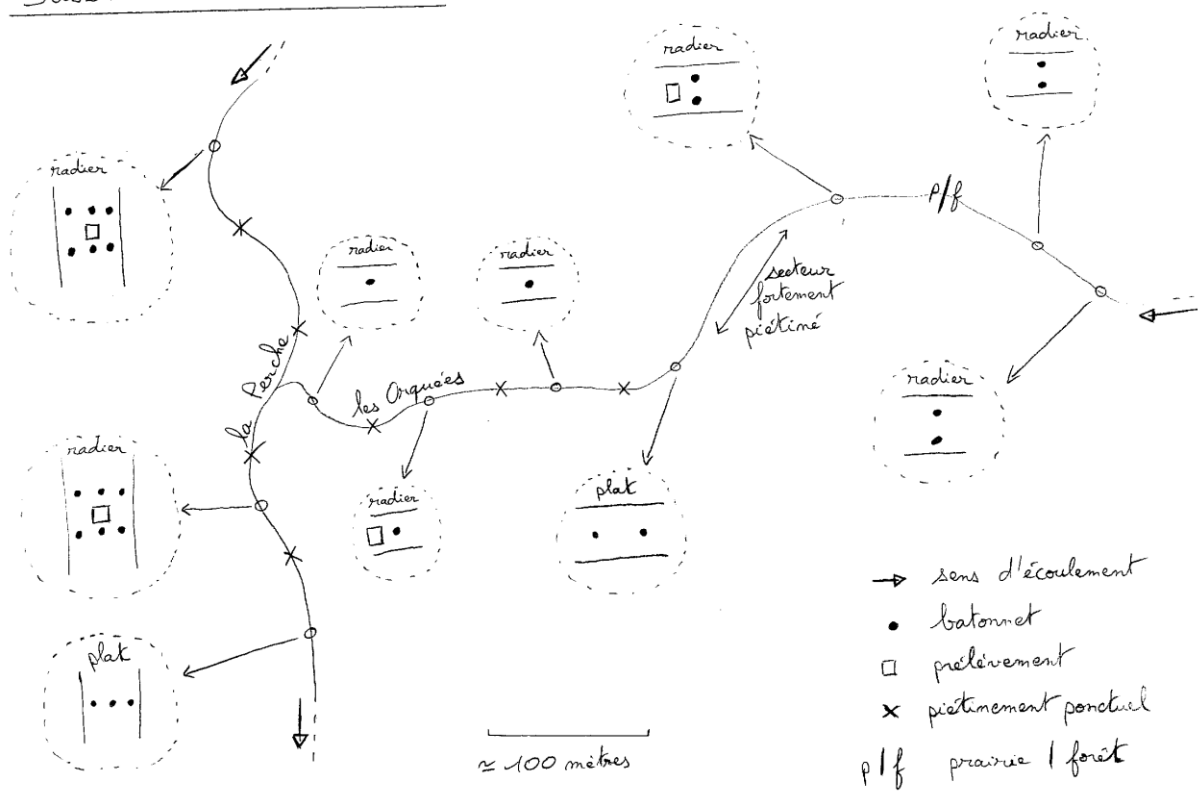


Figure 10 : Répartition des bâtonnets et des prélèvements sur les tronçons de cours d'eau prospecté

3 Résultats

3.1 Mesures biologiques

3.1.1 BV de l'Odet :

Les deux prélèvements ont été réalisés de façons identiques, c'est-à-dire au niveau d'un couple substrat-vitesse : pierre 25-75cm.s⁻¹.

Les populations d'invertébrés observées entre l'amont et l'aval (figure 11) montrent une grande disparité avec la présence de beaucoup plus d'individus dans le prélèvement amont ainsi qu'une plus grande diversité et des taxons plus représentatif d'un milieu de bonne qualité.

En effet 24 taxons différents sont présents à l'amont contre 14 à l'aval, 403 individus contre 228 et la présence de 2 individus de la famille des chloroperlidae à l'amont révèle un habitat de bonne qualité.

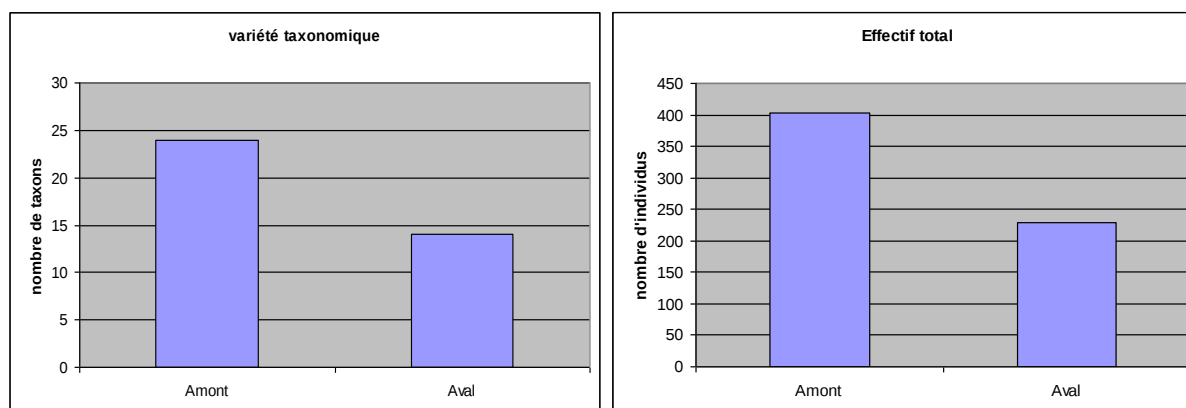


Figure 11 : Graphiques représentant les différences entre le prélèvement amont et le prélèvement aval.

