



MASTER
Espace Rural &
Environnement



MEMOIRE DE STAGE

Renaturation des cours d'eau, réel impact écologique?



Maître de stage: **Anne MUNDING**

Ann Claire CAILLAUD

Tuteur pédagogique: **Philippe AMIOTTE-SUCHET**

Promotion 2014-2015

Les remerciements

Je souhaite avant tout remercier l'ensemble des acteurs de la Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau et plus particulièrement Anne MUNDING pour m'avoir accepté auprès d'elle pendant ces 6 mois.

Un grand MERCI à Anne B., Anthony, Aude, Aurélie, Beatrice, Bertrand, Dolores, Cédric, Claire, Chloé, Danielle, Francis, Kathleen, Marie, Mathlide, Melinda, Nathalie, Nicolas, Noémie et Thierry pour leur accueil et leurs conseils durant cette demie année.

Merci aux élu(e)s et notamment à Monsieur Claude FAUVET et Monsieur Simon LECLERC pour avoir accepté ma présence au sein de leurs locaux.

Cette aventure n'aurait pas eu lieu sans la présence de Barbora, Thierry, Rémy, et Jérémie et ce mémoire n'aurait pas pris cette direction sans les conseils de Monsieur Philippe Amiotte-Suchet.

Il est important de ne pas oublier d'où on vient, c'est pour cette raison que le soutien de Nicolas fût important. Je remercie aussi Li et Samuel pour avoir eu un regard sur ce travail. Cette année n'aurait pas été aussi importante sans l'ensemble des personnes de la promotion du Master 2, et en espérant que des contacts seront toujours présents.

L'aventure continue...

La Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau

La Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau (CCBN), qui est présidée par Simon LECLERC (maire de Neufchâteau et 9^{ième} Vice-Président du Conseil Départemental des Vosges) et des 8 Vice-présidents, est située en Lorraine, dans le département des Vosges. Toutefois, une de ses communes, Liffol-le-petit, est rattachée au département de la Haute-Marne. C'est un territoire rural, regroupant 18 300 habitants sur 42 communes et pour une superficie totale de 2 381 hectares. La répartition démographique varie très fortement d'une commune à une autre, les extrêmes étant Lemmecourt et Neufchâteau, avec respectivement 31 et 6633 habitants en 2012.

La CCBN est une structure récente, créée le 15 décembre 2012 et issu de la Réforme des Collectivités Territoriales du 16 décembre 2010. La CCBN est donc la fusion de 3 Etablissements Publics de Coopérations Intercommunales (EPCI), les Communautés de Communes du Pays de Neufchâteau, du Pays de Jeanne et du Pays des Côtes et de la Ruppe, et le rattachement de 11 communes isolées. Suite à la création de cette nouvelles communauté, 2 Syndicats Intercommunal (SI) de Rivières, celui de la Saône et celui de la Meuse et du Vair ont été dissouts. Cette fusion a permis d'élargir et d'uniformiser le contour du territoire, mais aussi de regrouper et de renforcer les champs de compétences des acteurs territoriaux.

La CCBN détient 8 compétences (2 obligatoires et 6 facultatives), réparties en 2 grands groupes: (i) les services à la personne et (ii) l'aménagement et le développement du territoire.

Le premier rattache les compétences de la « Culture », du « Tourisme et patrimoine », du « Scolaire, périscolaire et petite enfance », des « Equipements sportifs » et du « pôle Déchets ». L'objectif de ce premier groupe est d'améliorer la vie quotidienne des habitants du bassin de Neufchâteau et de préserver le patrimoine. Ce groupe de compétence est très actif et représenté sur le territoire par un cinéma en régie directe, un pôle culturel (le Trait d'Union) et un projet d'un complexe cinématographique, de la piscine, des complexes sportifs et d'un camping.

Le second groupe est constitué des 2 compétences obligatoires, « Aménagement du territoire, urbanisme et habitat » et « Développement économique », et d'une compétence optionnelle: « Rivières et Paysages ». Les activités économiques sont représentées par le secteur de l'ameublement, filière très représentée sur ce territoire forestier. L'industrie agro-alimentaire avec la filière laitière sont importante. L'activité économique est aussi représentée par l'entreprise de recyclage du plastique. C'est au sein de la compétence « Rivière et Paysages » qu'a été réalisé ce stage et ce mémoire.

Au lendemain des inondations de 2001, les Communautés de Communes du Pays de Neufchâteau et du Pays de Jeanne ont pris la compétence « risque inondation – protection des personnes et des biens ». Suite à la fusion, cette compétence fût maintenue suite et renforcée par la prise de compétence « entretien et gestion des cours d'eau ». Le Projet de avec le projet d'Aménagement Hydrauliques et Environnementaux du Bassin de la Meuse Amont (HEBMA) mené par l'Etablissement Public d'Aménagement de la Meuse et de ses Affluents (EPAMA) et le réseau Natura 2000 renforcent entre autre cette compétence. A l'heure actuelle, Anne MUNDING (Directrice Adjointe Pôle Environnement et Développement), Mathilde CICCARELLA (Chargé de mission Natura 2000) et Claude FAUVET (Vice-Président à l'Aménagement du territoire, Habitat, urbanisme et Rivières) sont les acteurs de cette compétence.

Table des matières

Introduction	1
A. Le contexte européen et national	1
B. Le SDAGE du Bassin Rhin-Meuse	1
C. La Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau	2
1. Sa localisation et son contexte.....	2
2. La problématiques rivière sur le territoire	3
3. La problématique.....	4
La renaturation des cours d'eau.....	6
A. Quelques définitions	6
B. L'histoire de la restauration.....	6
1. La prise de conscience internationale et nationale.....	6
2. La prise de conscience par la Communauté de Communes.....	7
C. L'état des lieux	7
1. En France.....	7
2. Dans la région de la Lorraine et le département des Vosges	7
3. Au niveau de la Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau	8
Les ouvrages gênant la continuité écologique au sein de la Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau.....	9
A. L'état des lieux	9
1. Les différents types d'ouvrages présents sur les cours d'eau	9
2. L'état des lieux réalisé par les Bureaux d'Etudes SINBIO et WSP	9
3. Qu'est-ce qu'un « bon état » ? Les initiatives de la CCBN pour l'atteindre !.....	9
B. L'aménagement d'ouvrages transversaux	10
1. Explication des enjeux et des impacts	10
2. Les suivis réalisés suite à l'aménagement d'ouvrages transversaux	11
3. Les projets d'aménagement de seuil au sein de la CCBN et leurs objectifs.....	12
Le matériel et méthode de recherche des publications :.....	14
A. Les critères de choix des ouvrages transversaux	14
B. Les outils	14
C. L'analyse statistiques des résultats piscicoles du seuil des Treize Saules	14
Les résultats des suivis piscicoles.....	15
A. En France.....	17
1. Le Barrage de Cussy sur le Ruisseau de la Maria.....	17
2. Les trois seuils dans la vallée du Thouet	18
3. Le seuil des Treize Saules sur la Quillienne.....	19
4. L'Ancien Vannage sur le Ruisseau de la Courtonne	21

B.	En Belgique	22
1.	L'Ancienne forge Aminthe sur le Bocq.....	22
2.	Le déversoir de Spontin sur le Bocq.....	22
3.	Les conclusions.....	23
C.	Aux Etats-Unis	23
1.	Le dérasement du seuil sur the Manatawny Creek	23
2.	Le seuil de the Boulder Creek	24
3.	The South Batavia sur the Fox River.....	25
4.	The Shearer Dam sur the Calapooia	31
5.	The Zemko Dam sur the Eightmile River.....	31
6.	The Dead Lake Dam sur the Chipola River.....	32
	Discussion.....	35
A.	Les Analyses de forme	35
1.	L'analyse des données récoltées.....	35
2.	L'analyse des hauteurs de chute des études recensées	37
3.	L'analyse des actions menées ou envisagées.....	38
4.	L'analyse du nombre de relevés piscicoles.....	39
B.	L'analyses des résultats des études.....	40
1.	Les attentes suite aux aménagements d'ouvrages transversaux	40
2.	L'analyse des suivis piscicoles	40
C.	En conclusion et les limites de cette étude	44
D.	Les limites des suivis sur les programmes de renaturation.....	46
E.	Que faut-il attendre au niveau de la Communauté de Communes.....	48
	Conclusion et ouverture.....	49
	La bibliographie.....	51
	Les annexes	58

Table des figures

<i>Figure 1: Localisation de la Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau (Vosges) et ses principaux cours d'eaux et leurs affluents</i>	2
<i>Figure 2: Zones d'études des différents programmes de restauration et de renaturation des cours d'eau</i>	5
<i>Figure 3: Résultats de Baran (date inconnue) – Les densités de Truite en fonction de leurs classes d'âges – A l'amont (à gauche) et à l'aval (à droite)</i>	18
<i>Figure 4: résultats de l'étude sur le seuil des Treize Saules – résultats de l'Analyse en Composante Principale - stations en amont et en aval</i>	20
<i>Figure 5: Résultats de l'étude sur le seuil des Treize Saules - à gauche: l'indice de diversité de Simpson; à droite: l'indice d'équitabilité de Simpson</i>	20
<i>Figure 6 : Histogramme de la répartition en classe de taille des Truites de mer au niveau de la station en amont du seuil (modifiée d'après FCPPMA, 2014)</i>	21
<i>Figure 7 : Histogramme de la répartition en classes de tailles des Truites de mer au niveau de la station en aval du seuil (modifiée d'après FCPPMA, 2014)</i>	22
<i>Figure 8: Histogramme de l'abondance moyenne en amont et en aval de l'ouvrage à trois périodes différentes (modifiée d'après Bushaw-Newton et al., 2002)</i>	24
<i>Figure 9: Diagramme en boîte représentant la longueur des juvéniles et des adultes au sein des trois stations (modifiée d'après Stanley et al., 2005)</i>	25
<i>Figure 10: Analyse multivariée de la composition piscicole (modifiée d'après Maloney et al., 2008)</i>	26
<i>Figure 11: graphique représentant le pourcentage d'espèces insectivores en fonction des années de prélèvements et des différentes stations (modifiée d'après Maloney et al., 2008)</i>	27
<i>Figure 12 : Graphique représentant le ombre de taxons en fonction des années de prélèvements et des différentes stations (modifiée d'après Maloney et al., 2008)</i>	28
<i>Figure 13: Graphique représentant l'Indice de diversité de Shannon (H') en fonction des années de prélèvements et des différentes stations (modifiée d'après Maloney et al., 2008)</i>	28
<i>Figure 14: Graphique représentant le pourcentage de carpes capturées en fonction des années de prélèvements et des différentes stations (modifiée d'après Maloney et al., 2008)</i>	28
<i>Figure 15: Graphique représentant la biomasse piscicole (kg) en fonction des années de prélèvements et des différentes stations (modifiée d'après Maloney et al., 2008)</i>	30
<i>Figure 16: Graphique représentant l'indice IBI en fonction des années de prélèvements et des différentes stations (modifiée d'après Maloney et al., 2008)</i>	30
<i>Figure 17: Schéma du positionnement multidimensionnel non-métrique (Analyse des données) de l'ensemble des sites (modifiée d'après Poulos et al., 2014)</i>	32
<i>Figure 18: Histogramme représentant la fréquences des longueurs et la distribution des classes d'âges sans tenir compte de l'année 1991 (modifiée d'après Hill et al., 2014)</i>	33
<i>Figure 19: Histogramme représentant la fréquences des longueurs et la distribution des classes d'âges en tenant compte de l'année 1991 (modifiée d'après Hill et al., 2014)</i>	33

<i>Figure 20: Histogramme représentant la moyenne des biomasses piscicole par hectare en fonction des différentes dates de relevés (modifiée d'après Hill et al., 2014).....</i>	<i>34</i>
<i>Figure 21: Histogramme représentant la moyenne des abondances piscicoles par hectare en fonction des différentes dates de relevés (modifiée d'après Hill et al., 2014).....</i>	<i>34</i>
<i>Figure 22: Graphique en secteurs de la répartition des 12 analyses en fonction des 4 thématiques prédéfinies</i>	<i>36</i>
<i>Figure 23: Graphique en secteurs de la répartition des thématiques abordées par les 12 suivis abordés au sein de cette étude</i>	<i>36</i>
<i>Figure 24: Graphique en secteurs représentant la classification des ouvrages en fonction de 4 classes de hauteurs de chute.</i>	<i>37</i>
<i>Figure 25: Graphique en secteurs représentant la classification des ouvrages en fonction de 7 classes de travaux réalisés ou envisagés.....</i>	<i>39</i>
<i>Figure 26: Graphique en secteurs représentant la classification des ouvrages en fonction de 4 classes faisant références aux nombre de relevés.</i>	<i>39</i>
<i>Figure 27: Graphique représentant le retour schématique de la limitation de la migration piscicole (modifiée d'après Doyle et al., 2005)</i>	<i>45</i>

Table des tableaux

<i>Tableau 1: Liste des différents ouvrages transversaux inclus dans les deux programmes de restauration et de renaturation (Mathieu & Valette, 2015 ; WSP, 2015a ; WSP, 2015b ; WSP, 2015c ; WSP, 2015d ; WSP, 2015e ; WSP, 2015f ; WSP, 2015g ; WSP, 2015h).....</i>	<i>13</i>
<i>Tableau 2: Le récapitulatif des publications présentées au sein de cet étude</i>	<i>16</i>
<i>Tableau 3: Les effectifs estimés, la densité et la biomasse du Chabot commun, en 2002 et 2004, à l'amont et à l'aval du seuil (modifiée d'après Baran, date inconnue).....</i>	<i>17</i>
<i>Tableau 4: Les effectifs estimés, la densité et la biomasse de la truite commune, en 2002 et 2004, à l'amont et à l'aval du seuil (modifiée d'après Baran, date inconnue).....</i>	<i>17</i>
<i>Tableau 5: L'indice IPR aux niveaux des trois seuils dans la vallée du Thouet (modifiée d'après SMVT, 2007)</i>	<i>18</i>
<i>Tableau 6: Différences des moyennes Pré- et post- brèche (+/- Ecart-type) des mesures piscicoles par comparaisons par paire. (En gras : $p < 0,05$; en italique : $p < 0,10$) (modifiée d'après Maloney et al., 2008)</i>	<i>27</i>
<i>Tableau 7 : Différences des moyennes pré- et post- brèche (+/- Ecart-type) des mesures piscicoles par comparaisons de groupe de stations. (En gras : $p < 0,05$) (modifiée d'après Maloney et al., 2008).....</i>	<i>29</i>
<i>Tableau 8: Tableau récapitulatif des résultats des 12 études par ordre chronologique</i>	<i>41</i>

Les Acronymes

ACP : Analyse en Composante Principale

AERM : Agence de l'Eau Rhin Meuse

APD : Avant-Projet Détaillé

AVP : AVant-Projet

CCBN : Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau

CCPN : Communauté de Communes du Pays de Châtenois

COFIL : COmité de PILotage

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

DROM : Départements et Régions d'Outre-Mer

EPAMA : Etablissement Public d'Aménagement de la Meuse et de ses Affluents

EPCI : Etablissements Publics de Coopérations Intercommunales

HEBMA : Projet d'aménagement Hydrauliques et Environnementaux du Bassin de la Meuse Amont

IPR : Indice Poisson Rivière

LEMA : Lois sur l'Eau et les Milieux Aquatiques

ONEMA : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques

ROE : Référentiel des Obstacles à l'Ecoulement sur les cours d'eau

SANDRE : Service d'Administration National des Données et Référentiels sur l'Eau

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau

SDAGE-BRM : Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau du Bassin Rhin-Meuse

SI : Syndicat Intercommunal

Introduction

A. Le contexte européen et national

Une transformation et une artificialisation des territoires furent constatées suite au développement économique d'après-guerre, ceci impactant significativement les cours d'eaux. Les contraintes qui se sont exercées sur les milieux aquatiques, ont progressivement altéré les cours d'eaux de manière qualitative et quantitative (ONEMA a). Suite à ce constat, l'Union Européenne a décidé dans les années 2000 de définir une Directive européenne. La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) du 23 octobre 2000 (Le Parlement européen et le Conseil de l'Union européenne, 2000) développe une politique communautaire globale dans la gestion et la protection des eaux, par grand bassin hydrographique (Eau France a). Les deux grands objectifs sont l'atteinte du « bon état des eaux » d'ici 2015, 2021 ou 2027 et la non-dégradation des masses d'eau souterraines et superficielles.

La transposition de cette directive, dans la loi française, a été effectuée lors de la promulgation de la loi 2004-338 du 21 avril 2004 portant transposition de la directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000 (Assemblée Nationale et Sénat, 2004). La Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) du 30 décembre 2006 permet d'intégrer la DCE au sein de la loi française (Eau France, b).

B. Le SDAGE du Bassin Rhin-Meuse

La loi n°92-3 du 3 janvier 1992 (Assemblée National et Sénat, 1992) sur l'eau institue les grands principes des Schémas Directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE). Cependant, pour rentrer en conformité avec la DCE, les SDAGEs de 1992 vont être modifiés et deviendront en 2009 des « plans de gestion » tels que définies dans la DCE. La France présente 12 plans de gestion de bassin hydrographique (6 en métropole et 6 dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM)) (AERM et DREAL de Lorraine, 2014).

Le SDAGE du Bassin Rhin-Meuse (SDAGE-BRM) est celui qui s'applique sur le territoire de la Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau (CCBN). Pour mieux correspondre aux enjeux locaux, le SDAGE-BRM est subdivisé en deux plans de gestion, un pour le Bassin Versant du Rhin et un pour celui de la Meuse.

Le district de la Meuse est constitué de 145 masses d'eau superficielles selon la découpe réalisée par l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse (AERM) et la Direction Régional de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) de Lorraine. Le SDAGE-BRM 2016-2021 définit des objectifs de « bon état écologique et chimique » à atteindre. D'après le SDAGE-BRM, d'ici 2021, 54% des cours d'eau doivent être en « bon état écologique », 49% en « bon état chimique » en prenant compte des substances ubiquistes et 82% si les substances ubiquistes ne sont pas prises en compte. Entre 1 et 5% des masses d'eau sont candidates à l'atteinte d'un objectif moins strict (AERM et DREAL de Lorraine, 2014).

Pour les eaux de surfaces, au sein du Bassin versant de la Meuse, l'atteinte du bon état chimique est compromise par les produits phytopharmaceutiques et les métaux lourds. Au niveau des eaux souterraines la présence de nitrate est constatée en plus des substances précédemment citées. L'altération de la morphologie des cours d'eau est une pression identifiée par le SDAGE-BRM (AERM et DREAL de Lorraine, 2013).

La Meuse, long de ses 950 km, est un fleuve européen traversant la France, la Belgique et les Pays-Bas. Sa source se situe dans le Bassigny (Haute-Marne) et son exutoire est au niveau de la Mer du Nord. La Sambre est son plus grand affluent. Cette rivière permet de distinguer deux sous-bassins : la Meuse principale rattaché au SDAGE-BRM et la Sambre qui est inclus dans le SDAGE Artois-Picardie (DREAL de Lorraine, a).