3.1.2 BV du Brivet :

Les populations observées à l'amont des secteurs piétinés montrent une diversité supérieure à l'aval avec 19 et 18 taxons représentés contre 14 à l'aval (figure 12). De plus deux familles correspondant aux groupes indicateurs 6 ou 7 sont présentes alors qu'à l'aval la famille ayant le meilleur groupe indicateur est Leptoceridae avec 1 seul individu présent et correspondant seulement au groupe indicateur 4.

Les effectifs sont quant à eux similaires mais il faut noter que beaucoup d'individus (+ de 50%) sont des Oligochètes (GI 1) dans le prélèvement aval.

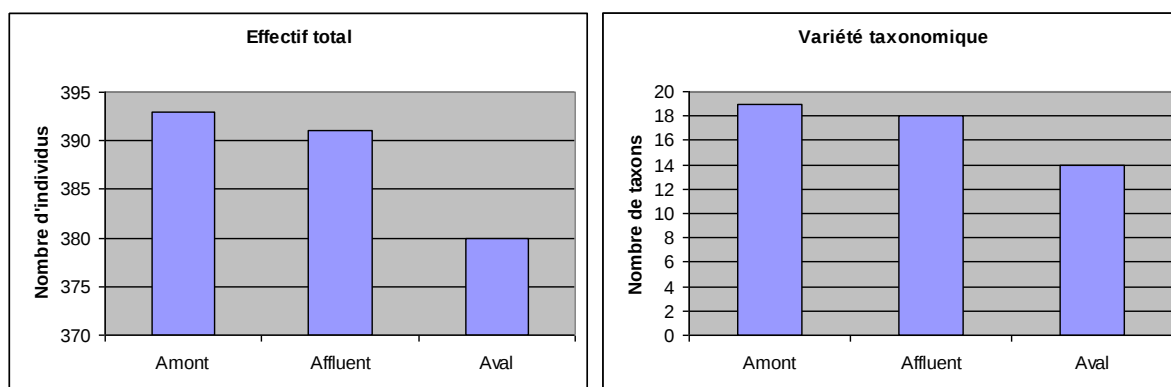


Figure 12 : Graphiques illustrant les différences entre les différents prélèvements.

3.1.3 BV de l'Ernée :

Au niveau du Ru des Orquées et du Ru de la Perche le piétinement des berges se fait en de nombreux endroits.

Sur le Ru des Orquées qui est un très petit cours d'eau on ne constate pas d'impact négatif du piétinement sur la population d'invertébrés. C'est l'inverse qui est en fait constaté avec une plus grande diversité taxonomique à l'aval (14 contre 12 à l'amont). Le nombre d'individus est aussi plus grand à l'aval (353 contre 210 à l'amont) grâce notamment à un grand nombre d'individus de la famille des Baetidae (Ephemeroptères). Pour les groupes indicateurs les Leuctridae sont présents à l'amont comme à l'aval mais les Leptophlebiidae représentant aussi du groupe indicateur 7 ne sont présent qu'à l'aval. Les Ephemeridae représentent le groupe indicateur 6 et ne sont représentés que par 1 seul individus à l'amont contre 12 à l'aval.

Pour le Ru de la Perche dont le Ru des Orquées est un tributaire au niveau de la prairie piétinée, les résultats ne montrent pas de différences flagrantes entre l'amont et l'aval de la confluence.

Le Ru de la Buronnière, qui a été aménagé, ne possédait pas à l'amont des anciens secteurs piétinés les caractéristiques recherchées pour le prélèvement d'invertébrés. Un seul prélèvement a donc pu être analysé à l'aval et les résultats montrent une diversité taxonomique moyenne avec 16 taxons présents. Le nombre d'individus est assez conséquent avec près de 350 individus mais plus de 70% d'entre eux sont des gastéropodes. Hormis un individu de la famille des Leuctridae les familles présentes possèdent des groupes indicateurs faibles témoignant d'une mauvaise qualité des habitats présents sur ce cours d'eau.

3.2 Mesures de colmatage

Le détail des profondeurs relevées pour chaque bâtonnet (figure 13) est présenté en annexe 1, 2 et 3. Les figures 14, 15 et 16 représentant la moyenne des profondeurs relevées par radier ou plat lotique.



Figure 13 : Bâtonnets colorés après 4 semaines dans le substrat.

3.2.1 BV Brivet :

De nombreux piétinements ponctuels des berges sont observés avec cinq abreuvoirs sauvages observés sur la partie aval de la Grande Doué, deux abreuvoirs et un passage à gué à l'amont de la confluence avec la Chauvelière ainsi que quatre abreuvoirs sur la Chauvelière.

Ruisseau de la Grande Doué :

A l'aval des piétinements trois bâtonnets sont situés sur un plat lotique, avec un substrat constitué de sables grossiers et de graviers. Le colmatage est observé dès le sommet des bâtonnets.

A l'aval de la confluence Grande Doué et Chauvelière, six bâtonnets sont implantés dont trois sur un plat lotique à l'aval immédiat d'une zone piétinée et les trois autres sur un plat lotique à l'amont immédiat de cette zone. A l'aval deux bâtonnets sont colmatés dès le sommet et le dernier à 7cm tandis qu'à l'amont un bâtonnet est colmaté dès le sommet, un autre est grisé et le dernier n'a pas été retrouvé.

A l'amont des piétinements sur la Grande Doué six bâtonnets ont été disposés sur un radier avec trois à l'avant et trois à l'arrière. Les trois bâtonnets en tête de radier montre un colmatage dès le sommet (environ 2cm). En fin de radier, deux bâtonnets montrent un colmatage presque dès la surface (1 et 3cm) alors que le dernier ne présente pas de trace

d'anoxie avant 14cm de profondeur. Il est à noter que ce dernier bâtonnet était situé là où l'écoulement était le plus important.

On y observe un substrat plus grossier qu'à l'aval avec la présence de blocs mais compris dans une « gangue » argileuse.

A l'amont des piétinements sur la Chauvelière, neuf bâtonnets sont implantés dont trois sur un plat lotique et six sur un radier. Au niveau du plat le bâtonnet situé au centre de l'écoulement présente un colmatage à 6cm de profondeur. Les deux autres plus proche des berges et avec un écoulement moindre montre un colmatage dès le sommet (1cm). Sur le radier les bâtonnets situés en tête de radier montre un colmatage compris entre 12 et 19cm et ceux situés en pied de radier entre 15 et 27cm.

Les moyennes de la profondeur de substrat oxygéné par radier ou plat lotique sont présentés dans la figure 14.

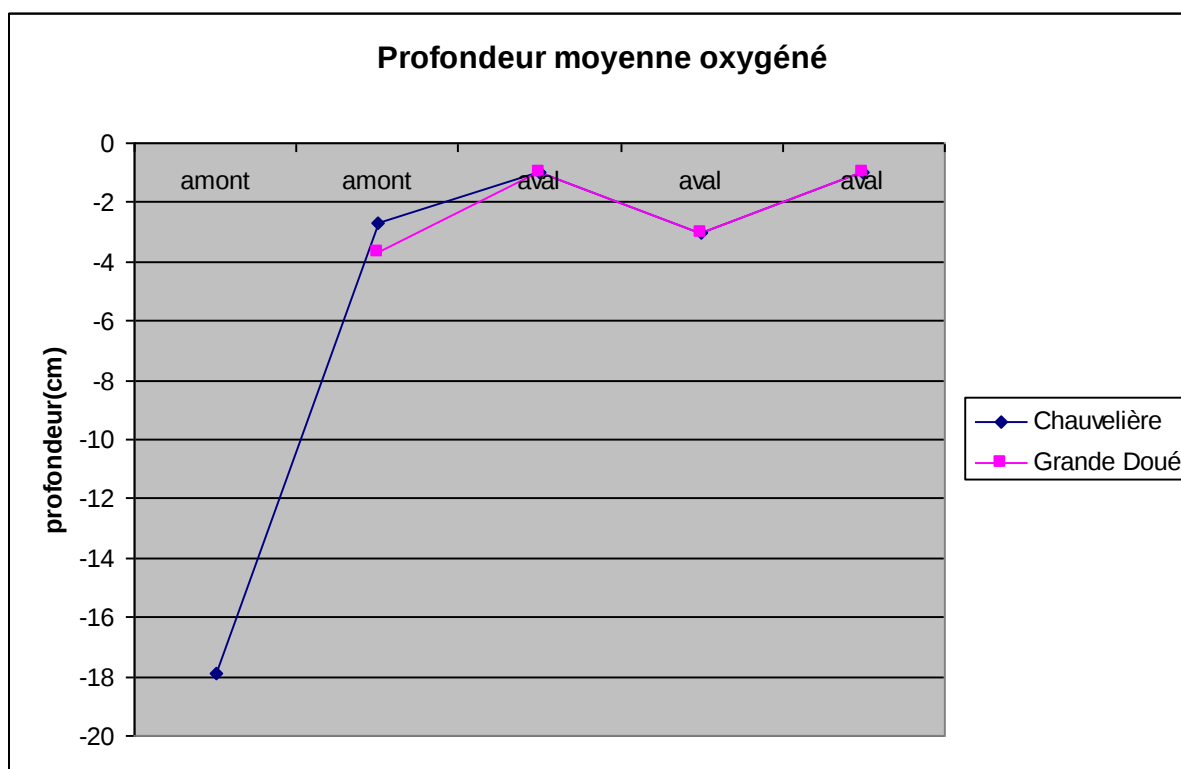


Figure 14 : Profondeur moyenne de substrat oxygéné par radier ou plat lotique.

A l'aval des nombreux piétinements, le colmatage du lit de la rivière est indiscutable mais le piétinement des berges par les bovins n'en est peut-être pas la seule origine. En effet le colmatage à l'amont des secteurs piétinés est déjà important sur le ruisseau de la Grande Doué où le substrat grossier repose sur un lit de pierre enchâssée dans une gangue argileuse. Sur le ruisseau de la Chauvelière par contre, le fond est beaucoup moins colmaté à l'amont mais au fur et à mesure que l'on va vers l'aval, on voit apparaître de la vase accompagnée de colmatage sans que le piétinement soit significatif ; en effet, un des points d'abreuvement est aménagé et les autres ne semblent pas avoir été utilisés depuis au moins quelques mois. La présence de vase et l'augmentation du colmatage peut être liée à une réduction de pente et/ou un changement de nature de la géologie du fond du lit qui s'approcherait de celle observée sur le ruisseau de la Grande Doué.

3.2.2 BV Odet :

Un colmatage en moyenne dès 12cm de profondeur à l'amont et dès 6cm à l'aval est observé. Ce qui semble correcte pour un cours d'eau de cette taille. Le lit étant toujours d'une largeur inférieure à 1m sauf au niveau des piétinements où il peut atteindre 2m (figure 15). A ce niveau le colmatage peut être observé visuellement avec un cours d'eau peu profond et un écoulement faible. Le cours d'eau semble en capacité de se décolmater.



Figure 15 : Zone piétinée sur le ruisseau Ar Guip.

La zone présente sur la figure 15 est celle où le piétinement est le plus marqué. Elle marque la transition entre l'amont et l'aval pour les prélèvements.

La figure 16 montre quant à elle la différence de profondeur à laquelle est constaté l'anoxie du substrat entre les bâtonnets placés à l'amont et ceux placés à l'aval du secteur piétiné.