Le mémoire se concentrera sur le cours d'eau de la Meuse et plus particulièrement sur le tronçon de la « Meuse Amont » selon l'EPAMA ou « Haute Meuse » selon l'AERM (Annexe 1). Le territoire de la Communauté de Communes se situe entre la source de la Meuse et la confluence de L'Aroffe.

C. La Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau

1. Sa localisation et son contexte

La Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau (CCBN) se situe dans le département des Vosges. La particularité de cette Communauté de Communes, constituée de 42 communes, est qu'elle est à cheval sur deux départements puisque la commune de Liffol-le-Petit fait partie du département de la Haute-Marne.

Le site est majoritairement sur un sol calcaire, avec une prédominance à l'Ouest d'un substrat perméable (Calcaire et marno-calcaire du Dogger) et à l'Est d'un substrat imperméable (terrains à prédominance argileuse ou marneuse du Callovo-Oxfordien) (WSP, 2014). En référence aux données issues du Corine Land Cover, la CCBN est un espace rural, principalement agricole et forestier avec des milieux semi-naturels. La Saône, le Vair et le Mouzon sont peu impactés par l'urbanisation comparée au cours d'eau de la Meuse. En effet, moins de 10% de la surface de la CCBN est occupée par le bâti (WSP, 2014).

Ce territoire, qui est une tête de bassin, a pour cours d'eau principal la Meuse. Ces principaux affluents sont le Mouzon, la Frézelle, le Vair et la Saône (Figure 1). La qualité écologique de ces cours d'eau est au sein de cette même figure. La confiance à avoir dans ces résultats est toujours importante sauf pour la masse d'eau Mouzon 2.

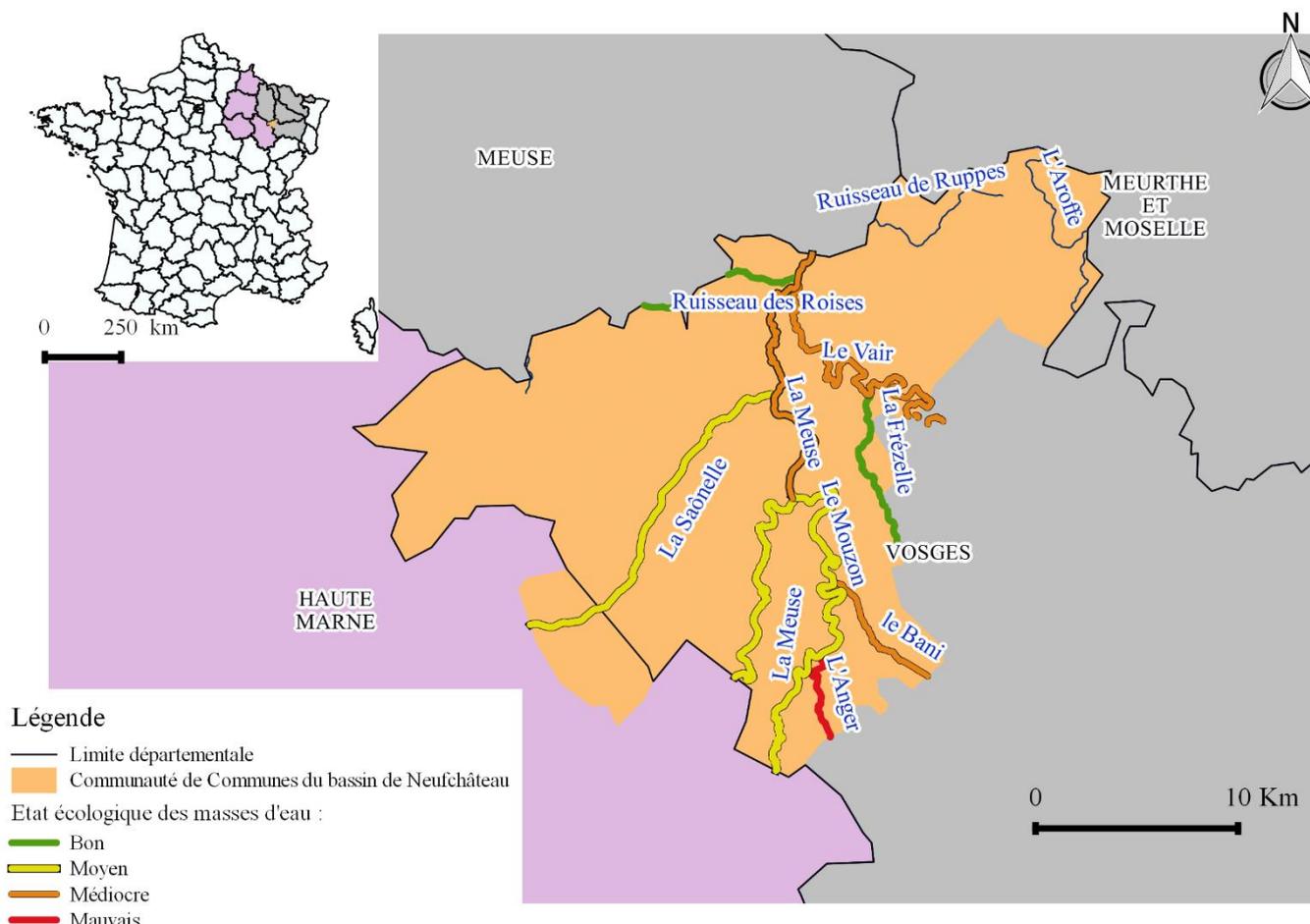


Figure 1: Localisation de la Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau (Vosges) et ses principaux cours d'eaux et leurs affluents

Remarque : Cinq communes (Avranville, Bréchainville, Chermisey, Grand et Trampot) situées hydrogéographiquement sur le Bassin Seine-Normandie sont inclus dans la CCBN. Ces communes sont toutefois d'après l'arrêté ministériel du 27/10/2010 modifiant l'arrêté du 16 mai 2005 rattachées au SDAGE-BRM (Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement, 2010).

2. La problématiques rivière sur le territoire

a) Les objectifs de la prise de compétence

A l'origine, l'intérêt porté par la CCBN était la protection de la population face aux inondations. En effet, l'ensemble des communes, et plus particulièrement Neufchâteau, est touché régulièrement par des inondations (Vigicrue ; EPAMA). Sur les 15 dernières années, 3 crues ont particulièrement marquées les habitants de la Communauté de Communes. La plus importante date de décembre 2001 avec une hauteur d'eau atteignant les 4,14 m (crue centennale), puis celle d'octobre 2006 (3,69 m) et enfin l'inondation d'octobre 2013 (3,15m) (Vigicrue ; EPAMA). Suite à ces nombreuses inondations, et en grande partie celle de 2001, la CCBN a adhéré à l'EPAMA qui a pour objectif à la protection face aux inondations sur le bassin de la Meuse français.

Par la suite, la CCBN a intégré les questions environnementales, puisque l'amélioration de la qualité écologique des cours d'eau permettrait de lutter aussi contre les inondations. De plus, ces actions répondent aux objectifs définis par le SDAGE Rhin-Meuse. Les actions clés menées sur le territoire de la CCBN sont, d'après les intitulées de mesures du SDAGE 2016 : l'amélioration de la continuité écologique des cours d'eau, la renaturation des cours d'eau, restauration d'une zone humide et la réduction de l'impact d'un plan d'eau.

Remarque : La première version du SDAGE 2016 modifie les dates butoirs pour atteindre le bon état écologique et chimique. Sur les 10 masses d'eau superficielles présentes sur le territoire de la CCBN, les dates butoir sont dans 50% des cas retardées pour l'atteinte du bon état écologique, avancés dans 50% des cas pour l'atteinte du bon état chimique sans molécule ubiquiste et non changées (60%) pour l'atteinte du bon état chimique en prenant en compte les molécules ubiquistes (AERM et DREAL de Lorraine, 2014b).

b) Les problématiques rattachées aux têtes de bassin versant

Les cours d'eau en tête de bassin versant représente 70 à 85% du réseau hydrographique (Peterson et al., 2001 ; Alexander et al., 2007). Leurs rôles innombrables sont fondamentaux pour garantir un bon état des masses d'eau (Bishop et al., 2008). Les zones en tête de bassin ont une importance hydrologique, physico-chimique et biologique. Elles sont génératrices de solutés et de sédiments, permettent la transformation de la matière organique et sont des zones de refuges thermique et face aux prédateurs. Cependant, ces cours d'eau sont soumis à de fortes contraintes telles que l'urbanisation massive ou le rejet de polluants. Ces zones sont donc vulnérables et menacées (Le Bihan, 2009 ; Mathieu, 2010). D'après le Bihan (2009), il est possible de constater une disparition jusqu'à 41% du chevelu de certains cours d'eau. Toutefois, il est nécessaire de ne pas confondre des pertes, comme par exemple les pertes de la Meuse, et l'enterrement de cours d'eau.

D'après Mathieu (2010) les connaissances concernant les têtes de bassins sont limitées et elle met en avant une absence de réflexion sur la notion de référence lors de leurs restaurations et renaturation. Toutefois, il est possible de constater une augmentation du nombre de publication à leurs sujets depuis une dizaine d'année, puisque de nombreux stages et thèses se consacrent à cette problématique (Baudoin, 2007 ; Le Bihan, 2009 ; Mathieu, 2010 ; Henner, 2013 ; Jan, 2013). Un programme LIFE Nature Ruisseaux de Têtes de Bassins et Faune Patrimoniale Associée a été mis en place et s'intéresse à la restauration et à la renaturation des têtes de bassins versant (PNR du Morvan et al., 2010).

c) Les actions menées à ce jour par la CCBN

Le territoire de la CCBN est complexe et très morcelé d'un point de vue de la « gestion hydraulique ». En effet, les principaux cours d'eau et leurs affluents ont été diagnostiqués, en vue de leurs restaurations et de leurs renaturation. Le Vair supérieur et la Frézelle, qui traversent les communes de Soulosse-sous-St-Elophé, d'Autigny-la-tour et de Rollainville, vont être intégrés dans le programme de la Communauté de Communes

du Pays de Châtenois (CCPC) (Annexe 1). Quant au Mouzon, il est sous l'autorité du Syndicat Intercommunal du même nom (Annexe 1). Pour plus de clarté, la Figure 2 présente les zones d'influences de ces 4 zonages sur le territoire de la CCBN.

La première étude fût réalisée de 2003 à 2008 par l'Etablissement Public d'Aménagement de la Meuse et de ses Affluents (EPAMA) dans son projet d'Etude Globale de la Meuse et de ses Affluents sur le bassin amont de la Meuse a été réalisé par le Bureau d'Etude Asconit Consultant et HYDRATEC. Comme son nom l'indique, cette étude s'intéresse à l'ensemble du territoire Meuse Amont. A l'heure actuelle, le projet d'aménagement Hydrauliques et Environnementaux du Bassin de la Meuse Amont (HEBMA) en est à la phase d'Avant-Projet (AVP), il est mené avec le Bureau d'Etude WSP (Annexe 1).

En 2014, la CCBN a lancé une étude complémentaire avec le bureau d'étude SINBIO. Cette étude s'est concentrée sur la Meuse, le Vair, la Saônelle et leurs affluents. Le phasage des travaux est en cours de réalisation et les travaux seront lancés courant 2017.

Pour le Vair supérieur et la Frézelle, une collaboration avec Communauté de Communes du Pays de Châtenois (CCPC) est en cours. Pour le Mouzon, la CCBN exerce sa compétence « rivière et paysage » en adhérent au Syndicat Intercommunal du Mouzon, structure active au-delà du territoire de la CCBN (Annexe 1).

La superposition de ces études, actions et structures est une volonté des acteurs locaux. En effet, les deux programmes (HEBMA et l'étude réalisée par le bureau d'études SINBIO) sont complémentaires et permettent de traiter l'ensemble du territoire. De plus, ceci permet d'intégrer les actions au sein d'une échelle locale mais aussi régionale. L'intégration du Vair supérieur dans un programme lancé par la CCPC permettrait de travailler à une plus large échelle, et donc d'intégrer les actions déjà envisagées par ailleurs.

3. La problématique

D'après plusieurs publications (Shuman, 1995 ; Bernhardt et *al.*, 2005 ; Morandi et *al.*, 2014 ; Nakamura et *al.*, 2015), très peu de suivis de travaux de renaturation et/ ou de renaturation de cours d'eau existent à l'échelle mondiale. La plus part du temps, il est difficile d'avoir accès à ces publications. En France, un recueil regroupe des retours d'expériences (ONEMA b). Pour finir, très peu de publications analysent les résultats issus des différents suivis (Bednarek, 2001). C'est donc pourquoi ce mémoire essaye d'analyser ces résultats et cherche à répondre à la problématique suivante : Quelle est la vitesse d'amélioration des cours d'eau suite à l'aménagement des ouvrages transversaux ?

Les suivis piscicoles seront la base de cette étude, et sont intéressants du fait qu'ils sont reliés à la qualité des habitats d'un point de vue morphologique et physico-chimique. L'amélioration piscicole est un des résultats attendus et visible aux yeux du public. Dans le meilleur des cas, certains suivis pourront se baser sur l'Indice Poissons Rivière (IPR). Cette démarche est très instructive car elle permet la comparaison entre le milieu analysé et un milieu référent.

L'hypothèse de base est qu'une amélioration rapide des cours d'eau, c'est-à-dire 1 à 2 ans suivant les travaux, serait constatée après l'aménagement d'ouvrages latéraux. Cette amélioration serait visible au niveau de la richesse spécifique mais aussi sur la reproduction. Le nombre de juvénile serait plus présent puisque les géniteurs seraient en capacité d'intégrer de nouvelle zone de frayères. L'abondance et la densité piscicole pourrait être plus importante suite à la réalisation des travaux. La composition spécifique se rapprocherait de celle d'un peuplement salmonicole.

Le mémoire se découpe en 5 parties. La première traitera des origines de la renaturation des cours d'eau et permettra d'effectuer un état des lieux à différentes échelles spatiales. Le second point abordera les ouvrages transversaux et leurs suivis. Enfin les trois dernières parties permettront de répondre à la problématique. Dans un premier temps une partie définira le protocole de recherches des travaux, par la suite un récapitulatif des différents suivis réalisés en France, en Belgique et aux Etats-Unis et finalement une discussion de ces résultats sera réalisée.

La renaturation des cours d'eau

A. Quelques définitions

Les termes de « restauration » et de « renaturation » ont, en fonction des disciplines et du contexte, des significations différentes. Pour ne pas avoir d'ambiguïté durant la lecture de ce rapport, ces termes sont définis ci-après.

En général, le terme « restauration » désigne un retour à l'état initial. En écologie, ce terme désigne l'objectif de retourner vers un état de référence. Cela vise les aspects chimiques et physiques de l'habitat et des espèces (Bradshaw, 1996). Dans le domaine hydrologique, le terme de restauration est considéré comme un niveau de renaturation. La renaturation est avant tout une restauration des fonctions naturelles des cours d'eau (Adam et *al.*, 2007). Les programmes de restauration ont pour principe de recréer une continuité écologique (Malavoi & Bravard, 2014).

D'après Brun et *al.* (2014), 4 niveaux de restauration peuvent être définis dans le domaine de l'hydrologique. Le premier est la diversification dont le principe est de mettre en place des éléments permettant d'améliorer les habitats et l'écoulement des eaux. Le second niveau est le compromis qui a pour objectif de composer avec le fait de diversifier les habitats tout en prenant en compte la possible destruction d'ouvrages, si cette destruction n'a pas d'impact sur les milieux alentours. Le troisième est la recréation du tracé « non historique » du cours d'eau. Au final, l'échelon le plus ambitieux et souvent le plus coûteux est la renaturation. Le but étant de retrouver un état naturel ou d'origine. C'est donc une reconquête de l'espace du cours d'eau grâce à la démolition des ouvrages transversaux et longitudinaux.

Le terme de « renaturation » est donc, comme vu précédemment un niveau de restauration. Cependant, il définit l'entretien des berges et de la ripisylves.

B. L'histoire de la restauration

1. La prise de conscience internationale et nationale

La restauration des rivières est un phénomène récent qui a émergé dans la recherche scientifique dans les années 1980. L'intérêt mondial pour restaurer les cours d'eau a débuté dans les années 90 et est originaire d'Amérique du Nord et d'Europe (Morandi, 2014).

Par rapport aux pays européens, la France est en retrait sur cette problématique. Cependant, il est possible de constater depuis ces 30 dernières années, une augmentation des publications traitant de travaux réalisés en France. Malgré une augmentation de la prise de conscience de cette problématique, les acteurs de la gestion environnementale et les scientifiques pensent que cet engouement n'est pas à la hauteur des enjeux (Morandi, 2014).

Au cours des années 70, les Syndicats Intercommunaux ont vu le jour suite à la constatation de l'abandon et de la disparition des rivières depuis le début du XX^{ème} siècle. Par la suite, les problèmes hydrauliques et paysagers ont été les enjeux durant les années 70 et 80. La question des travaux sur le milieu n'était pas présente à cette époque. A partir des années 90, en plus de ces questions s'ajoute les enjeux écologiques. Dans les années 2000, les discussions autour de la DCE permet de définir le champ lexical et les concepts dans ces domaines.

Le moteur principal des restaurations et des renaturations de cours d'eau sont les Agences de l'Eau et les Etablissements Publics de Coopérations Intercommunales (EPCI) (Morandi, 2014). Le Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau en est un exemple.

2. La prise de conscience par la Communauté de Communes

A la fin des années 60, 5 Syndicats Intercommunaux (SI) ont vu le jour pour répondre aux problématiques de d'assainissement et des travaux d'entretien des berges qui étaient présent sur le territoire. Les SI majoritaires, présents sur le territoire, étaient :

- le SI de curage de la Meuse Supérieure et du Vair Inférieur,
- le SI pour l'assainissement de la vallée du Mouzon qui deviendra le SI d'aménagement hydraulique de la vallée du Mouzon,
- le SI d'aménagements hydrauliques du bassin de l'Anger,
- le SI de réhabilitation du Vair et de la Vraïne,
- le SI du bassin de la Saône.

Avant la création de la CCBN, les Communautés de Communes du Pays de Neufchâteau et du Pays de Jeanne avaient la compétence « risque inondation ». Lors de la fusion des Communauté de Communes sur le territoire du Bassin de Neufchâteau, cette compétence fût maintenue suite à la fusion et renforcer par le regroupement avec les deux syndicats de rivières. En effet, le SI de curage de la Meuse Supérieure et du Vair Inférieur et le SI du bassin de la Saône ont été dissout suite à l'arrêté n° 2654/2012 du 31 décembre 2012 portant modification des statuts de la Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau (Direction de la réglementation, des collectivités locales et des élections, 2013a). Le 1^{er} janvier 2013, jour de la création de la CCBN, celle-ci a récupéré la compétence « protection et mise en valeur de l'environnement » en réfère l'arrêté inter-préfectoral n°1586/2012 du 22 novembre 2012 portant création de la Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau (Direction de la réglementation, des collectivités locales et des élections, 2013b).