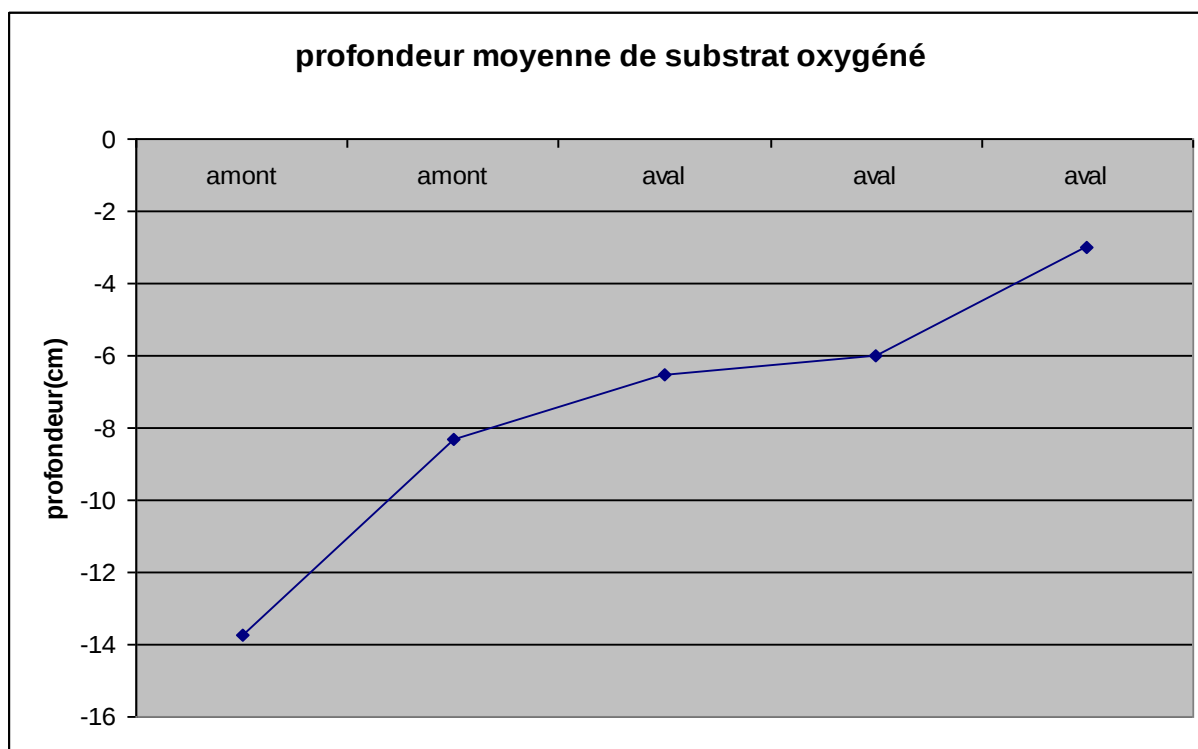


Figure 16 : Profondeur moyenne de substrat oxygéné par radier

Sur ce cours d'eau le fond du lit est constitué de matériaux grossier (sable grossier, gravier, pierre). L'apport de fines au niveau du piétinement peut entraîner le colmatage. Cependant, vu la nature du substrat du fond du lit et le fait qu'il ne présente pas de phénomène de pavage fort, il est probable que le fond du lit soit plus ou moins fortement remanié à chaque montée d'eau limitant le développement d'un colmatage fort. Ceci est soutenu par les résultats des mesures biologiques qui si ils font apparaître une dégradation, la qualité reste globalement bonne par rapport aux autres cours d'eau.

3.2.3 BV Ernée :

Sur les Orquées, un impact fort du piétinement est observable avec un colmatage moyen passant de 14 à 3cm en moyenne après la zone de piétinement.

Sur la Perche le phénomène est moins visible. Le cours d'eau est beaucoup plus grand. Les berges semblent s'éroder naturellement mais le phénomène est probablement amplifié par le bétail. Le colmatage y est peu présent avec en moyenne une profondeur d'anoxie vers 10cm (figure 17).

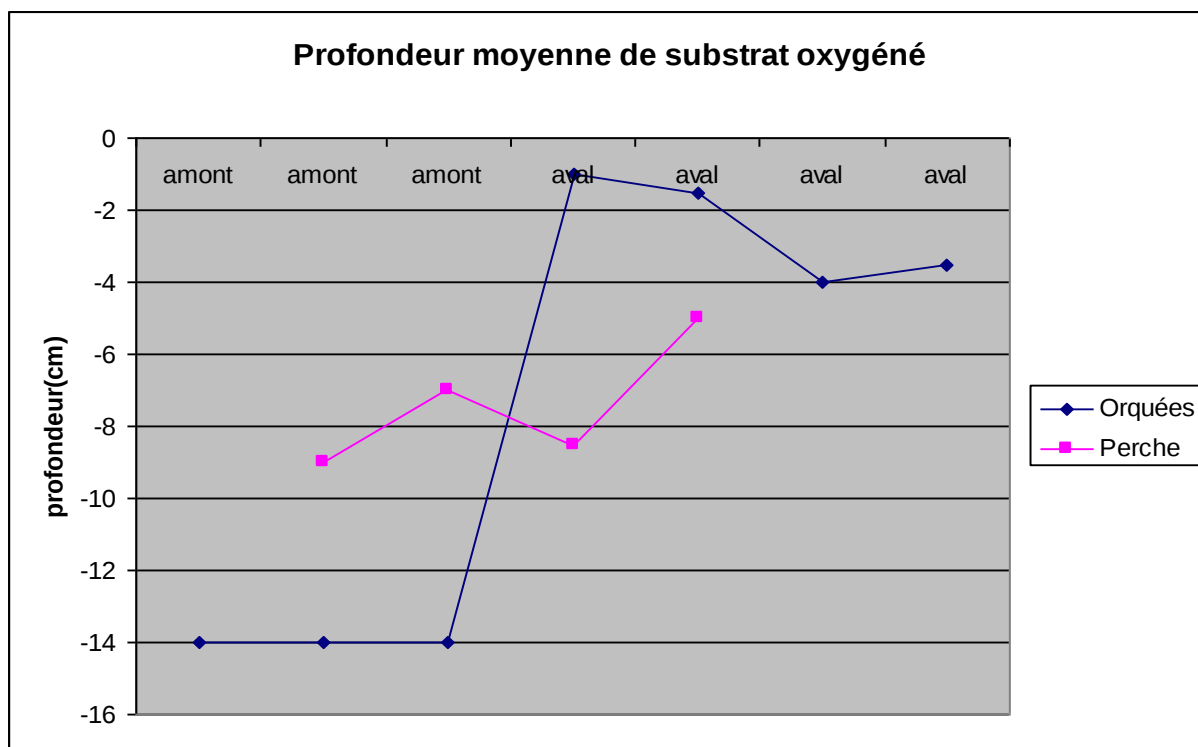


Figure 17 : Profondeur moyenne de substrat oxygéné par radier ou plat lotique

Sur le ruisseau aménagé tous les bâtonnets retrouvés ont montrés un colmatage important dès la surface (1 à 2cm). Ce ruisseau est fortement ensasé et les écoulements y sont faibles. L'impact du piétinement des berges par le bétail n'y est pas quantifiable.

Cependant des aménagements ont été effectués sur le ruisseau quelques mois auparavant limitant l'accès du bétail au ruisseau (clôtures, abreuvoirs, ponts). Les bâtonnets retrouvés 4 semaines plus tard étaient légèrement sortis du substrat (2 à 5cm) ceci pouvant s'expliquer par un départ d'une certaine quantité de vase en surface. La rivière est peut-être en train de se désensasement depuis la mise en place des clôtures. Ce qui indirectement confirme l'impact du piétinement des berges par le bétail sur le colmatage des habitats.

4 Discussion

Les résultats obtenus sur les trois bassins versants sont assez hétérogènes. En effet seul le ruisseau Ar Guip affluent de l'Odét dans le Finistère montre un impact net du piétinement bovin des berges sur le cours d'eau. Entre le prélèvement réalisé à l'amont de la zone piétinée et celui réalisé une cinquantaine de mètres à l'aval d'un secteur très piétiné, les résultats sont sans équivoque. Une diminution de la diversité taxonomique et du nombre d'individus est observée au niveau des macroinvertébrés benthiques. Les habitats sont donc moins nombreux et de moins bonne qualité pour un même substrat. De plus les bâtonnets mis en place dans le substrat montrent que la profondeur où est constatée l'anoxie de celui-ci est nettement moindre à l'aval qu'à l'amont.

Sur ce petit ruisseau la granulométrie du substrat et la pente sont importantes. Au niveau des secteurs piétinés la pente est la plus faible et le cours d'eau est deux fois plus large. Les écoulements et la profondeur d'eau y sont très faibles. La rivière peine à évacuer les apports en particules fines que lui apporte le piétinement. A l'aval de cette zone d'apports de particules fines la pente reste plus faible qu'à l'amont ce qui ne facilite pas l'évacuation des particules fines. Cependant la nature grossière du substrat non pavée doit permettre un décolmatage à chaque augmentation du débit. Il faut aussi noter qu'à l'aval de la zone piétinée le cours d'eau devient linéaire probablement en lien avec la rupture de pente qui permet une meilleure exploitation des terrains autour. A ce niveau, le cours d'eau est cependant bordé par de la végétation herbacée et arbustive qui limite les apports de fines. Cette végétation est elle-même protégée par une barrière électrique non opérationnelle lors des passages sur le terrain. Des mesures sur ce tronçon quelques centaines de mètres plus à l'aval seraient nécessaires afin de déterminer si le cours d'eau a la capacité ou non d'évacuer les sédiments apportés par le piétinement et de se rapprocher de la qualité du site amont. S'il était constaté une restauration de la qualité d'habitats pour les invertébrés et un substrat oxygéné plus en profondeur, la mise en place de clôtures et d'abreuvoirs ne s'avérerait pas nécessaire, la capacité d'auto-restauration du cours d'eau étant suffisante.

Le Ru de la Grande Doué ainsi que son tributaire le Ru de la Chauvelière, du bassin versant du Brivet présentent des résultats assez différents. A l'amont des secteurs piétinés, la profondeur de substrat oxygéné est faible et similaire à celle mesurée à l'aval sur la Grande Doué tandis qu'une profondeur supérieure est observée sur l'amont du tributaire.

A l'aval des nombreux piétinements, le colmatage du lit de la rivière est donc indiscutable mais le piétinement des berges par les bovins n'en est peut-être pas l'origine car le colmatage observé à l'amont des secteurs piétinés est lui aussi important notamment sur la Grande Doué. Par contre les populations d'invertébrés sur le substrat pierre présentent une plus grande richesse taxonomique sur les deux prélèvements à l'amont des piétinements que sur celui à l'aval. L'habitat est donc globalement de meilleure qualité à l'amont.

Sur la Grande Doué la biologie ne confirme pas les résultats de la géomorphologie avec une bonne diversité d'invertébrés sur un substrat très peu oxygéné à l'amont. Sur le tributaire, le substrat semble beaucoup mieux oxygéné que sur le cours d'eau principal, ce qui est plus en accord avec la meilleure diversité d'invertébrés trouvée qu'à l'aval.