C. L'état des lieux

1. En France

L'étude de Morandi & Piégay (2011) recense les actions de restaurations qui ont été portées à connaissance sur internet. Cette étude s'est portée sur des travaux concernant les hydrosystèmes. Le franchissement piscicole et les actions de réintroduction n'ont pas été considérés. Cette étude conclut qu'entre 1985 et 2009, 480 actions de restaurations ont été portées à connaissances sur internet. Ce nombre a largement augmenté suite à la mise en place de la DCE, puisque 264 actions de restaurations ont été portées à connaissance après 2001. Au vu des conclusions de cette même étude, le nombre d'actions menées entre 1985 et 2009 est bien estimé.

A l'échelle nationale, le mot d'ordre est de rétablir en priorité la continuité écologique. C'est dans ce contexte qu'a vu le jour en 2010 un référentiel des obstacles à l'écoulement (ROE). Il regroupe l'ensemble des données recensé par les différents services. En mai 2014, l'ONEMA a mis à jour le ROE et dénombre, en France métropolitaine 76 292 ouvrages dont 2000 étant des ouvrages hydro-électriques. Les barrages, écluses, seuils et moulins sont considérés comme ouvrages transversaux (ONEMA c ; ONEMA d). Ces nombreux ouvrages font potentiellement obstacle aux processus naturels des transferts écologique et sédimentaire et compromettent l'atteinte du « bon état » des masses d'eaux naturelles (Eau France c). L'ONEMA a pour projet d'associer ce référentiel à une base de données sur la continuité écologique, ou ICE, qui permettra d'accéder aux données informant sur la franchissabilité écologique et sédimentaire des ouvrages (Weingertner et *al.*, 2010).

2. Dans la région de la Lorraine et le département des Vosges

Tout comme à l'échelle nationale, la priorité en Lorraine est la continuité écologique. Pour preuve, l'AERM a défini des quotas en termes d'aménagement d'ouvrages transversaux pour garantir la circulation piscicole et sédimentaire, tout en améliorant la qualité de l'eau. Le SDAGE 2016-2021 définit un quota de 140 aménagements sur le secteur de la Meuse, de 350 sur le secteur de la Moselle Sarre et 500 sur le secteur du Rhin supérieur (AERM, 2015). D'après le ROE, 4574 ouvrages sont présents en Lorraine dont 1507 dans

le département des Vosges (ONEMA c). Cela représente respectivement 6% et 2% du nombre total d'obstacles à l'écoulement recensé en mai 2014. Au vu de ces chiffres, l'effort à fournir pour retrouver une complète continuité écologique reste important. D'après Morandi (2001) l'AERM incite surtout les restaurations écologiques.

3. Au niveau de la Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau

Les bureaux d'études SINBIO, Asconit Consultant et WSP ont travaillé à des échelles différentes. L'étude HEBMA permet de se concentrer sur 38 zones problématiques présentes sur le territoire de la CCBN. Ce programme regroupe à lui seul 71 zones sur l'ensemble de la Meuse Amont. Les travaux envisagés sont divers (WSP, 2015) :

- des protections localisées et des zones de ralentissement dynamiques,
- des lits d'étiage,
- des restaurations d'annexes hydrauliques et de zones humides,
- des zones de diversification d'écoulement,
- des aménagements de seuils.

Le travail du bureau d'études SINBIO permet de traiter les problématiques locales. En effet, des aménagements de seuils et de buses, des abreuvoirs, des travaux de restauration de la végétation rivulaire, des aménagements de traversées urbaines et des protections de berges sont envisagés au sein de ce programme (Mathieu & Valette, 2015).

Les ouvrages gênant la continuité écologique au sein de la Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau

A. L'état des lieux

1. Les différents types d'ouvrages présents sur les cours d'eau

L'origine de la réalisation d'ouvrages transversaux sur le territoire de la Communauté de Communes est liée au développement de l'économie locale. De nombreux commerces tels que des tanneries, des boucheries, des moulins, des scieries et des forges ont vu le jour au début du siècle dernier. La mise en place d'ouvrages transversaux a donc permis de maintenir une hauteur d'eau constante sur l'ensemble du territoire, ceci permettant le développement et le maintien de ces commerces. Aujourd'hui, ces ouvrages n'ont généralement plus d'utilisation de nos jours.

Les ouvrages gênant la continuité écologique peuvent être classés en deux groupes. Le premier concerne les ouvrages longitudinaux, ceci regroupe les digues et les protections de berges. Le second groupe rassemblant les ouvrages transversaux tels que les seuils, les barrages et les grands barrages. Le seuil est un ouvrage, fixe ou mobile, qui barre tout ou partie du lit mineur. En général sa hauteur est inférieure à 5 mètres. Au contraire, un barrage barre plus que le lit mineur et de manières générales, sa hauteur est supérieure à 5 mètres (Weingertner et *al.*, 2010). Finalement, les grands barrages ont une hauteur supérieure à 20 mètres. Ces derniers sont soumis à une réglementation plus stricte que les deux premiers ouvrages (FNE, 2014). Les déversoirs sont quant à eux des sorties de canal ou d'étang. Comme cité précédemment, les ouvrages transversaux sont répertoriés dans le ROE.

2. L'état des lieux réalisé par les Bureaux d'Etudes SINBIO et WSP

Les bureaux d'études SINBIO et WSP ont travaillé sur l'aménagement de 18 ouvrages transversaux (tableau 1) sur la Meuse, le Vair, la Saônelle et leurs affluents (Mathieu & Valette, 2015 ; WSP, 2015). Le Vair, la Saônelle et leurs affluents sont les cours d'eau ayant le plus d'ouvrages transversaux recensés.

D'après le dernier recensement du ROE, 31 ouvrages sont présents sur le territoire de la CCBN (ONEMA c). Leurs répartitions sur les cours d'eau passants sur le territoire de la CCBN est le suivant : 11 sont présent sur la Meuse et sur la Saônelle plus ces affluents, 5 ouvrages sont sur le Mouzon tout comme sur le Vair plus leurs affluents, et un se situe sur le ruisseau des Roises. La carte de la localisation des ouvrages qui vont être aménagés et du dernier recensement ROE, réalisé sur le territoire de la CCBN, se situe en Annexe 2. Sur l'ensemble de ses 31 ouvrages, 7 seront traités par les programmes de restauration et de renaturation et sont en couleur dans le tableau 1.

3. Qu'est-ce qu'un « bon état » ? Les initiatives de la CCBN pour l'atteindre !

Pour l'ensemble des acteurs de l'eau, le bon état des masses d'eau superficielle est celle défini par la DCE. Les dates butoirs sont 2021 ou 2027 sur les masses d'eau présentes sur le territoire de la CCBN. Pour arriver aux objectifs définis par le SDAGE-RM, la CCBN investit pour améliorer la morphologie des cours d'eau. Les résultats attendus sont, à court terme une amélioration du profil des cours d'eau, et à long terme à une amélioration de la qualité des cours d'eau d'un point de vue physico-chimique et biologique. En plus de ces travaux d'aménagement d'ouvrages transversaux, d'autres projets ont le même objectif. Nous pouvons citer l'amélioration significative du réseau d'assainissement et du traitement des eaux usées, ou les efforts du monde agricole pour diminuer voir arrêter l'usage de biocides. Des guides à destination des riverains ont été émis pour pouvoir expliquer les problématiques entourant les cours d'eau.

B. L'aménagement d'ouvrages transversaux

1. Explication des enjeux et des impacts

La protection, la restauration et la renaturation des cours d'eau sont des actions essentielles pour les Hommes et pour l'environnement.

En effet, les enjeux liés aux activités humaines sont nombreux. Il est nécessaire de fournir de l'eau destinée à la consommation humaine, de gérer durablement la ressource tout en anticipant les besoins futurs, et de tenir compte des activités socio-économiques et de loisirs. De plus, la dimension patrimoniale est non négligeable, surtout dans les espaces ruraux (Préfecture de la Mayenne, 2000).

En termes d'environnement, la présence d'ouvrages transversaux entraîne de très nombreux impacts sur les compartiments biotiques et abiotiques. Ces impacts varient en fonction du type d'ouvrage, de la succession des ouvrages et des caractéristiques du cours d'eau. Ces effets peuvent être classés en trois catégories : l'effet venant des flux solide et liquide, l'effet « retenue », et l'effet point dur (Malavoi, 2003).

La présence d'un seuil modifie les flux hydriques et sédimentaires. Au niveau hydrique, il est parfois constatée la présence d'une faible ligne d'eau lors de l'étiage, entraînant une déstabilisation du milieu et donc des peuplements. En période de crue, une augmentation de la fréquence des débordements en amont du seuil peut être observée, ceci entraînant dans la plus part du temps une connexion du cours d'eau avec ses annexes hydrauliques. D'un point de vue sédimentaire, les éléments fins ou grossiers peuvent être piégés en amont de l'ouvrage, ceci peut déboucher sur une augmentation des débordements en amont, ou bien à des phénomènes d'érosion progressive en aval, ou à la disparition du substrat alluvial et/ou son colmatage et donc au final à une modification des peuplements. Toutefois, on constate un effacement de l'ouvrage en période de crue.

L'ouvrage transversal va entraîner la mise en place d'une zone de retenue d'eau profonde, large et avec un écoulement lentique. D'un point de vue socio-économique, ce milieu est bien perçu, cependant il a de nombreux impact négatif sur les compartiments abiotiques et biotiques. En effet, la réduction du processus érosif permet la stabilisation du milieu et donc bloque la continuité sédimentaire, ceci appauvrit la qualité fonctionnelle du corridor fluvial. La faible profondeur d'eau entraîne un échauffement hydrique qui entraîne une diminution des concentrations en oxygène dissous. De manière exceptionnelle, il est constaté une augmentation du nombre d'habitats. Le ralentissement des écoulements entraîne une diminution de l'autoépuration naturelle du cours d'eau, de diversité d'habitats et de biodiversité. Au niveau des effets hydrogéologiques, des augmentations du niveau de la nappe alluviale en étiage et en crue, améliorant parfois la qualité de l'eau, ou au contraire accentuant les crues, peuvent être observées. Ces augmentations peuvent entraîner la création de zones humides si les fluctuations hydriques sont fortes et que les berges sont perméables.

L'effet « point dur » entraîne une stabilisation du profil et du tracé (Malavoi, 2003 ; Souchon & Nicolas, 2011).

Cette vision ne prend pas en compte la franchissabilité de l'ouvrage. Ce paramètre est lié à trois grandes catégories de facteurs : la hauteur de chute, les conditions hydrauliques et la capacité de nage des espèces piscicoles. En générale, des seuils présentant des hauteurs de chute de 20 cm ou 30 cm sont franchissables ; les espèces ayants d'importantes capacité de nage arrive à passer des hauteurs de chute de 50 à 60 cm (Croze & Larinier, 2010).

En résumé, les ouvrages transversaux impacts fortement la continuité écologique des cours d'eaux (Souchon & Nicolas, 2011). Ce terme a été introduit en 2000 au sein de la Directive Cadre sur l'Eau. En France, quatre conditions permettent de définir un ouvrage en tant qu'obstacle à cette continuité. La première est la gêne de la libre circulation des espèces biologiques entre leurs zones de reproduction, de croissance, d'alimentation et d'abri. La seconde est le ralentissement ou l'arrêt du transport naturel des sédiments. Et enfin, les deux dernières conditions sont le bon fonctionnement des réservoirs biologiques en prenant compte des connexions latérales et de l'hydrologie (D'après l'article R214-109 du Code de l'environnement – Ministère de l'Ecologie, du Développement et de l'Aménagement Durables, 2007).

2. Les suivis réalisés suite à l'aménagement d'ouvrages transversaux

Les suivis réalisés sur les travaux de renaturation et plus particulièrement de restauration des rivières sont peu nombreux, et ceux à l'échelle mondiale (Kondolf & Micheli, 1995 ; Bernhardt et *al.*, 2005 ; Nakamura et *al.*, 2006 ; Kail et *al.*, 2007 ; Pander & Geist, 2013 ; Morandi, 2014).

Aux Etats-Unis, Bernhardt et *al.* (2005) constatent que sur 261 travaux recensés, seulement 10% présentent un suivi. Pour Kondolf et *al.* (2007) le taux de suivis est de 22% sur un nombre de 44 actions. Le nombre de suivis recensé en Europe est plus important. D'après Kail et *al.* (2007), en Allemagne et en Autriche, sur 50 projets recensés, 58% présentent un suivi. Morandi & Piégay (2011) ont quant à eux observé un pourcentage de 30% sur 480 actions menées en Allemagne, France et Etats-Unis. Ces résultats sont plus importants que les études de Bernhardt et *al.* (2005) et de Kondolf et *al.* (2007).

Pour des aménagements d'ouvrages transversaux, Morandi & Piégay (2011) ont constaté que sur une cinquantaine de travaux, 20% présentent un suivi. Pander & Geist (2013) ont conservé un plus faible pourcentage. Seulement 14 ouvrages sur 101, recensé en Allemagne, ont été suivis.

Aux Etats-Unis, les données récoltées pour évaluer la réponse à des travaux de restauration sont, par ordre d'importance, des données biologiques, physiques et chimiques (Bash & Ryan, 2002 ; Bernhardt et *al.*, 2007). En effet, sur les 84 actions analysées par Bash & Ryan (2002), 29% ont eu pour mesure d'évaluation un suivi piscicole. Le suivi des débits ou de l'évolution des habitats sont retrouvés dans 23% des projets. La moitié des projets intègrent des mesures biologiques, physiques et chimiques.

Bernhardt et *al.*, (2007) constatent que les suivis biologiques sont ceux les plus réalisés. Au sein de ses suivis, les espèces piscicoles sont les plus surveillées, par la suite ce sont les macro-invertébrés et enfin la végétation rivulaire et les algues.

En Europe, le constat n'est pas le même qu'aux Etats-Unis. D'après Kail et *al.* (2007), sur 29 suivis effectués en Autriche et en Allemagne, 24% sont réalisés par photographie ou par inspection visuelle, 36% sont d'ordre hydromorphologique et 34% biologique (suivis piscicoles et de macroinvertébrés). En France, sur 480 actions identifiées, 95 actions ont fait l'objet d'un suivi post-restauration. Mais ces suivis ont de nombreuses failles (Morandi, 2011). Les actions les plus suivies sont les reconnections d'annexes et la restauration d'habitats par construction d'infrastructures. Il constate que les suivis sont surtout écologiques et qu'ils incluent rarement des indicateurs.

En ce qui concerne les travaux de renaturation, aux Etats-Unis, peu de travaux d'aménagement d'ouvrages transversaux incluent des suivis (Bednarek, 2001). La plus part des ouvrages transversaux sont des ouvrages privés, ceci limitant la réalisation des études de suivis (American Rivers and NPS, 1996 cité dans Bednarek, 2001). D'après Bednarek (2001), peu d'études sont disponibles en libre accès sur l'aménagement d'ouvrages transversaux. En général, la majorité des études sont brèves et peu décrites. Schuman (1995) avait déjà remarqué une absence de revue concernant les effets environnementaux et socio-économique d'aménagement d'ouvrages transversaux.

Burroughs (2007) observe les mêmes résultats sur le suivi des aménagements de seuil. Pour cet auteur, l'évolution de la morphologie du cours d'eau est l'élément le plus analysé, arrive par la suite l'évolution piscicole, les macroinvertébrés et les nutriments. Les suivis sont généralement de courts termes. Pander & Geist (2013) constatent la même chose, en effet sur les 14 suivis recensés seul deux sont sur le long terme.

Bash & Ryan (2002) ont remarqué que sur les 84 actions analysées, 41 types de données différentes ont été récoltés. Ce résultat montre qu'il est rare qu'une procédure aiguillée de suivi et/ ou d'évaluation soit mise en place sur l'arasement de seuil. Morandi & Piégay (2011) présentent des résultats similaires.

Au vu de ce constat, ce mémoire rassemble des données piscicoles issues de suivi d'aménagement d'ouvrages transversaux. Bednarek (2001) a publié un article traitant des impacts écologiques d'aménagement d'ouvrages transversaux. Son étude se focalisait sur des ouvrages de petites tailles (inférieur à 5 feet donc à

1,52m). Son travail se porte sur 16 ouvrages américains. Les suivis portaient sur les impacts écologiques tels que : les débits hydriques, la température de l'eau, le transport sédimentaire et la connectivité.

3. Les projets d'aménagement de seuil au sein de la CCBN et leurs objectifs

Le tableau 1 regroupe l'ensemble des aménagements prévus sur les ouvrages transversaux présent sur le territoire de la CCBN. Les Annexe 3 et Annexe 4 présentent les photographies de certains ouvrages transversaux. Des arasements et des dérasements de seuil (c'est-à-dire l'abaissement partiel ou la suppression totale), des aménagements, des rehaussements du seuil, des bras de contournement ou des pré-barrages sont prévus. Parfois, pour certains ouvrages, plusieurs scénarios sont envisagés, en effet, il est nécessaire d'approfondir les solutions avant de choisir l'aménagement ayant un rapport coût/ bénéfice intéressant.

Pour la Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau, l'ensemble de ces aménagements de seuils ont pour objectif l'amélioration de la continuité écologique (biologique, sédimentaire et hydrologique) des cours d'eau principaux et de leurs affluents. Cependant, ces programmes d'entretien, de restauration et de renaturation des cours d'eau ont été acceptés et lancé suite aux crues de 2001. En effet, le projet HEBMA a permis de lancer un premier programme traitant les problématiques d'inondations et écologiques. Par la suite et grâce à la prise de compétence par la CCBN, les problématiques écologiques ont été un moteur pour la mise en place de travaux de restauration et de renaturation des cours d'eau et donc d'aménager les ouvrages transversaux souvent obsolètes.