Sur le linéaire étudié, sont observés deux abreuvoirs utilisés dans le secteur aval et trois abreuvoirs non utilisés récemment dans les secteurs amont. De plus les berges du cours d'eau sont occupées par de la végétation arborée et arbustive. Cependant dans la partie aval, le cours d'eau semble incisé avec un fond du lit à plus d'un mètre en dessous des berges alors que dans le secteur amont la hauteur du plein bord serait plutôt inférieure au mètre. Ceci permet

dans la partie aval une érosion de la berge verticale en dessous de l'horizon racinaire. Cette érosion peut alimenter le cours d'eau en particules fines qui du fait de la réduction de la pente sont plus difficilement évacuée vers l'aval. Ceci explique la faible épaisseur de vase observée sur ce site aval et la très forte épaisseur observée au niveau de la station de suivi du syndicat qui se trouve plus à l'aval, dans un tronçon avec une pente encore plus faible et donc moins d'énergie pour évacuer cette vase. La vase et le colmatage observés ne sont donc peut-être pas essentiellement dus au piétinement des berges par les bovins. Le colmatage peut peut-être s'expliquer aussi par la nature du substrat dans cette région qui paraît argileuse avec fréquemment des pierres prises dans une « gangue » d'argile (cf station amont sur la Grande Doué). Toutefois la perte de diversité taxonomique constatée à l'aval peut être imputée aux bovins, du fait des pollutions ponctuelles dues à leurs déjections directement dans le cours d'eau, mais aussi à l'apparition de la vase provenant de l'érosion des berges plutôt argileuses, vase qui ne constitue pas un milieu favorable aux espèces indicatrices de bonne qualité.

A noter que lors des mesures, la végétation arbustive de la berge rive droite de la station aval avait été coupée. On peut s'interroger sur l'objectif de cette action qui supprime la végétation contribuant à stabiliser la berge et réduisant les apports de particules fines qui participent à la constitution de la vase en aval en son absence.

Le bassin versant de l'Ernée est encore plus délicat à interpréter. Le petit ruisseau des Orquées qui a ses berges fortement piétinées sur sa partie la plus aval, c'est-à-dire au niveau de la prairie pâturée où il se jette dans le Ru de la Perche, donne des résultats biologiques inverses à ceux attendus. En effet il est de meilleure qualité à l'aval du piétinement intense qu'il subit. Pourtant les analyses avec les bâtonnets ainsi que les observations visuelles indiquent un colmatage plus fort. A son entrée sur la prairie, le ruisseau s'écoule sur un substrat grossier qui affleure à la surface. Après le secteur très piétiné, les éléments grossiers ne sont plus visibles à la surface car recouvert par des particules beaucoup plus fines d'origines organique et minérale. De plus, un développement d'algue est constaté à l'aval, signe probable d'un fort apport d'azote au cours d'eau.

Pour le ru de la Perche toutes les mesures ont été effectuées au niveau de la prairie pâturée à proximité de zones de piétinements. D'autres prairies pâturées sont présentes plus à l'amont sans que soit identifié la présence de point d'abreuvement. Si les zones de piétinement observées sont de la même étendue que celle du ru des Orquées, elles sont relativement à la taille du cours d'eau d'ampleur plus faible. (C'est sans doute une des raisons pour lesquelles les mesures sont à peu près similaires entre l'amont et l'aval de la confluence avec le ru des Orquées.) De plus ce ru possède un débit très inférieur à celui de la Perche donc son impact est limité et n'est sans doute pas perceptible sur les mesures réalisées.

Enfin les faibles variations de mesures peuvent aussi être expliquées par une rivière sinueuse alternant bien les faciès radier – mouille, érodant naturellement ses berges dans les zones convexes de ses méandres, ayant visuellement une bonne qualité hydromorphologique, malgré une absence de végétation arbustive stabilisatrice, qui lui permet probablement de s'autorestaurer après des altérations due au piétinement.

Au niveau du ruisseau aménagé, les bénéfices de la mise en place des clôtures et abreuvoirs sur ce ruisseau très envasé ne pourront être constatés qu'après 1 ou 2 années et surtout une bonne hydraulité qui pourra chasser la vase. Si la vase est chassée par une crue mais qu'elle revient ensuite, son origine sera à rechercher au-delà des berges du ruisseau qui sont bien végétalisées et peu érodées. Il faudra peut-être s'interroger sur la nature minérale ou organique de cette vase. Il est probable que seule la réduction de cet envasement, et si possible sa suppression, permettra de voir une amélioration nette de la qualité du ruisseau.

CONCLUSION

L'étude réalisée sur l'impact du piétinement bovin des berges sur l'état d'un cours d'eau montre globalement la nécessité de limiter cet impact sur les très petits cours d'eau inférieur à 1 mètre de large. Le peu de mesures réalisées sur les aménagements prévus pour lutter contre cet impact ne permettent pas de prouver leur utilité ou non. En revanche pour les plus grands cours d'eau (4 à 5 mètres pour le cas étudié) aucune « dégradation » de la qualité des peuplements n'est constatée entre l'amont et l'aval de secteurs fortement piétinés. Ce qui laisse à penser que la rivière a la capacité d'évacuer les apports de particules fines dus à la présence des bovins sans que cela n'altère globalement son état.

Par ailleurs, la pente et la nature des berges sont des facteurs importants pouvant expliquer l'apparition de vase qui a sûrement un impact qui n'a pu être évalué dans le cadre de ce stage mais qui devrait être étudié afin de connaître son poids relatif par rapport au piétinement.

Dans la perspective de prochaines études, des mesures liant la taille et l'énergie du cours d'eau à la densité de bovin et de piétinement pourraient aussi être effectuées pour déterminer à partir de quelle charge de bovin à l'hectare le cours d'eau n'arrive plus à évacuer les apports supplémentaires sans que son état ne soit altéré.