Tableau 1: Liste des différents ouvrages transversaux inclus dans les deux programmes de restauration et de renaturation (Mathieu & Valette, 2015 ; WSP, 2015a ; WSP, 2015b ; WSP, 2015c ; WSP, 2015d ; WSP, 2015e ; WSP, 2015f ; WSP, 2015g ; WSP, 2015h)

Porteur	Localisation	Cours d'eau	Hauteur de chute	Franchissabilité	Caractéristiques	Aménagement
EPAMA (WSP)	Bazoilles-sur-Meuse	La Meuse	1,50 m	Périodique	Seuil bétonné Vannage	Dérasement ou arasement
	Neufchâteau	Le Mouzon	0,70 m	Périodique	Dalle de béton	Arasement
	Pompierre	Le Mouzon	2 m	Périodique	Vannages Ancien moulin	Aménagement du bief
	Sionne	La Saône	1,60 m	Infranchissable	Seuil irrégulier Alimentation d'étang et de l'ancienne pisciculture	Dérasement
	Autigny-la-Tour	Le Vair	1 m et 1,50 m	Périodique	Seuils bétonnés Alimentation moulin	Arasement
	Maxey-sur-Meuse	Le Vair	2,60 m	Périodique	Seuil bétonné Alimentation de l'ancienne scierie	Arasement ou rehaussement
	Soulosse sous St Elophe	Le Vair	0,40 m	Franchissable	Seuil très dégradé	Dérasement
CCBN (SINBIO)	Greux	Les Roises	2 m	Infranchissable	Seuil bétonné	Contournement
	Greux	Les Roises	0,30 m	Périodique	Seuil bétonné	Pré barrage
	Greux	Les Roises	Absence de chute	Périodique	Vannages réserve à incendie	Ouverture ou démantèlement
	Frebécourt	La Meuse	0,80 m	Périodique	Seuil avec échancrure ancien moulin	Pré barrage
	Domrémy-la-Pucelle	La Meuse	1 m	Infranchissable	Seuil bétonné ancien moulin	Contournement
	Midrevaux	Le R. du Vau	0,30 m	Périodique	Seuil empierré et bétonné	Dérasement
	Midrevaux	Le R. du Vau	0,40 m	Périodique	Seuil empierré et bétonné terre agricole	Dérasement
	Midrevaux	Le R. du Vau	0,40 m	Périodique	Seuil empierré et bétonné terre agricole	Dérasement
	Villouxel	Le R. des Arentolles	0,80 m	Infranchissable	Alimentation de la Forge	Remise en lit du cours d'eau
	Moncel-sur-Vair	Une Annexe du Vair	0,30 m	Périodique	Seuil bétonné	Dérasement

R. équivaut à Ruisseau – en saumon les ouvrages présents dans le ROE

Le matériel et méthode de recherche des publications

A. Les critères de choix des ouvrages transversaux

Les actions considérées au sein de cette étude répondent à plusieurs critères. En effet, l'objectif étant de se rapprocher au plus près des seuils présents au sein du territoire de la CCBN, les critères d'écoulement directement des caractéristiques de ces ouvrages. Les critères auxquels devaient répondre les études sont les suivants :

- les travaux réalisés doivent porter sur un arasement ou un dérasement de seuil,
- la hauteur du ou des seuils ne doit pas excéder 2,60 m (référence au seuil de Maxey-sur-Meuse),
- les suivis sont effectués exclusivement sur des aménagements d'ouvrages transversaux,
- les mesures consistent en des suivis piscicoles.

En termes de suivis, aucune limite n'a été posée. En effet, au vu du peu de suivis existants sur l'aménagement d'ouvrages transversaux, la compilation de l'ensemble des informations disponible librement été nécessaire. Cependant, l'étude doit présenter un suivis pré- et post- travaux.

B. Les outils

La recherche de document s'est effectuée grâce au média internet. Les quatre moteurs de recherches utilisés sont : Google, Google Scholar, Scopus et ScienceDirect.

Les documents retenus traitent de la problématique de suivis piscicoles suite à un arasement ou un dérasement de seuil. Les documents faisant partie de cette analyse sont des publications scientifiques, des documents techniques et des documents relatifs aux actions de restauration déjà effectuées (retours d'expériences). Tous sont des documents libre d'accès et ayant des destinataires variés (le grand public, les experts, les techniciens, les scientifiques). Les suivis d'ouvrages transversaux ont pour origine la France, la Belgique et les Etats-Unis.

Pour les documents venant des Etats-Unis, la plus part sont des publications scientifiques. Pour les résultats des travaux effectués en France et en Belgique, peu d'informations sont analysées. La récolte d'informations complémentaires a été réalisée par mail ou par téléphone auprès de certains chargés de missions.

Il est important de noter que les termes de restauration, de renaturation, de seuil et de barrage différent d'un auteur à un autre mais aussi entre les pays (Morandi, 2011). Comme vu précédemment, les termes de restauration et de renaturation sont souvent confondus. De plus, ce qui est considéré en tant que seuil dans les pays francophone n'est pas toujours considéré comme tel dans les pays anglophone.

C. L'analyse statistiques des résultats piscicoles du seuil des Treize Saules

L'analyse du suivi piscicole au sein d'un arasement d'ouvrage transversal est située dans le Pas-de-Calais. Ces données piscicoles, récoltées entre 2009 et 2012, en amont et en aval de ce seuil, ont été transmises et analysées. Cette banque de données regroupe les résultats des relevés piscicoles sur 4 ans (2009 à 2012 inclus), et définis 4 paramètres: l'espèce, la taille, le poids et le lot de chacun des individus. Un premier échantillonnage, réalisé sur les deux sites le 25 août 2009, permet d'avoir un point de comparaison avec les données récoltées après la réalisation des travaux.

Les logiciels libres utilisés durant cette étude sont R et PAST. Les analyses réalisées durant cette étude sont les suivants : des tests de Fischer (règle de Cochran non respectée), des Analyses en Composante Principal (ACP) et des tests de proportions.

Les résultats des suivis piscicoles

L'analyse qui va suivre s'intéresse à 12 aménagements d'ouvrages transversaux situés en France, en Belgique et aux Etats-Unis. Les informations principales de ces différents ouvrages sont présentées dans le Tableau 2. Chacun de ces ouvrages a été suivi biologiquement et plus particulièrement par des relevés piscicoles. Les protocoles de relevés de données ne sont pas identiques d'une étude à une autre. Parfois, celui-ci n'est aucunement présenté au sein de la publication et des informations complémentaires n'ont pu être récoltées. En effet, il n'existe pas de protocole à l'échelle international ou national qui permettrait alors la réalisation d'un suivi standardisé. Cependant, l'ensemble de ces publications ont le même objectif, celui d'observer la réponse du milieu face à l'aménagement d'un ou plusieurs seuils. La fréquence de prélèvement de données piscicoles peut être, au sein de cette analyse, trimestrielle, annuelle ou bisannuelle. Les études ont des durées de suivis allant de 2 ans jusqu'à 8 ans (Tableau 2).

La présentation des différents résultats va s'effectuer par publication, cependant au vu des différences entre les publications, les résultats seront classés en quatre catégories :

Les peuplements piscicoles	Classe d'âge, de taille et reproduction
Biomasse et densité	Informations diverses (indices, franchissabilité)

La catégorie « les peuplements piscicoles » regroupe les données relatives à la richesse spécifique, l'abondance des populations, l'équitabilité et la diversité piscicole. Dix études s'intègrent au sein de cette catégorie, dont 3 se déroulant en France (Baran, date inconnue ; SMVT, 2007 ; ONEMA, 2013), 1 en Belgique (De le Court et *al.*, 2013) et 6 réalisée sur le territoire américain (Bushaw-Newton et *al.*, 2002 ; Stanley et *al.*, 2007 ; Maloney et *al.*, 2008 ; Tullos et *al.*, 2013 ; Hill et *al.*, 2014 ; Poulos et *al.*, 2014).

Pour une meilleure lisibilité, quelques termes vont être définis ci-après :

- La richesse spécifique est l'estimation du nombre d'espèces présent dans un milieu donné.
- L'abondance relative est le nombre d'individus d'une espèce donnée rapporté à l'unité de surface ou de volume pour l'ensemble des individus d'espèces confondus.
- Le concept de temps de résilience est le temps nécessaire à l'écosystème pour retrouver son état originel suite à une perturbation.
- Des indices donnant des indications sur la biodiversité ont été aussi utilisés au sein des différentes études :
 - L'indice de Simpson permet de représenter l'hétérogénéité des populations au sein d'un peuplement.
 - L'indice d'équitabilité rattaché à l'indice précédent, permet d'exprimer la dominance d'une espèce par rapport à au peuplement.

La section « classe d'âges, de taille et reproduction » rassemble 6 études. En France, l'étude de Baran (date inconnue) a intégré cette démarche tout comme celle de la FCPPMA (2014) au niveau de l'ancien vannage sur le ruisseau de la Courtonne. Aux Etats-Unis, les études de Bushaw-Newton et *al.* (2002), Stanley et *al.* (2007), Maloney et *al.* (2008), Poulos et *al.* (2014) et Hill et *al.* (2014) ont abordé ce thème.

Les questions de biomasse et de diversité sont appréhendées au sein de 5 études. Baran (date inconnue) le traite suite au dérasement, en 2004, du barrage de Cussy sur le ruisseau de la Maria (France). En Belgique, De le Court et *al.* (2013) ont étudié ce thème suite au dérasement du déversoir de Spontin. Aux Etats-Unis, Maloney et *al.* (2008), Poulos et *al.* (2014) et Hill et *al.* (2014) l'ont abordé.

La dernière catégorie regroupe quant à elle diverses informations. Cinq études (Maloney et *al.*, 2008 ; Barraud et *al.*, 2009 ; De le Court et *al.*, 2013 ; FCPPMA, 2014) ont récoltées des données ne rentrant pas dans les trois catégories précédemment citées mais intéressantes à étudier.

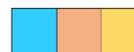
Tableau 2: Le récapitulatif des publications présentées au sein de cet étude

Nom du Seuil	Localisation	Travaux et année de réalisation	Chute (m)	Suivis piscicoles	Références	Code couleur	
Barrage de Cussy	Ruisseau de la Maria, France	Dérasement en 2004	2 m	Suivis piscicole en 2002 et 2004	Baran, date inconnue	Blue	Yellow
La chaussée d'Ecorchard Le Clapet des Planches La chaussée de Fertevault	Sèvre Nantais et du Thouet, France	Abaissement en 2006	Entre 1,3m et 1,5 m	Suivis piscicoles en amont en 2007 et 2008	SMVT, 2007 ; Barraud et al., 2009	Blue	Green
Seuil des Treize Saules	La Quillienne, Pas-en-Artois, France	Arasement en octobre 2009	0,40 m	Données piscicole entre 2009 et 2012	ONEMA, 2013	Blue	White
Ancien Vannage	Ruisseau de la Courtonne, France	Dérasement en hiver 2011/2012	1, 30 m	Indice truite en 2010 et 2014	FCPPMA, 2014	White	Yellow
Ancienne Forge Aminthe	Le Bocq à Yvoir, Belgique	Pré barrage en hiver 2011, 2012 + bras de contournement	1,48 m	Suivis piscicole en 2011 et 2012	De le Court et al., 2013	Blue	Green
Déversoir de Spontin	Le Bocq à Yvoir, Belgique	Dérasement en hiver 2010, 2011	1,2 m	Suivi piscicole en 2010 et 2012	De le Court et al., 2013	Orange	Green
-	The Manatawny Creek, Pennsylvanie, USA	Dérasement en 2000	2 m	Réponse biologique en 2000 et 2001	Bushaw-Newton et al., 2002	Blue	Yellow
-	The Boulder creek, Wisconsin	Dérasement en 2003	2,5m	Pêche électrique de 2001 à 2005	Stanley et al., 2007	Blue	Yellow
The South Batavia	The Fox River, Illinois, USA	Rupture naturelle en 2002 et 2003	1,7 m	Pêche électrique de 2000 à 2005	Maloney et al., 2008	Blue	Yellow
The Shearer Dam	The Calapooia, Oregon, USA	Dérasement en 2011	2,2 m	Suivis piscicole 2010 et 2012	Tullos et al., 2013	Blue	White
The Zemko Dam	The Eightmile river-Connecticut, USA	Dérasement en octobre 2007	1,5 m	Pêche électrique de 2005 à 2010	Poulos et al., 2014	Blue	Yellow
The Dead Lake Dam	The Chipola River, Floride, USA	Dérasement en décembre 1987 et février 1989	1,3 m	Suivis piscicole du Bar rayé (<i>Morone saxatilis</i>) de 1984 à 1992	Hill et al., 2014	Blue	Yellow

A. En France

Dans cette partie, 4 suivis sur des aménagements réalisés sur le territoire français sont présentés. Ils se situent tous les quatre dans le Nord de la France. Leurs localisations sont présentées en Annexe 5.

1. Le Barrage de Cussy sur le Ruisseau de la Maria



Baran (date inconnue) a suivi l'évolution piscicole suite au dérasement du barrage de Cussy, sur le Ruisseau de la Maria. Les travaux d'aménagement de l'ouvrage transversal ont été réalisés en 2004. Le suivi piscicole a été réalisé en septembre 2002 et en octobre 2004. Cette analyse s'est intéressée à la réponse piscicole immédiate suite au dérasement de l'ouvrage. Les résultats ont été analysés, dans un premier temps, en fonction de la richesse spécifique du milieu, et dans un second temps, à l'aide des données spécifiques à chaque espèce telle que, les classes d'âges, la biomasse et la densité piscicole.

En termes de richesse spécifique, les résultats des relevés piscicoles, en 2004, ne présentent pas de différences avec ceux de 2002. La Truite commune (*Salmo trutta*) et le Chabot commun (*Cottus gobio*) sont les seules espèces recensées sur le territoire. Les premiers résultats montrent que la population de Chabot augmente de manière significative entre 2002 et 2004 sur les stations amont et aval (Tableau 3), ceci n'est pas le cas pour la population de truite (Tableau 4).

Tableau 3: Les effectifs estimés, la densité et la biomasse du Chabot commun, en 2002 et 2004, à l'amont et à l'aval du seuil (modifiée d'après Baran, date inconnue)

Station	Effectifs estimés		Densité (individus/ hectare)		Biomasse (kg/ hectare)	
	2002	2004	2002	2004	2002	2004
Amont	111	491	7208 +/- 1400	17856 +/- 11800	30	30
Aval	33	227	3484 +/- 2140	9366 +/- 5000	18	29

Tableau 4: Les effectifs estimés, la densité et la biomasse de la truite commune, en 2002 et 2004, à l'amont et à l'aval du seuil (modifiée d'après Baran, date inconnue)

Station	Effectifs estimés		Densité (individus/ hectare)		Biomasse (kg/ hectare)	
	2002	2004	2002	2004	2002	2004
Amont	25	28	1623 +/- 140	1520 +/- 80	53	45
Aval	16	10	1689 +/- 375	918 +/- 50	47	22

La densité de Chabot n'est pas significativement différente entre 2002 et 2004 et cela en amont et en aval de l'ancien ouvrage (Tableau 3). Ce constat s'observe en amont du barrage pour l'espèce de Truite mais pas en aval d'où la densité diminue (Tableau 4). En termes de biomasse, celle-ci reste constante dans le temps au niveau de l'amont du seuil pour la population de Chabot. Une augmentation de ce critère est observée en aval du seuil pour cette même population. Au niveau de la biomasse en Truite commune, elle diminue sur ces deux stations (Tableau 4).

Les graphiques présentés en Figure 3 regroupent les données des classes d'âges chez la Truite commune, en amont et en aval du seuil. A la station amont, les alevins de 2004 sont moins représentés qu'en 2002. Les résultats à la station aval, toutes les classes d'âges ont diminué. Il est possible de constater la présence d'alevins qui n'était pas constaté en 2002.

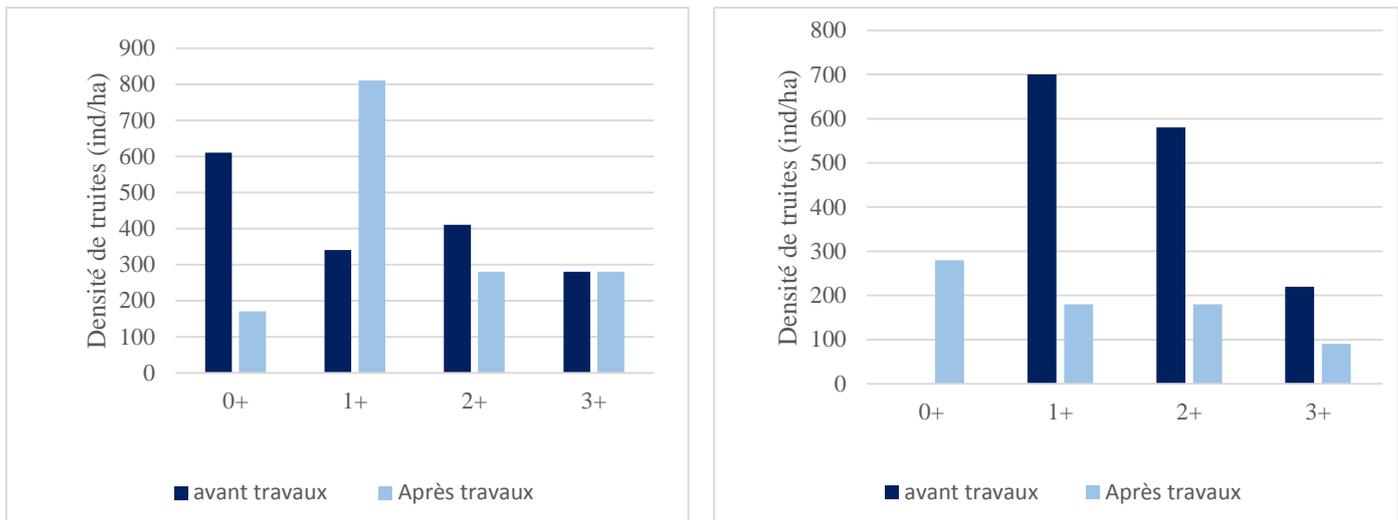


Figure 3: Résultats de Baran (date inconnue) – Les densités de Truite en fonction de leurs classes d’âges – A l’amont (à gauche) et à l’aval (à droite)

En conclusion, 1 mois après les travaux, la composition des peuplements piscicoles n’a pas évolué. Les effectifs évoluent de manière significative chez le Chabot. Une diminution de la densité des populations de truites est constatée en aval suite aux travaux mais aucun autre constat n’est présent en termes de densité piscicole. De plus, la présence de juvéniles 0+ a été observé au niveau de l’aval du seuil en 2004.

2. Les trois seuils dans la vallée du Thouet

L’Institution Interdépartementale du Bassin de la Sèvre Niortaise et le Syndicat Mixte de la Vallée du Thouet ont financé des aménagements d’ouvrages transversaux présents sur leur territoire. Au niveau de la commune d’Azay, sur le Thouet, l’ouvrage nommé « La Chaussée d’Ecorchard » fût remis en état durant le mois d’août 2005. Un autre ouvrage, « le Clapet des Planches », situé sur la commune du Tallud, a été abaissé en février 2006. Le dernier ouvrage (La chaussée de Fertevault) est présent entre la commune de Thouars et la commune de Missé. Les suivis piscicoles ont tous été réalisés en amont des ouvrages (SMVT, 2007 ; Barraud et al., 2009). L’ensemble des résultats sont présentés au sein du Tableau 5.

Au niveau de « la Chaussée d’Ecorchard », une détérioration de l’indice poissons est constatée entre 2005 et 2007, celui passe d’un score de 36 à 53. La composition spécifique montre l’absence du Goujon en 2007 alors qu’il représentait 32% des effectifs avant la réalisation des travaux. Un déséquilibre de la structure des peuplements est constaté.

Les résultats des pêches électriques, à proximité de l’ouvrage du « Clapet des Planches », montrent une stagnation de la classe de qualité piscicole entre 2005 et 2007. Cependant, l’indice poissons s’améliore puisque son score passe de 51,6 à 39 (Tableau 5). Le Goujon apparait en 2007, ceci montre la reprise d’une bonne dynamique. Suite à l’aménagement réalisé au niveau de la chaussée de Fertevault, la classe de qualité piscicole ne progresse pas. Les résultats de l’indice poisson ne permettent pas de dégager une tendance.