Il faudrait aussi réaliser des mesures de manière à évaluer la distance nécessaire pour que le cours d'eau restaure sa qualité, en fonction de son type et de son environnement. Cette connaissance acquise, il serait possible de cibler les actions sur les cours d'eau qui n'auront pas la capacité à se restaurer. Ceci s'accompagnant pour les mesures biologiques par la réalisation d'IBGN complet nécessaire pour déterminer une dégradation de la qualité des habitats des cours d'eau.

BIBLIOGRAPHIE

- Marmonnier, P., Delettre, Y., Lefebvre, S., Guyon, J., Leclere, H., Helard, E., 2002. Mise au point d'une méthode simple d'estimation du colmatage des sédiments des cours d'eau. Rapport final. Université de Rennes 1. 47p.
- SANDRE(Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau) données ruisseau Ar Guip [en ligne]. Disponible sur :
«http://services.sandre.eaufrance.fr/Courdo/Fiche/client/fiche_courdo.php?CdSandre=J4205800 » (consulté le 21/07/2011).
- SANDRE(Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau) données ruisseau de la Chauvelière [en ligne]. Disponible sur :
« http://services.sandre.eaufrance.fr/Courdo/Fiche/client/fiche_courdo.php?CdSandre=M8524600# »
- SANDRE(Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau) données ruisseau de la Grande Doué [en ligne]. Disponible sur :
« http://services.sandre.eaufrance.fr/Courdo/Fiche/client/fiche_courdo.php?CdSandre=M8524200 »
- SANDRE(Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau) données ruisseau des Orquées [en ligne]. Disponible sur :
« http://services.sandre.eaufrance.fr/Courdo/Fiche/client/fiche_courdo.php?CdSandre=M3325100 »
- SANDRE(Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau) données ruisseau de la Perche [en ligne]. Disponible sur :
« http://services.sandre.eaufrance.fr/Courdo/Fiche/client/fiche_courdo.php?CdSandre=M3324000 »

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte du bassin Loire-Bretagne(source: site internet www.centre.developpement-durable.gouv.fr)	5
Figure 2 : matériel utilisé sur le terrain avec de gauche à droite : un sac plastique, un décamètre, un bâtonnet, un pieu, un marteau, un filet surbeur, un bidon de formol 3%.	8
Figure 3 : Disposition des bâtonnets mesurant le colmatage sur différents radier de part et d'autre d'un abreuvoir aménagé ou d'un secteur piétiné, en vue de dessus.	9
Figure 4 : carte des cours d'eau du bassin potentiellement impactés par le piétinement bovin des berges	10
Figure 5 : Ruisseau Ar Guip à l'aval des piétinements (photo de gauche) et à l'amont (photo de droite)	11
Figure 7 : Ruisseau de la Grande Doué (photo de gauche) et de la Chauvelière (à droite)	12
Figure 6 : Répartition des bâtonnets et des prélèvements sur le tronçon de cours d'eau prospecté.....	12
Figure 8 : Répartition des bâtonnets et des prélèvements sur les tronçons de cours d'eau prospecté.....	13
Figure 9 : Ruisseau piétiné de la Perche au niveau de la confluence avec le ruisseau des Orquées (photo de gauche) et le ruisseau aménagé de la buronnière (photo de droite).....	14
Figure 10 : Répartition des bâtonnets et des prélèvements sur les tronçons de cours d'eau prospecté.....	15
Figure 11 : Graphiques représentant les différences entre le prélèvement amont et le prélèvement aval.	16
Figure 12 : Graphiques illustrant les différences entre les différents prélèvements.	17
Figure 13 : Bâtonnets colorés après 4 semaines dans le substrat.	18
Figure 14 : Profondeur moyenne de substrat oxygéné par radier ou plat lotique.	19
Figure 15 : Zone piétinée sur le ruisseau Ar Guip.	20
Figure 16 : Profondeur moyenne de substrat oxygéné par radier	20
Figure 17 : Profondeur moyenne de substrat oxygéné par radier ou plat lotique	21

ANNEXES

Annexe 1 : Liste des taxons d'invertébrés identifiés sur l'Ar Guip

Bassin versant de l'Odét (Ruisseau Ar Guip)

(sF)*: sous famille			Amont	Aval	Groupe Indicateur
CLASSE/ORDRE	FAMILLE	GENRE/ESPECE			
Oligochètes			72	7	1
Achètes	Erpobdellidae	Erpobdella	0	1	1
Bivalves	Sphaeriidae	Pisidium	1	0	2
Crustacés	Conchostracés (ordre)	Ostracodes	3	0	
Crustacés	Gammaridae	Gammarus	0	1	2
Diptères	Chironomidae	Chironominae (sF)*	146	115	1
Diptères	Limoniidae	Dicranota	17	32	
Diptères	Simuliidae	Simulii	1	3	
Diptères	Ceratopogonidae	Ceratopogoninae (sF)	2	2	
Diptères	Empididae	Clinocerinae (sF)	2	0	
Diptères	Empididae	Hemerodromiinae (sF)	1	0	
Coleoptères	Elmidae	Elmis	5	3	2
Coleoptères	Elmidae	Limnius	1	15	2
Coleoptères	Dystiscidae	Platambus	1	0	
Megaloptères	Sialidae	Sialis	5	0	
Odonates	Cordulegasteridae	Cordulegaster	1	0	
Ephéméroptères	Leptophlebiidae	Habrophlebia	14	0	7
Ephéméroptères	Ephemerellidae	Seratella	6	0	3
Ephéméroptères	Leptophlebiidae	Paraleptophlebia	0	2	7
Ephéméroptères	Baetidae	Baetis	0	1	2
Plécoptères	Leuctridae	Leuctra	84	41	7
Plécoptères	Leuctridae	Euleuctra	22	0	7
Plécoptères	Chloroperlidae	Chloroperla torentium	2	0	9
Trichoptères	Glossosomatidae	Glossosoma	7	2	7
Trichoptères	Sericostomatidae	Sericostoma	5	3	6
Trichoptères	Goeridae		2	0	7
Trichoptères	Limnephilidae	Limnephilinae (sF)	2	0	3
Trichoptères	Odontoceridae	Odontocerum	1	0	8
Nombre de taxons			24	14	
Nombre d'individus			403	228	