Tableau 5: L’indice IPR aux niveaux des trois seuils dans la vallée du Thouet (modifiée d’après SMVT, 2007)

Station	Année	Indice poisson (IPR)	Classe de qualité	
La chaussée d’Ecorchard	2005	36	5	Très mauvaise
	2007	53	5	Très mauvaise
Le clapet des planches	2005	51,6	5	Très mauvaise
	2007	39	5	Très mauvaises
La chaussée de Fertevault	2005	30	4	Mauvaise
	2007	28	4	Mauvaise

En définitif, aucune amélioration de la qualité piscicole, sur l'ensemble des stations, n'a été constaté. « La chaussée d'Ecorchard » présente une dégradation de l'Indice poisson 2 ans après les travaux d'aménagement, tandis que la qualité du « le Clapet des Planches » s'améliore et celle de « la Chaussée de Fertevault » stagne. Le retour de ces deux dernières stations est sur un an. Au niveau du seuil de « la Chaussée d'Ecorchard », l'absence du Goujon a été constatée alors qu'il représentait un tiers de la richesse spécifique. De plus, un déséquilibre de la structure des peuplements est constaté.

3. Le seuil des Treize Saules sur la Quillienne

Sur la Quillienne (ONEMA, 2013), les résultats sont issus de données brutes venant de la Fédération de Pas-de-Calais des AAPPMA. Cette Fédération a suivi l'arasement de l'ouvrage des treize Saules. Les travaux d'aménagement se sont réalisés durant le mois d'octobre en 2009. Les données piscicoles ont été récoltées entre 2009 et 2012, en amont et en aval du seuil.

Durant ces mesures, les espèces suivantes ont été observées : l'Anguille commune (*Anguilla anguilla*), le Chabot commun (*Cottus gobio gobio*), la Truite Commune (*Salmo trutta*), la Truite arc-en-ciel (*Oncorhynchus mykiss*) et le Gardon (*Rutilus rutilus*). La totalité de ces espèces sont présentes en aval de l'ouvrage mais pas en son amont où seulement 4 espèces sont observées.

Les résultats montrent que le peuplement piscicole n'a significativement pas changé suite à l'arasement du seuil. En effet, suite aux travaux, les peuplements piscicoles se sont modifiés en amont et en aval du seuil mais sont revenue à l'état de 2012 (Figure 4). Les résultats montrent que le temps de résilience fût plus bref en aval qu'en amont du seuil.

La Figure 5 présente les résultats de l'indice de Simpson. En 2009, la répartition taxonomique des communautés était homogène en aval du seuil et hétérogène en son amont. Il est possible de constater une stabilisation de cette diversité, en amont et en aval du seuil, suite à son arasement.

L'indice d'équitabilité de Simpson montre qu'à l'aval du seuil aucun changement dans la dominance d'une espèce n'est constaté, sauf l'année suivant l'arasement (Figure 5). Avant les travaux d'aménagement de l'ouvrage transversal, le Chabot Commun dominait la communauté amont. L'année suivant les travaux, les populations piscicoles étaient co-dominantes mais ceci ne s'est plus reproduit les années suivantes. Entre l'amont et l'aval de l'ouvrage transversal, il est possible de constater des résultats similaires en termes d'équitabilité piscicole, en 2011 et 2012.

En conclusion, la composition piscicole a évolué suite à l'arasement du seuil, en amont et en aval du seuil mais est revenue à son état initial. La répartition taxonomique se stabilise entre l'amont et l'aval 3 ans après les travaux. L'équitabilité s'améliore et se stabilise suite à l'arasement.

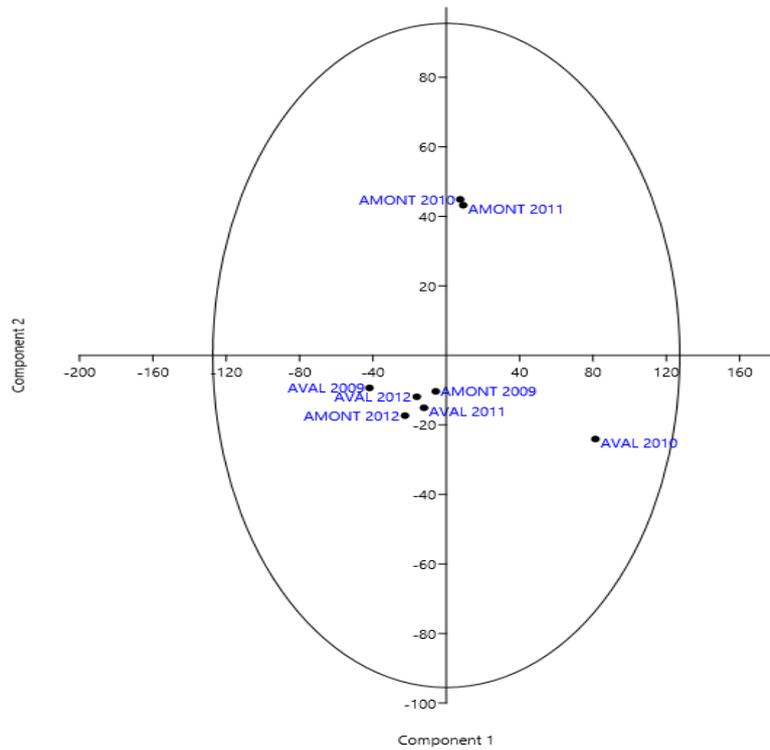


Figure 4: résultats de l'étude sur le seuil des Treize Saules – résultats de l'Analyse en Composante Principale - stations en amont et en aval

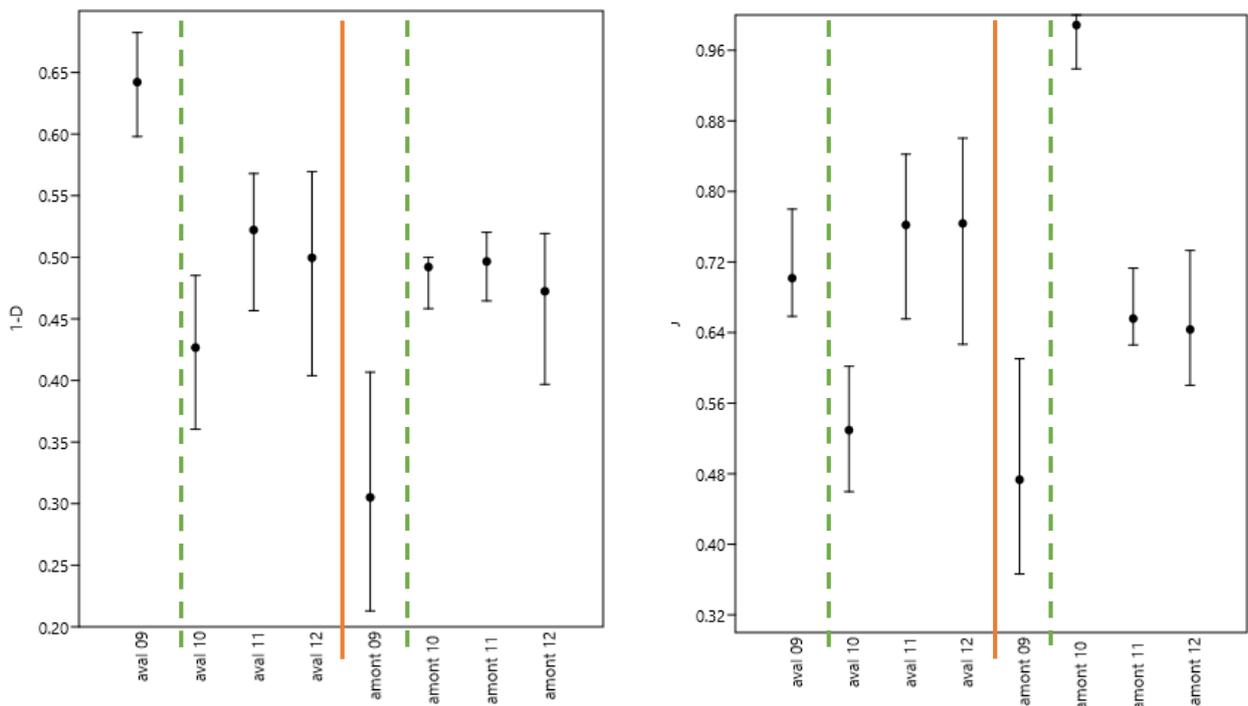


Figure 5: Résultats de l'étude sur le seuil des Treize Saules - à gauche: l'indice de diversité de Simpson; à droite: l'indice d'équitabilité de Simpson

N.B. : en vert: date de l'arasement du seuil

4. L'Ancien Vannage sur le Ruisseau de la Courtonne



La Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Calvados a effectué, suite à un projet de renaturation des cours d'eau, le dérasement de l'ancien vannage sur le ruisseau de la Courtonne durant l'année 2010. Le suivi s'est focalisé sur la truite de mer qui est une espèce emblématique du bassin versant. L'étude se base sur un indice d'abondance de juvénile appelé aussi « indice truite ». L'étude comporte aussi quelques informations supplémentaires (FCPPMA, 2014).

Au niveau de la répartition des classes de tailles des truites de mer une amélioration est présente trois ans après les travaux d'aménagement de l'ouvrage transversal (Figure 6 et Figure 7). En effet, les résultats montrent que le nombre de juvéniles augmente, passant d'une qualité moyenne à une bonne qualité. La cohorte d'âge 0+ représentait en 2010 54% de l'ensemble des juvéniles, tandis qu'en 2014 ce chiffre passe à 69% en aval de l'ancien vannage (Figure 7) (FCPPMA, 2014).

Avant le dérasement, 68 frayères à truites ont été recensées sur le cours d'eau. Ce chiffre est relativement identique que celui de 2014, cependant, la répartition longitudinale des frayères a fortement évolué. L'auteur constate une possible reconquête de la Truite de mer (FCPPMA, 2014).

Pour résumer, trois ans après les aménagements, aucun changement concernant le nombre de frayère à Truite de mer au sein des deux stations n'a été observé. Une importante amélioration au sein des classes d'âges se fait sentir suite aux travaux et l'indice truite progresse d'une classe.

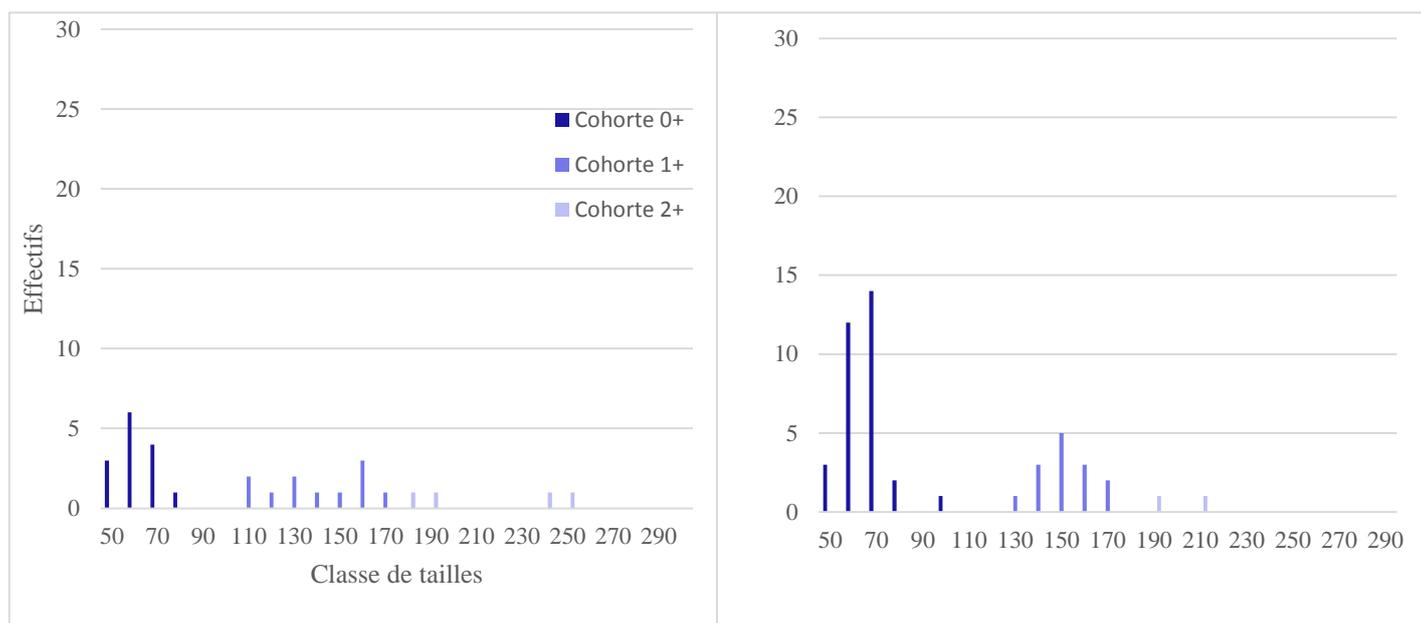


Figure 6 : Histogramme de la répartition en classe de taille des Truites de mer au niveau de la station en amont du seuil (modifiée d'après FCPPMA, 2014)

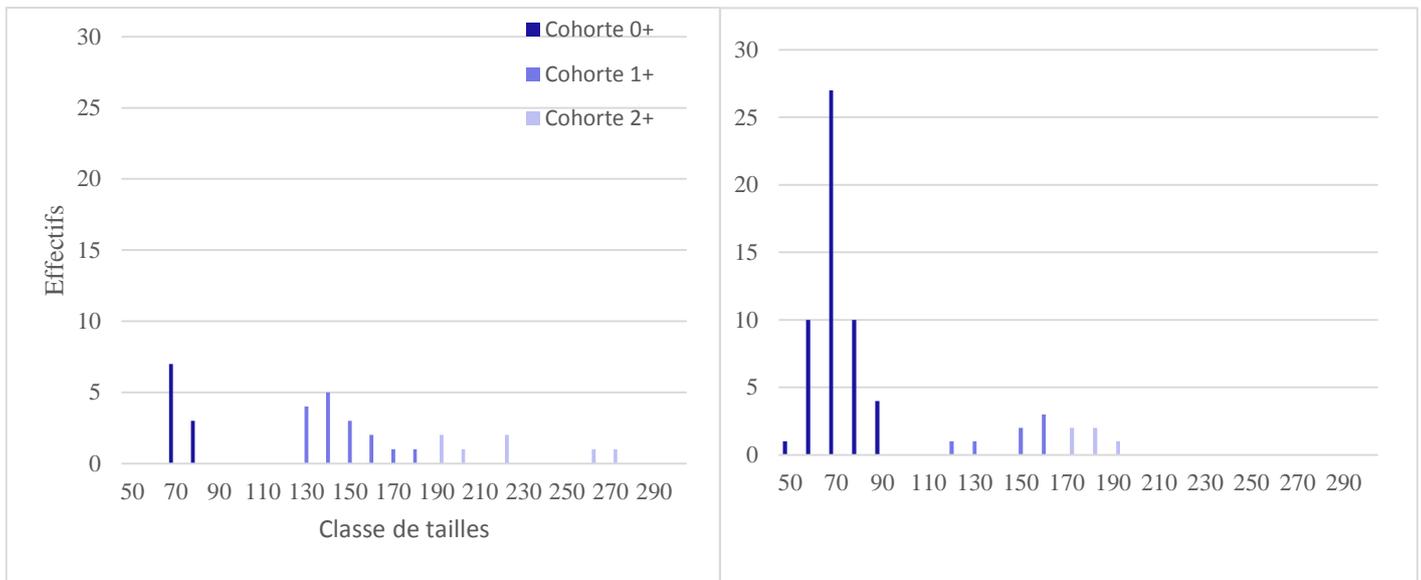


Figure 7 : Histogramme de la répartition en classes de tailles des Truites de mer au niveau de la station en aval du seuil (modifiée d'après FCPPMA, 2014)

B. En Belgique

Le programme WALPHY est un projet pilote de réhabilitation de cours d'eau en Belgique. Il a été cofinancé par l'Union Européenne et est rentré dans le programme LIFE Environnement. Ceci a permis d'avoir un suivi scientifique sur certains projets. Dans ce document va être présenté l'aménagement de l'ancienne forge Aminthe et le déversoir de Spontin, tous deux sur le Bocq dans la commune d'Yvoir. L'Annexe 5 présente la localisation du Bocq.

1. L'Ancienne forge Aminthe sur le Bocq



L'ancienne forge Aminthe à Yvoir, sur le Bocq, a été aménagée à l'aide de pré-barrage entre l'été 2011 et l'été 2012. L'équipe de De le Court et *al.* (2013) a réalisé un suivi piscicole en 2010 et en 2012, en amont et en aval de la forge Aminthe.

Ils ont constaté une évolution du peuplement piscicole en amont du seuil. En effet, le peuplement piscicole limnophile a laissé place à un peuplement rhéophiles et plus proche d'un milieu salmonicole. En effet, le nombre de Truite Fario passe de 1 à 33, entre 2010 et 2012, et la présence de l'Ombre commun est relevée 16 mois après les travaux. A titre d'information, les espèces limnophiles vivent dans les parties lenticules des cours d'eau ou au niveau des zones de stagnation. Les poissons dits rhéophiles sont des espèces vivant principalement au niveau des fleuves et majoritairement dans des zones de remous.

D'une manière générale, les aménagements sont fonctionnels. Cent pour cent des 14 individus essayant de passer par l'aménagement ont réussi à le franchir. Cependant, les auteurs constatent de nombreux retard pour le franchissement. Certains poissons sont allés vers le bief difficilement franchissable et ont donc mis du temps à remonter et prendre le bras franchissable.

2. Le déversoir de Spontin sur le Bocq



Sur le Bocq à Yvoir, le déversoir de Spontin a été dérasé durant l'hiver 2010/ 2011. De le Court et *al.* (2013) ont fait un suivi piscicole en 2010 et en 2012, en amont et en aval du déversoir.

Le suivi présenté dans l'étude de De le Court et *al.* (2013), montre qu'au niveau du déversoir au niveau de Spontin sur le Bocq, la biomasse piscicole est passée de 38 à 97 kilogrammes par hectare.

L'Indice Biotiques d'Intégrités Piscicoles (IBIP) donne une indication sur la qualité piscicole des écosystèmes. Il est basé sur la qualité de l'eau, la qualité physique des habitats et la richesse spécifique piscicole a été calculée durant cette étude. Avant l'arasement du déversoir, l'IBIP était de 19, ceci correspond à une intégrité moyenne. Cette catégorisation signifie une absence d'espèces intolérantes, une faible richesse spécifique, des classes d'âges avancées et la faible présence de prédateurs. Par la suite cet indice (IBIP) indique que le cours d'eau a une bonne intégrité piscicole, puisque le score atteint est de 24. Ceci signifie que la richesse spécifique est en-dessous de la valeur attendue, que les espèces intolérantes subissent des perturbations et enfin la structure trophique, est elle aussi, légèrement perturbée.

3. Les conclusions

Quelques mois après l'aménagement de l'ancienne forge Aminthe, une augmentation du nombre de Truite est constatée et la population qui était limnophile devient plutôt rhéophile à tendance salmonicole. Les aménagements sont fonctionnels malgré de nombreux retard de franchissement.