Annexe 2 : Liste des taxons d'invertébrés identifiés sur la Grande Doué et la Chauvelière

Bassin versant du Brivet (Ruisseau de la Grande Doué et de la Chauvelière)

(sF)*: sous famille			Ru de la Grande Doué		Ru de la Chauvelière	Groupe
CLASSE/ORDRE	FAMILLE	GENRE/ESPECE	Amont	Aval	Affluent	Indicateur
Oligochètes			47	208	32	1
Achètes	Erpobdellidae	Erpobdella	0	1	0	1
Gastéropodes	Planorbidae	Armiger crista	1	0	0	2
Gastéropodes	Ancylidae	Ancylus fluviatilis	0	2	0	2
Gastéropodes	Bithyniidae	Bithynia	0	0	3	2
Bivalves	Sphaeriidae	Pisidium	4	7	10	2
Bivalves	Sphaeriidae	Sphaerium	1	0	0	2
Crustacés	Gammaridae	Gammarus	123	65	177	2
Crustacés	Gammaridae	Equinogammarus	17	12	28	2
Diptères	Chironomidae	Chironominae (sF)	60	35	14	1
Diptères	Limoniidae	Dicranota	5	2	6	
Diptères	Ceratopogonidae	Ceratopogoninae (sF)	1	2	0	
Diptères	Simuliidae	Simulii	31	0	0	
Diptères	Tabanidae		2	0	0	
Coleoptères	Elmidae	Limnius	39	26	64	2
Coleoptères	Elmidae	Elmis	12	13	27	2
Coleoptères	Elmidae	Oulimnius	0	0	14	2
Megaloptères	Sialidae	Sialis	0	5	0	
Odonates	Corduliidae	Somatochlora metalica	0	0	1	
Ephéméroptères	Baetidae	Baetis	3	0	2	2
Ephéméroptères	Ephemerellidae	Seratella	0	1	1	3
Trichoptères	Hydropsychidae	Hydropsyche	10	0	6	3
Trichoptères	Polycentropodidae	Polycentropus	20	0	1	4
Trichoptères	Sericostomatidae	Sericostoma	11	0	0	6
Trichoptères	Glossosomatidae	Agapetus	5	0	2	7
Trichoptères	Glossosomatidae	Glossosoma	0	0	2	7
Trichoptères	Leptoceridae	Athripsodes	1	0	0	4
Trichoptères	Leptoceridae	Mystacides	0	1	0	4
Trichoptères	Limnephilidae	Limnephilinae (sF)	0	0	1	3
Nombre de taxons			19	14	18	
Nombre d'individus			393	380	391	

Annexe 3 : Liste des taxons d'invertébrés identifiés sur le bassin de l'Ernée

Bassin versant de l'Ernée

CLASSE/ORDRE	FAMILLE	GENRE/ESPECE (SF)*: sous famille	Ruisseau (Ru des Orquées)		Tributaire (Ru de la Perche)		Ru aménagé (Ru de la Buronnière)	Groupe Indicateur
			Amont	Aval	Amont	Aval	Aval	
Oligochètes			16	17	9	26	14	1
Gastéropodes	Ancylidae	Ancylus fluviatilis	0	9	37	39	9	2
Gastéropodes	Bithyniidae	Bithynia	0	0	4	26	232	2
Crustacés	Gammaridae	Gammarus	83	117	3	1	6	2
Crustacés	Gammaridae	Equinogammarus	18	9	0	0	1	2
Crustacés (écrevisse)			0	0	0	0	1	2
Diptères	Chironomidae	Chironominae	20	48	13	69	31	1
Diptères	Limoniidae	Dicranota	31	4	42	23	2	
Diptères	Limoniidae	Hexatoma	5	0	0	0	0	
Diptères	Limoniidae	Limoniini	0	2	0	0	0	
Diptères	Simuliidae	Simulii	0	11	2	0	0	
Diptères	Empididae	Hemerodromiidae (SF)	0	0	1	0	0	
Coleoptères	Elmidae	Elmis	1	0	2	1	19	2
Coleoptères	Elmidae	Limnius	0	0	0	1	12	2
Coleoptères	Elmidae	Oulimnius	0	0	2	0	0	2
Coleoptères	Elmidae	Esolus	0	0	0	1	0	2
Coleoptères	Hydrophilidae	Hydrophilus	0	0	0	0	1	
Hétéroptères	Veliidae	Microvelia	0	1	0	0	0	
Ephéméroptères	Baetidae	Baetis	25	116	49	39	9	2
Ephéméroptères	Ephemeridae	Ephemerella	1	12	1	3	0	6
Ephéméroptères	Baetidae	Acentrella	4	0	0	0	0	2
Ephéméroptères	Leptophlebiidae	Paraleptophlebia	0	2	0	1	0	7
Ephéméroptères	Ephemerellidae	Serratella	0	0	0	1	1	3
Ephéméroptères	Heptageniidae	Ecdyonurus	0	0	6	0	0	5
Plécoptères	Leuctridae	Leuctra	3	4	5	1	1	7
Trichoptères	Hydropsychidae	Hydropsyche	0	1	13	2	3	3
Trichoptères	Leptoceridae	Athripsodes	3	0	0	4	4	4
Trichoptères	Goeridae		0	0	2	0	0	7
Trichoptères	Hydroptilidae	Hydroptila	0	0	1	0	0	5
Nombre de taxons			12	14	17	16	16	
Nombre d'individus			210	353	192	238	346	