Au niveau du déversoir de Spontin, un an après les travaux une augmentation de la biomasse piscicole est constatée. L'intégrité piscicole s'améliore et atteint la catégorie « bonne qualité piscicole ».

C. Aux Etats-Unis

Le territoire américain est celui qui est le plus représenté au sein de cette étude. En effet, 6 études sont recensées au sein de ce document dont deux sur le même cours d'eau. La localisation de ces cours d'eau est présentée en Annexe 5. La majorité des suivis présentée dans cette étude se situe à l'est du pays.

1. Le dérasement du seuil sur the Manatawny Creek



Bushaw-Newton et *al.* (2002) ont suivis le dérasement d'un seuil au niveau du « the Manatawny Creek » en Pennsylvanie. Trois prélèvements ont permis d'effectuer cette étude : un avant le dérasement en 2000, un durant le printemps 2001 et le dernier à l'été de la même année.

Avant le dérasement du seuil, l'abondance spécifique est similaire en amont et en aval du radier (Figure 8). Les mesures durant le printemps 2001 montrent un déclin de l'abondance en amont de l'ancien radier et une légère progression de l'abondance en aval. Un an après les travaux, il est possible de constater que l'abondance est multipliée par 4 en amont et est doublée en aval. La moyenne de l'abondance au niveau de l'ancien radier, à l'été 2001, est similaire à l'abondance présente au sein des sites en amont et/ ou en aval de l'ancien seuil. Il est à noter que les résultats de l'abondance piscicole au niveau des zones d'études de l'ancien barrage sont extrêmement variables entre les zones d'échantillonnages.

L'abondance relative des pools d'espèces se modifie au niveau de l'ancien seuil. Une augmentation du Crapet de roche (*Ambloplites rupestris*) et du Lepomis cyanellus (*Lepomis cyanellus*) tout comme une diminution de la Carpe commune (*Cyprinus carpio*), du poisson rouge (*Carassius auratus*), du Méné jaune (*Notemigonus crysoleucas*), et du the Creek chubsucker (*Erimyzon oblongus*) sont constatées. Les espèces présentes avant les travaux sont toujours là un an après leur réalisation. De manière générale, un changement de peuplement piscicole est observé. Avant 2001, les espèces permettaient de définir le milieu en tant que zone lentique et par la suite les espèces permettaient de qualifier le milieu d'habitat légèrement lotique. Il est aussi possible de constater une légère diminution des espèces vulnérables aux parasites, un an après l'arasement de l'ouvrage transversal.

Certaines espèces telles que, the gizzard shad (*Dorosoma cepedianum*), le Barbue de rivière (*Ictalurus punctatus*) et le Doré jaune (*Sander vitreus*) sont présentes en amont du seuil mais n'effectuent pas la montaison ou rarement. En effet, ces espèces ne sont pas retrouvées en amont du seuil du fait de l'absence

d'habitat accueillant. Les auteurs constatent aussi que la composition spécifique et les classes de taille sont sensiblement différentes entre 2000 et 2001. De plus, les espèces natives recolonisent les stations en aval de l'ancien seuil.

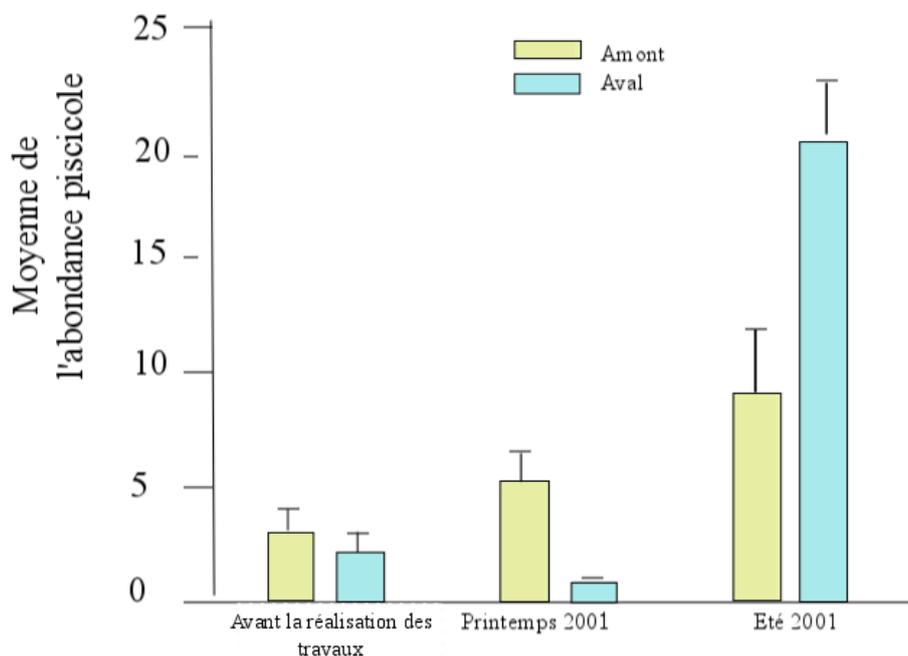


Figure 8: Histogramme de l'abondance moyenne en amont et en aval de l'ouvrage à trois périodes différentes (modifiée d'après Bushaw-Newton et al., 2002)

En conclusion, 9 mois après les travaux les auteurs constatent un déclin de l'abondance en amont du seuil et une progression en son aval. L'abondance est significativement supérieure en amont et en aval du seuil un an après les travaux. Un changement du peuplement piscicole est observé. La caractérisation du milieu par les espèces piscicoles est passée d'un milieu lentique à un milieu se rapprochant des caractéristiques lotiques. De plus, la composition spécifique et les classes d'âge sont sensiblement différentes suite aux travaux, tandis que les espèces natives recolonisent l'aval du seuil.

2. Le seuil de the Boulder Creek



Stanley et al. (2007) ont suivi le dérasement d'un seuil sur the Boulder Creek qui s'est effectué en 2003. Les auteurs ont réalisé un relevé piscicole en juillet 2001 et un en septembre 2005. Les stations d'échantillonnages se situent en amont du seuil, en son aval et au sein d'une zone de référence.

Avant les travaux, l'Ombre de fontaine (*Salvelinus fontinalis*) était l'espèce qui prédominait. En effet seulement 4 individus d'espèces différentes ont été présents : l'Umbre de vase (*Umbra limi*), the Brook stickleback (*Culaea inconstans*) et le *Lepomis cyanellus* (*Lepomis cyanellus*). Ceci s'atténue suite aux travaux de 2003.

La longueur des individus adultes ou juvéniles (Figure 9), en amont, en aval et dans le site de référence ne sont pas significativement différentes entre l'avant et l'après travaux. Une augmentation des juvéniles 1+ est constatée suite au dérasement mais n'est pas significative. Et aucune différence n'est présente entre les différents sites. En définitif, deux ans après les travaux, les auteurs constatent une amélioration de l'équitabilité piscicole et aucune différence sur les longueurs des individus chez les adultes et les juvéniles.

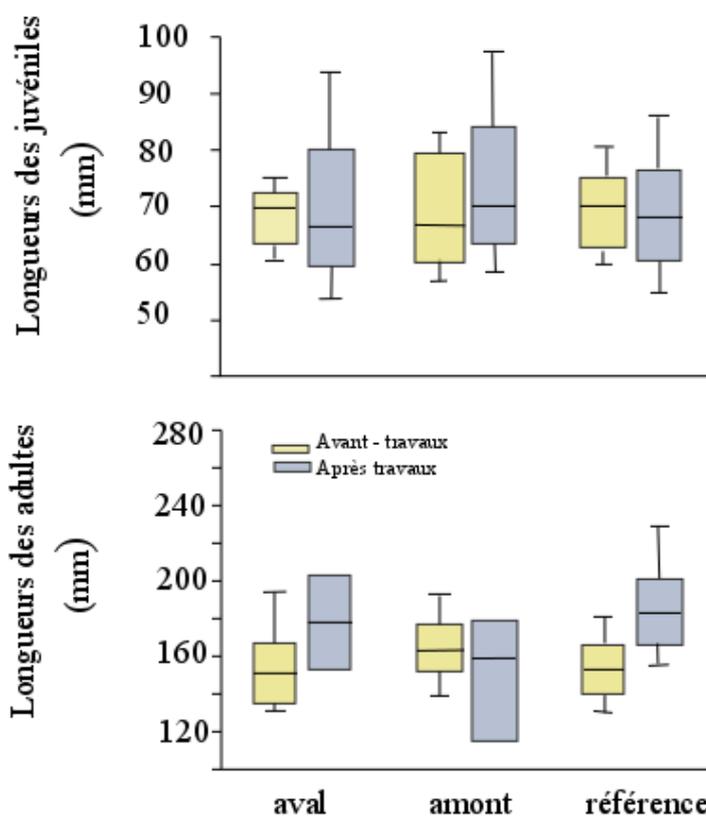
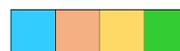


Figure 9: Diagramme en boîte représentant la longueur des juvéniles et des adultes au sein des trois stations (modifiée d'après Stanley et al., 2005)

N.B. : Les lignes horizontales dans la boîte représentent les 25 et le 75èmes percentiles et la médiane et les barres d'erreurs sont le 10ième et le 90ième percentiles.

3. The South Batavia sur the Fox River



Maloney et al. (2008), ont suivi quatre seuils durant 6 ans, de 2000 à 2005. Sur ces quatre ouvrages, « the North Aurora Dam », « the North Batavia Dam » et « the Geneva Dam » ont des hauteurs de chutes respectivement de 1,4 m, 3,7 m et 4 m et sont intacts. Le dernier seuil, « the South Batavia Dam », a subi une rupture naturelle durant l'hiver de 2002 et sa hauteur de chute était de 1,7m.

La Figure 10 représente l'analyse multivariée de la composition piscicole de l'ensemble des sites d'études. Ce graphique explique 90,7% des données. Un an après la rupture de l'ouvrage, le peuplement piscicole du site amont du « the South Batavia Dam » ressemble à ceux présents à l'amont des sites de références. Toutefois, durant les deux années suivantes (2004 et 2005), la composition spécifique se rapproche de celle présente en aval des sites de références. Aucun changement n'est constaté au niveau de la composition spécifique de la station aval du « the South Batavia Dam » suite à la mise en place de la brèche.

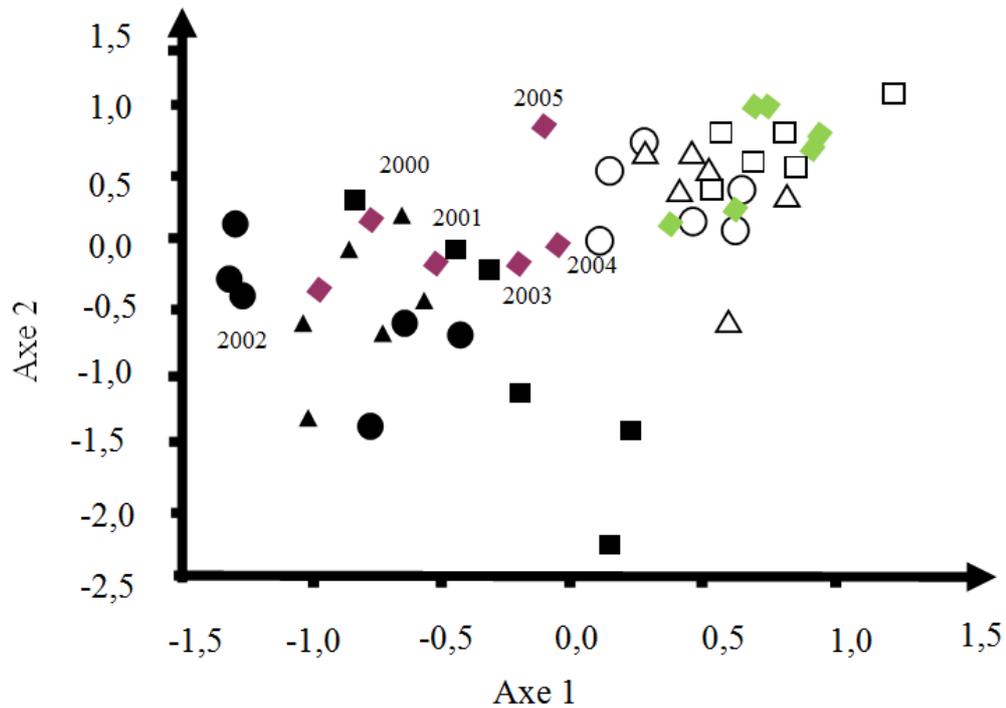


Figure 10: Analyse multivariée de la composition piscicole (modifiée d'après Maloney et al., 2008)

N.B. : Les symboles pleins présentent les données issues des stations en amont, les symboles vides présentent les données des stations en aval - les cercles : « the Geneva Dam » - les triangles : « the North Batavia Dam » - les carrés : « the North Aurora Dam » - les losanges : « the South Batavia Dam ».

Le Tableau 6 regroupe l'ensemble des résultats de comparaison de différents indicateurs en fonction des modalités citées ci-après :

- FF-IMP : comparaison relative entre les résultats en aval des seuils de référence et en leur amont,
- SBIMP-IMP : comparaison relative entre les résultats piscicoles à l'amont du « the South Batavia Dam » et les résultats en amont des sites de références,
- SBFF-SBIMP : comparaison relative entre les résultats piscicoles de l'aval et de l'amont du « the South Batavia Dam »,
- SBFF – FF : comparaison relative entre les résultats piscicoles trouvé en aval du « the South Batavia Dam » et des stations en aval des sites de références.

La première constatation est que lors de la comparaison SBFF-FF aucuns résultats n'est significativement différents selon les 5 aspects analysés (Tableau 6).

La comparaison FF-IMP est à l'avantage de l'aval, sauf lors de l'analyse du pourcentage de carpe présent au sein de ces stations. Le pourcentage d'invertivores benthiques est le seul résultat significatif. En effet, après la rupture du seuil, les résultats montrent une plus grande similarité entre l'amont et l'aval (Figure 11). A titre d'information, une espèce invertivore est une espèce qui se nourrit principalement de macro-invertébrés benthiques.

Trois résultats sont significatifs lors de la comparaison SBFF-SBIMP (Tableau 6). Les pourcentages d'espèces d'invertivores benthiques et de carpes capturées sont significativement différents (p -value < 0,10) entre l'amont et l'aval et par rapport à avant la mise en place de la brèche. Le nombre d'espèce invertivores benthiques diminue en aval du seuil (Figure 11). Le nombre de carpe est toujours en faveur de l'amont, cependant, suite à la brèche l'abondance de carpe a diminué en amont (Figure 14). Au niveau de l'analyse du nombre de taxons, la différence est significative entre ces deux stations (p -value < 0,05). En effet, il est possible

de constater une diminution de la richesse spécifique au niveau de la station en aval du seuil. Ceci permet de se rapprocher de la richesse spécifique présente en amont du seuil (Figure 12).

Finalement, les différences sont les plus visibles lors de la comparaison SBIMP-IMP. L'indice de diversité de Shannon (H') et la richesse spécifique sont significativement différents (p -value < 0,05) en amont du site d'étude et des sites de références. Ce résultat est aussi présent au niveau de l'abondance des carpes mais avec une significativité moins importante (p -value < 0,10). La richesse spécifique en amont du seuil étudiée augmente suite à la rupture de celui-ci (Figure 12). Avant 2003, la diversité spécifique était en faveur des stations en amont des sites de références, cette situation s'inverse par la suite. Une augmentation de la diversité est en même temps constatée en amont du seuil « the South Batavia » (Figure 13). Finalement, avant la rupture du seuil, l'abondance de carpe était plus importante au niveau de la station en amont du seuil d'étude, cela s'inverse à partir de 2003 (Figure 14). En effet, une diminution de l'abondance de carpe est constatée au niveau du seuil « the South Batavia ».

Tableau 6: Différences des moyennes Pré- et post- brèche (+/- Ecart-type) des mesures piscicoles par comparaisons par paire. (En gras : $p < 0,05$; en italique : $p < 0,10$) (modifiée d'après Maloney et al., 2008)

Comparaison	Période	Nombre de Taxons	H'	% d'invertivores benthique	% de carpe
FF-IMP	Pré-brèche	13,3 (0,3)	0,44 (0,13)	17,5 (2,9)	-17,9 (7,8)
	Post-brèche	11,3 (1,8)	0,58 (0,15)	4,3 (0,4)	-21,5 (10,7)
SBIMP-IMP	Pré-brèche	1,0 (0,7)	-0,05 (0,08)	-0,3 (1)	11,0 (5,9)
	Post-brèche	5,0 (0,2)	0,41 (0,10)	0,3 (0,5)	-12,0 (8,2)
SBFF-SBIMP	Pré-brèche	14,0 (1,7)	0,28 (0,31)	17,3 (5)	-33,3 (8)
	Post-brèche	6,3(0,9)	0,03 (0,02)	4,7 (2)	-10,9 (3)
SBFF-FF	Pré-brèche	1,7 (1,7)	-0,21 (0,10)	-0,6 (3,5)	-4,4 (0,7)
	Post-brèche	0,0 (2,7)	-0,14 (0,18)	0,7 (1)	-1,5 (5,4)

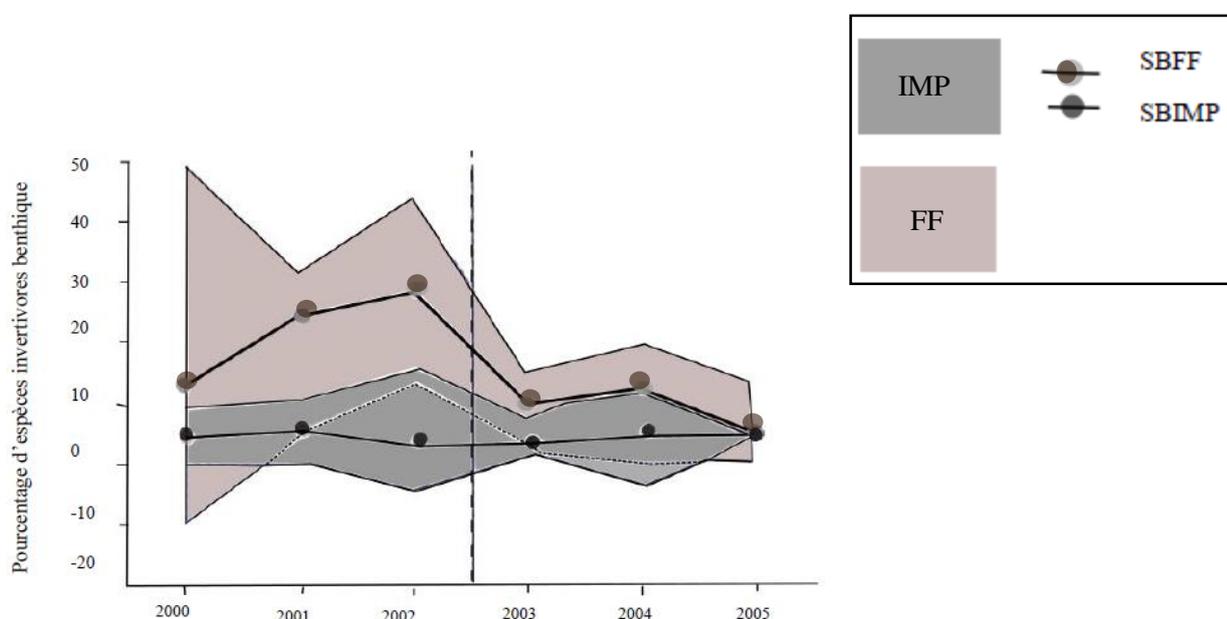


Figure 11: graphique représentant le pourcentage d'espèces insectivores en fonction des années de prélèvements et des différentes stations (modifiée d'après Maloney et al., 2008)

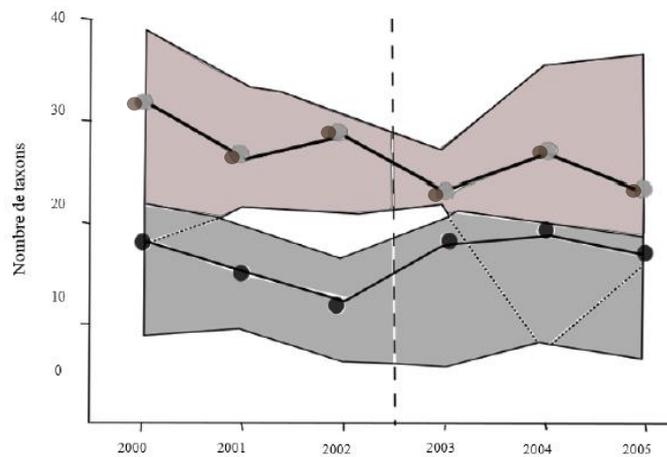


Figure 12 : Graphique représentant le nombre de taxons en fonction des années de prélèvements et des différentes stations (modifiée d'après Maloney et al., 2008)

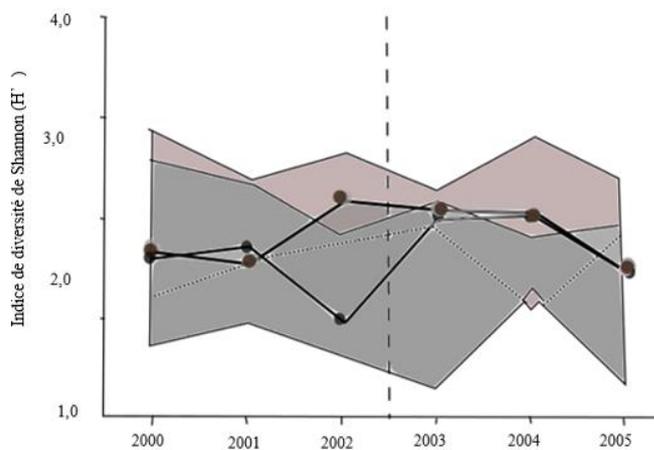


Figure 13: Graphique représentant l'Indice de diversité de Shannon (H') en fonction des années de prélèvements et des différentes stations (modifiée d'après Maloney et al., 2008)

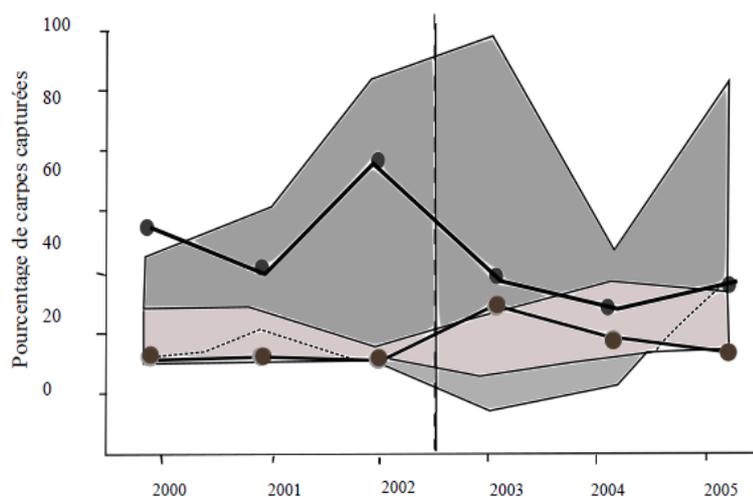


Figure 14: Graphique représentant le pourcentage de carpes capturées en fonction des années de prélèvements et des différentes stations (modifiée d'après Maloney et al., 2008)

Le Tableau 7 présente les résultats traitant concernant la biomasse et les indice d'intégrité écologique issus de l'étude de Maloney et al. (2008).

Selon les trois critères présentés dans le Tableau 7, aucuns indices ne présentes de différences significatives lors de la comparaison SBFF

L'indicateur de biomasse est significativement différent lorsque les auteurs comparent les stations SBIMP et IMP. Avant la mise en place de la brèche, les stations en amont des sites de références avaient une biomasse plus importante que la station en amont du seuil « the South Batavia Dam ». Le milieu ne présente pas de différence significative entre l'avant et l'après travaux au niveau de son nombre de frayères, et ceux pour l'ensemble des comparaisons (Figure 15).

L'indice d'intégrité écologique (IBI) présente des résultats significatifs lors de la comparaison des résultats des combinaisons suivantes : FF-IMP, SBIMP-IMP et SBFF-SBIMP. Cet indice permet d'évaluer les changements de communauté biologiques et dans ce cas piscicoles. Dans toutes les situations, la comparaison entre les groupes de stations est toujours positive, cela signifie que dans les comparaisons FF-IMP et SBFF-SBIMP, l'IBI est toujours plus important en aval qu'en amont. Pour la comparaison SBIMP-IMP, l'IBI est plus élevé au sein de la station en amont du seuil « the South Batavia » par rapport aux stations en amont des seuils de références. Lors de la comparaison FF-IMP, il est possible de constater un rapprochement des résultats de l'IBI entre les stations aval et amont des sites de références. Ceci est lié à la diminution du score de cet indice au sein des stations en aval des sites de références (Figure 16). Le constat est le même pour la comparaison SBFF-SBIMP, cependant la raison n'est pas la même. En effet, l'IBI diminue en station aval du seuil « the South Batavia », cependant cet indice augmente au sein de la station amont (Figure 16). Finalement, la comparaison SBIMP-IP présente des résultats inverse, puisque les résultats d'IBI différent de plus en plus entre l'amont du seuil suivis et les stations en amont des sites de référence. Ceci est lié à une augmentation de la note IBI au sein de ces derniers (Figure 16).

Tableau 7 : Différences des moyennes pré- et post- brèche (+/- Ecart-type) des mesures piscicoles par comparaisons de groupe de stations. (En gras : $p < 0,05$) (modifiée d'après Maloney et al., 2008)

Comparaison	Période	Biomasse	% de frayères	IBI
FF-IMP	Pré-brèche	60,5 (10,2)	19(0,6)	27,1 (1,3)
	Post-brèche	83,2 (7,6)	16,2(3,4)	20,8 (1,6)
SBIMP-IMP	Pré-brèche	-3,6 (1,5)	-2,1(0,4)	2,3 (0,3)
	Post-brèche	14,2 (0,4)	1,7(2,9)	6,3 (1,2)
SBFF-SBIMP	Pré-brèche	69,2 (24,0)	31,3(6,0)	28,0 (1,7)
	Post-brèche	129,4 (51,6)	19,6(2,1)	18,0 (0,6)
SBFF-FF	Pré-brèche	5,0 (30,0)	10,1(5,2)	3,2(1,3)
	Post-brèche	60,4 (43,7)	5,0(5,5)	3,6(1,7)

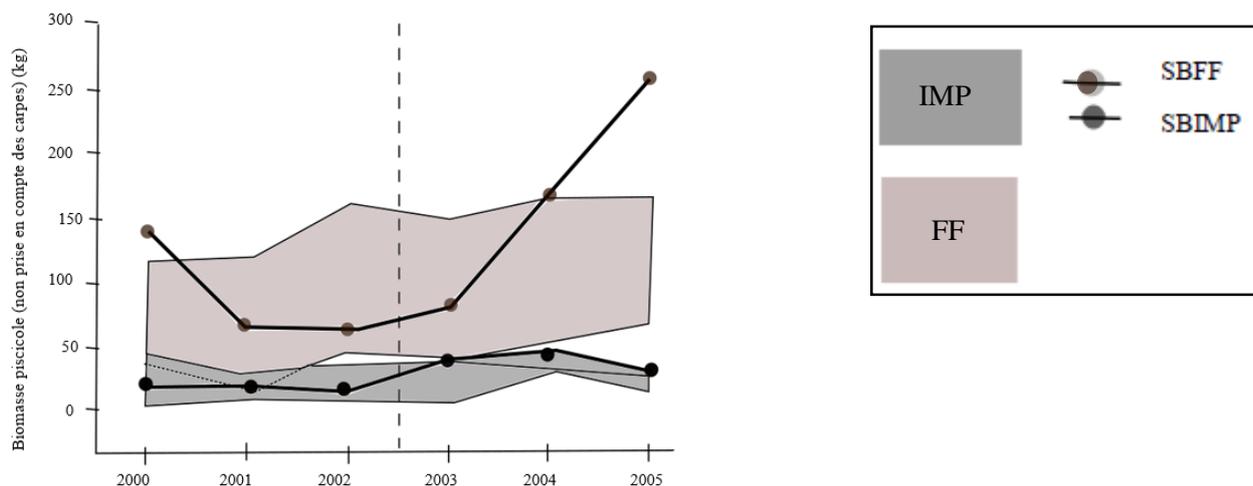


Figure 15: Graphique représentant la biomasse piscicole (kg) en fonction des années de prélèvements et des différentes stations (modifiée d'après Maloney et al., 2008)

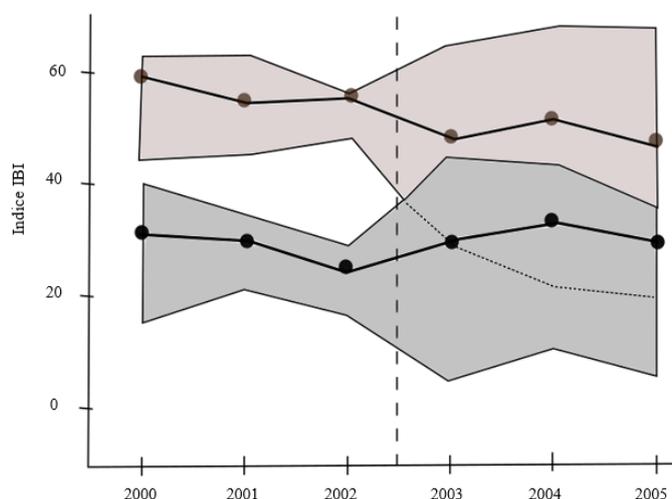


Figure 16: Graphique représentant l'indice IBI en fonction des années de prélèvements et des différentes stations (modifiée d'après Maloney et al., 2008)

En conclusion, trois ans après la rupture du seuil, la station en amont du seuil suivie est similaire aux stations de références en termes de peuplement piscicole et se rapproche petit à petit des stations en aval des sites de références. Au niveau de la station en aval du « the South batavia Dam », aucun changement n'est présent.

Lors des comparaisons de sites, aucun changement n'est constaté entre les sites en aval des seuils. Les différences les plus significatives sont présentes entre la station en amont du seuil suivie et les stations en amont des sites de références (SBIMP-IMP), entre l'aval et l'amont du seuil « the South batavia » (SBFF-SBIMP) et entre l'aval et l'amont des sites de références (FF-IMP). Finalement, les changements les plus visibles, entre 2002 et 2005, sont sur l'IBI, la richesse spécifique et l'abondance d'espèces invertébrées benthiques. La biomasse, l'indice de diversité de Shannon et l'abondance de carpes présentent des différences significatives pour certaines comparaisons mais sont de moindres importances.

4. The Shearer Dam sur the Calapooia

L'étude de Tullos et al. (2013) suit le dérasement en 2011 du « the Shearer Dam » sur « the Calapooia » dans l'Oregon. Ce seuil, avait une hauteur de chute de 2,2 m. Le recul présent au sein de cette étude est de un an après la réalisation des travaux.

La majorité des espèces piscicoles observées au sein des différents sites sont natives. La composition spécifique est dominée par the Torrent sculpin (*Cottus rhotheus*), le Reticulate sculpin (Reticulate sculpin), le Méné rose (*Richardsoni balteatus*) et le Naseux moucheté (*Rhinichthys osculus*).

5. The Zemko Dam sur the Eightmile River

L'équipe de Poulos et al. (2014) ont suivi, de 2005 à 2010, le dérasement du seuil « The Zemko Dam ». Les travaux de renaturation ont été effectués en octobre 2007. Les auteurs se sont intéressés à 2 sites de références situés en aval du « The Zemko Dam », en plus du seuil principal.

Au cours de cette étude, 23 espèces piscicoles ont été recensées sur l'ensemble de cette étude. Sur les sites de références, 7 espèces ayant un important pouvoir indicateur ont été capturées, cependant, des espèces invasives, telle que la Truite européenne (*Salmo trutta*), sont présentes au sein de ce milieu. La plus part des espèces présentes sont indicatrices de milieu lentique, et sont modérément tolérantes à intolérantes aux pollutions. En aval du seuil sont présentes 4 espèces ayant un important pouvoir indicateur. Elles sont indicatrices des milieux calmes à eau chaude et tolérantes à modérément tolérantes des pollutions. A l'amont du seuil, 3 espèces avec un important pouvoir indicateur et tolérantes aux pollutions, ont été capturées. Ceux sont des espèces caractéristiques des eaux chaudes et des habitats généralistes.

Parmi l'ensemble des espèces présentes dans le milieu, l'équipe de Poulos et al. (2014) s'est concentrée sur 8 espèces : la Barbotte brune (*Ameiurus nebulosus*), l'Anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*), le Rasseux-de-terre gris (*Etheostoma olmstedi*), le Brochet d'Amérique (*Esox americanus*), le Crapet arlequin (*Lepomis macrochirus*), le Naseux noir (*Rhinichthys atralatus*), le Naseux des rapides (*Rhinichthys cataractae*) et « the Fallfish » (*Semotilus corporalis*).

Suite au dérasement du seuil, l'abondance relative de la Barbotte brune augmente, puis décline de manière significative après la réalisation des travaux en 2007. Ce résultat est constaté en amont et en aval du site. Ce constat est sensiblement le même au sein de la population du Rasseux-de-terre grise, mais le déclin commence en 2010. L'abondance du *Semotilus corporalis* augmente significativement, en amont et en aval du seuil suite aux travaux. Durant ces 6 années d'étude, cette espèce est fortement abondante au sein des sites de références. En aval du seuil, l'abondance relative de l'Anguille d'Amérique change de manière notable après les travaux. Au niveau des zones de références, l'abondance relative de cette espèce varie fortement. Les stations en amont des sites de références montrent une plus faible abondance de Crapet arlequin, comparées à la station en amont du seuil. L'abondance relative du Brochet d'Amérique diffère significativement entre le site du « The Zemko Dam » et les sites de références. En aval de l'ouvrage transversal, les variations sont significatives mais ne montrent pas de tendance générale. Le Naseux noir et Le Naseux des rapides ont, quant à eux, des abondances relatives significativement plus importante au niveau du seuil, par rapport aux sites référents.

Avec le temps, la composition spécifique est modifiée au sein de l'ensemble des sites suivis (Figure 17), cependant peu de variations sont à constater au sein des sites de références. Ce constat a l'inverse de celui observé au niveau de la zone de travaux. Les résultats suggèrent que la composition spécifique, en amont et en aval de l'ancien seuil, se rapproche de celle des sites de références, suite au dérasement. En effet, les auteurs observent une augmentation du *Semotilus corporalis* et du Rasseux-de-terre gris au sein des sites amont et aval de l'ouvrage. Ces espèces sont aussi présentes au sein des sites de références.

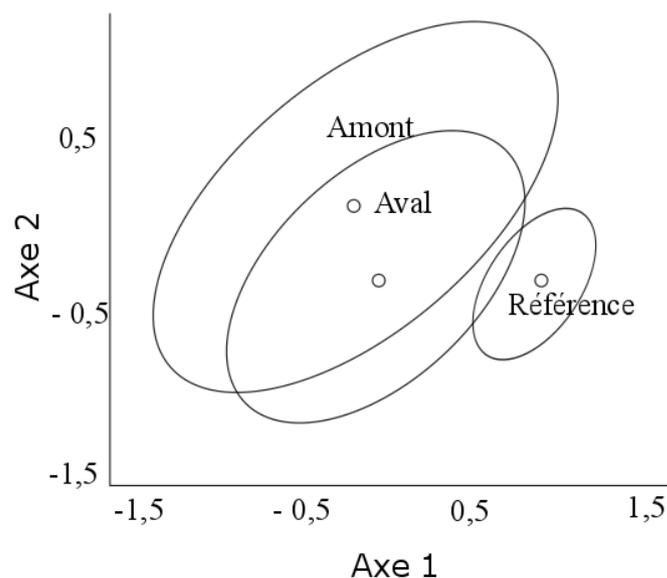


Figure 17: Schéma du positionnement multidimensionnel non-métrique (Analyse des données) de l'ensemble des sites (modifiée d'après Poulos et al., 2014)

La diversité spécifique piscicole diffère spatialement et temporellement. La dissimilarité dans la composition spécifique diminue au cours du temps entre l'amont et l'aval du « the Zemko Dam », par rapport aux sites de références. Cependant, la dissimilarité reste relativement constante dans le temps lors de la comparaison entre l'amont et l'aval du seuil. En 2005, la station à l'aval du seuil présentait une forte dissimilarité avec les sites de références, et une faible avec la station en amont du seuil.

En 2010, l'équipe de Pullos et al. (2014) constate que seuls les plus petits juvéniles (inférieur à 0,22 mm de long) de *Semotilus corporalis* sont présents en aval du seuil. Aucun autre individu de cette espèce ne fût rencontré au niveau de ce site.

La densité piscicole de la Barbotte brune, au sein des sites de références, est significativement inférieure à celles présentes en aval et en amont du seuil. Ce constat a été observé durant les 6 années de l'étude.

En conclusion, les auteurs ont constaté une modification spatio-temporelle de l'abondance relative, et de la composition spécifique des espèces piscicoles durant les trois ans suivant les travaux. La composition spécifique varie peu au sein des sites de références. Les sites amont et aval du seuil voient leur richesse spécifique se rapprocher de celle des sites de références. La dissimilarité entre les stations suivies au niveau du seuil et les sites de références diminue avec le temps, cependant, cette dissimilarité est encore présente entre les sites du « the Zemko Dam ».

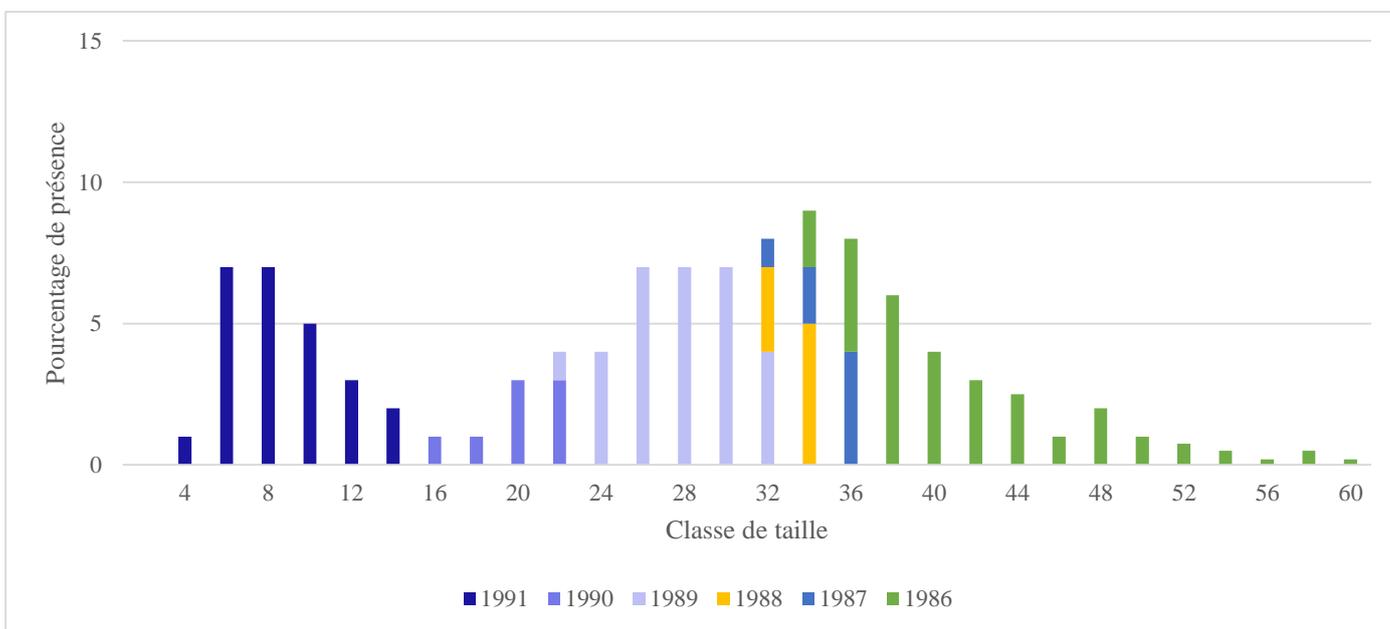
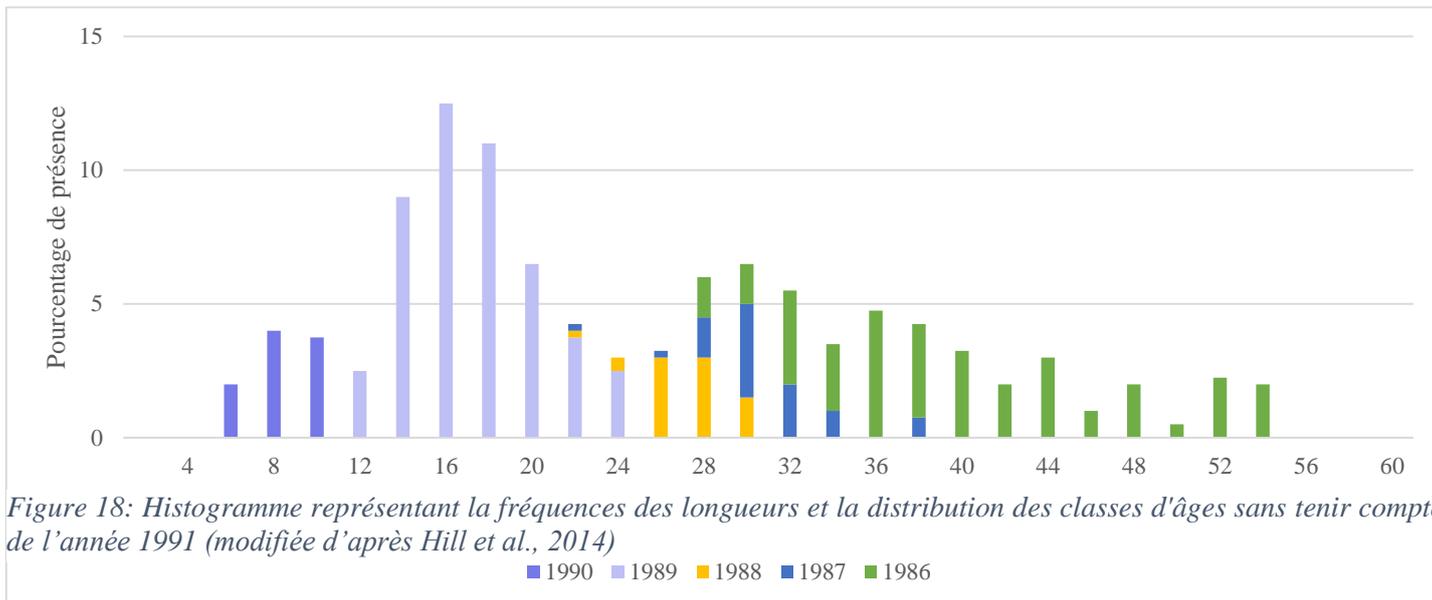
6. The Dead Lake Dam sur the Chipola River



Quatre sites de pêche électrique ont été suivis de mai 1984 à décembre 1992 par l'équipe de Hill et al. (2014) sur le site du « the Dead Lake Dam » sur the Chipola River. La hauteur de chute de ce seuil était de 1,3m.

En termes d'abondance piscicole, aucun motif n'a été mis en avant durant la période de l'étude. Cependant, les auteurs constatent un changement dans la composition des peuplements piscicoles destinés à la pêche. Suite à l'arasement du seuil, la richesse spécifique est multipliée par deux, passant de 34 à 61 espèces.

Le nombre de juvéniles des Black-bass à petites bouches (*Micropterus dolomieu*) a fortement augmenté entre 1989 et 1991, deux ans après l'arasement final du seuil (Figure 18 et Figure 19).



Avant la réalisation de cette étude, un relevé piscicole avait été réalisé en 1964 et présentait un résultat de 31.5 kg/ ha poissons. Les résultats d’août 1972, septembre 1973 et août 1978 montrent que ce milieu a une faible productivité (Figure 20). Ce résultat va à l’encontre de ceux du mois de septembre 1981, puisqu’une importante quantité de poissons est observée (Figure 21)

Après 3 ans de suivis, aucune conclusion ne peut être tirée des résultats d’abondance relative. La composition spécifique piscicole, destinée à la pêche, s’améliore. Les Black-bass à petites bouches ont eu une forte reproduction en 1989 et en 1991, deux ans après l’arasement final du seuil. « The Dead Lake » a une faible productivité, cependant, une importante densité piscicole est constatée en 1981.

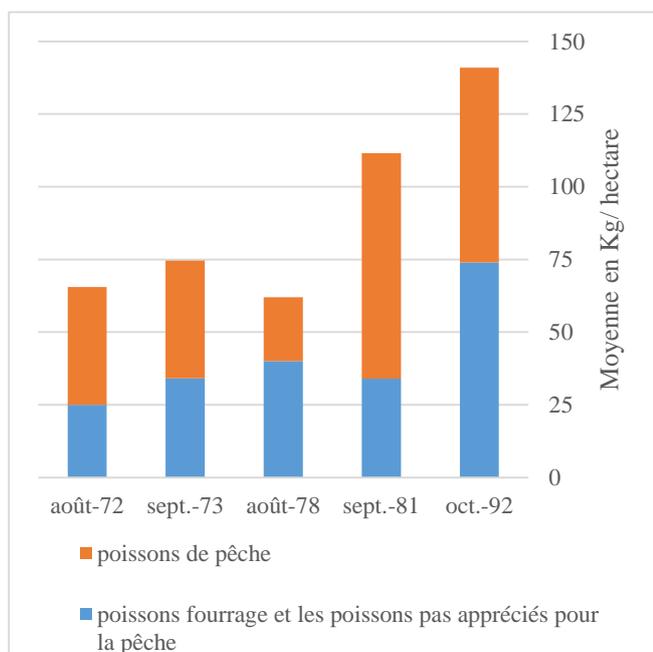


Figure 20: Histogramme représentant la moyenne des biomasses piscicole par hectare en fonction des différentes dates de relevés (modifiée d’après Hill et al., 2014)

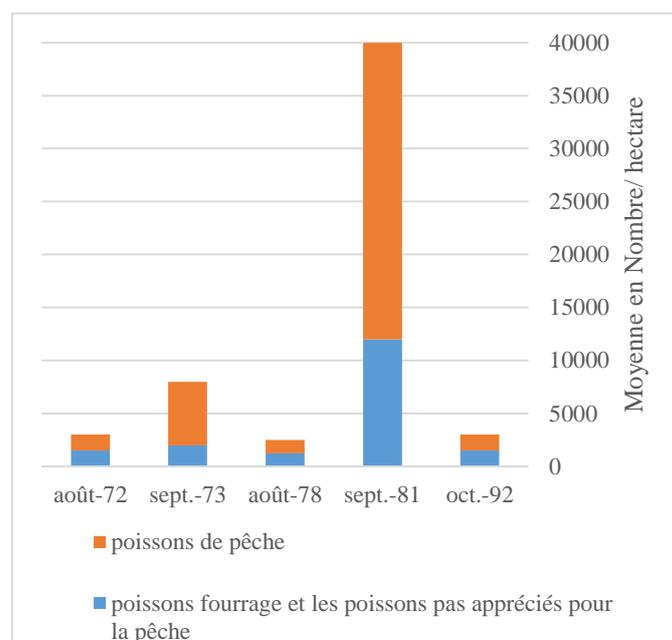


Figure 21: Histogramme représentant la moyenne des abondances piscicoles par hectare en fonction des différentes dates de relevés (modifiée d’après Hill et al., 2014)

Discussion

L'ensemble de ces résultats va être analysé par l'intermédiaire d'une analyse de forme et de fond. L'analyse de forme va s'intéresser à la répartition des ouvrages transversaux présents au sein du territoire de la CCBN et ceux qui ont fait l'objet d'un suivi piscicole selon 4 caractéristiques:

- la répartition des analyses selon les 4 catégories précédemment cités,
- la répartition des ouvrages en fonction de leur hauteur de chute selon 5 classes,
- l'action envisagée ou réalisée,
- le nombre de relevés piscicole permettant de réaliser l'analyse effectuée par les auteurs des publications.

L'analyse de fond va s'articuler autour des 4 catégories précédemment citées:

- la diversité des peuplements,
- les classes d'âges,
- la biomasse et la densité,
- les informations diverses et ne rentrant pas au sein des trois catégories précédemment nommées.

Par la suite les limites de cette étude et des suivis d'action de renaturation seront abordés. De plus, une partie traitera des résultats qui seront potentiellement visible au niveau du territoire de la Collectivité territoriale.

A. Les Analyses de forme

1. L'analyse des données récoltées

La Figure 22 permet de visualiser comment ont été analysés les 12 projets de renaturation recensés. Dans 10 cas sur 12, les auteurs ont analysé leurs données sous l'angle de la composition et la répartition des peuplements piscicoles. Une étude sur deux a abordé la question des classes d'âges et/ ou de taille. Les critères de biomasse et de densité piscicoles ont été explorés dans un peu moins d'une étude sur deux. Le même nombre d'étude ont traité d'autres informations que celle précédemment citées. Bien entendu, la plus part des études ont analysé leurs données sous différents angles, mais certaines se sont intéressés à une seule catégorie d'analyse (Figure 23).

L'hypothèse mis en avant pour comprendre ces résultats est celle de l'accessibilité aux données. En effet, les données concernant la richesse spécifique peuvent être facilement récoltées grâce à de simples relevés tels que la présence ou l'absence des espèces piscicoles. Ceci permet d'avoir une idée de la répartition et de la composition des peuplements. Il est nécessaire d'accéder à des données plus complexes et demandant plus de moyens financiers, techniques et temporelle pour avoir accès aux informations concernant les trois autres catégories. Cependant les indices complexes, c'est-à-dire ceux comprenant un nombre important de paramètres, sont riches en informations (Morandi et *al.*, 2014).

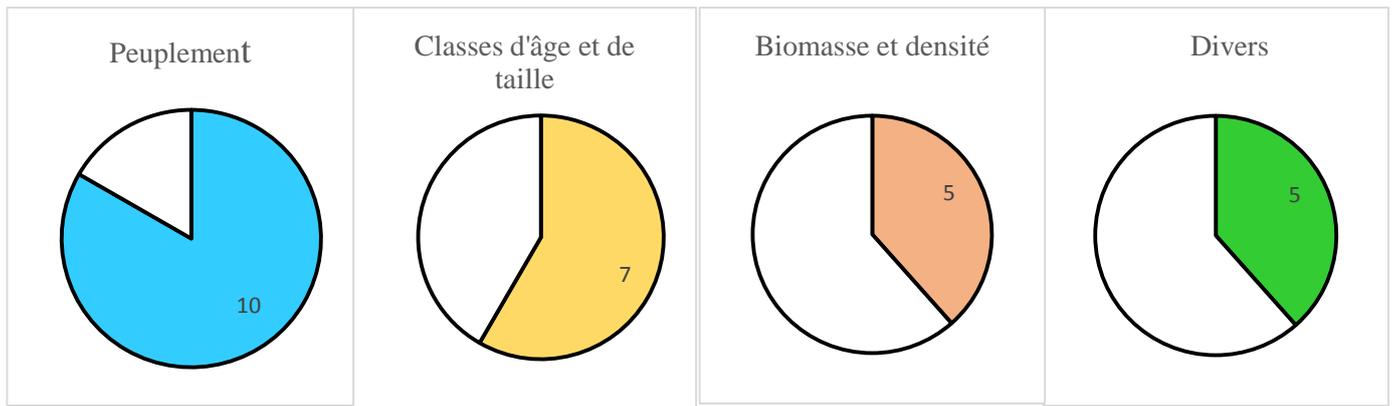


Figure 22: Graphique en secteurs de la répartition des 12 analyses en fonction des 4

Le barrage de Cussy	1
Les trois seuils	2
Me seuil des Treize Saules	3
L'ancien Vannage	4
L'ancienne Forge Aminthe	5
Le déversoir de Spontin	6
Le seuil du the Manatawny Creek	7
Le seuil du the Boulder Creek	8
The South Batavia Dam	9
The Shearer Dam	10
The Zemko Dam	11
The Dead Lake Dam	12

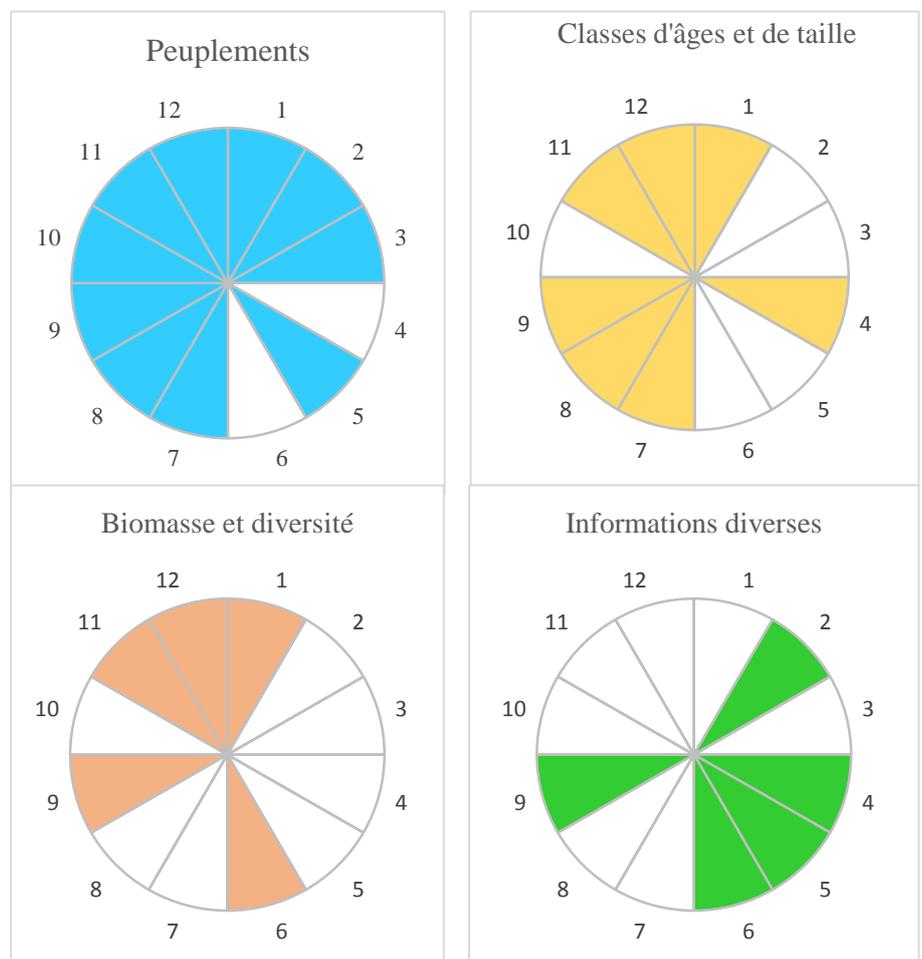


Figure 23: Graphique en secteurs de la répartition des thématiques abordées par les 12 suivis abordés au sein de cette étude

2. L'analyse des hauteurs de chute des études recensées

La hauteur de chute a été un critère de sélection durant la recherche documentaire. En effet, les hauteurs de chutes des ouvrages transversaux doivent être comprises entre 0 et 2,5 mètres. Le territoire de la Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau présente une majorité d'ouvrages transversaux inférieurs à 1 mètre (10 ouvrages sur les 17 sélectionnés) (Figure 24 – graphique de droite). La répartition des autres ouvrages transversaux est relativement équitable entre les 4 catégories restantes.

Parmi les 12 ouvrages présentés au sein de cette étude, un seul a une hauteur de chute inférieure à 1 mètre (Figure 24 – graphique de gauche). Environ 80% des ouvrages ont une hauteur de chute comprise entre 1 mètre et 2,5 mètres, dont 5 présentant une chute d'eau inférieure à 1,5 mètre.

Lors des recherches documentaire, le constat fût le suivant : la plus part des suivis piscicoles ont été réalisés soit sur des ouvrages transversaux ayant des hauteurs de chutes supérieur à 2,5 mètres ou sur des ouvrages hydro-électriques. Cette observation a entraîné l'évincement de plusieurs publications. Le même constat a été mis en évidence par Schuman (1995).

Une autre observation issus de la recherche de publication est la présence de lacunes au sein des documents, telles que la localisation de l'ouvrage, la hauteur de chute ou la méthode de prélèvements (Morandi & Piégay, 2011). Cette observation sera développée dans le paragraphe D.

Une autre constatation est la volonté de réalisé des suivis sur des ouvrages visibles. En effet, bon nombre de seuil sont invisibles aux yeux des passants car ils sont dans des coins reclus ou méconnus du grand public. Il est donc plus facile d'avoir accès à des financements lors que l'impact des travaux est visible.

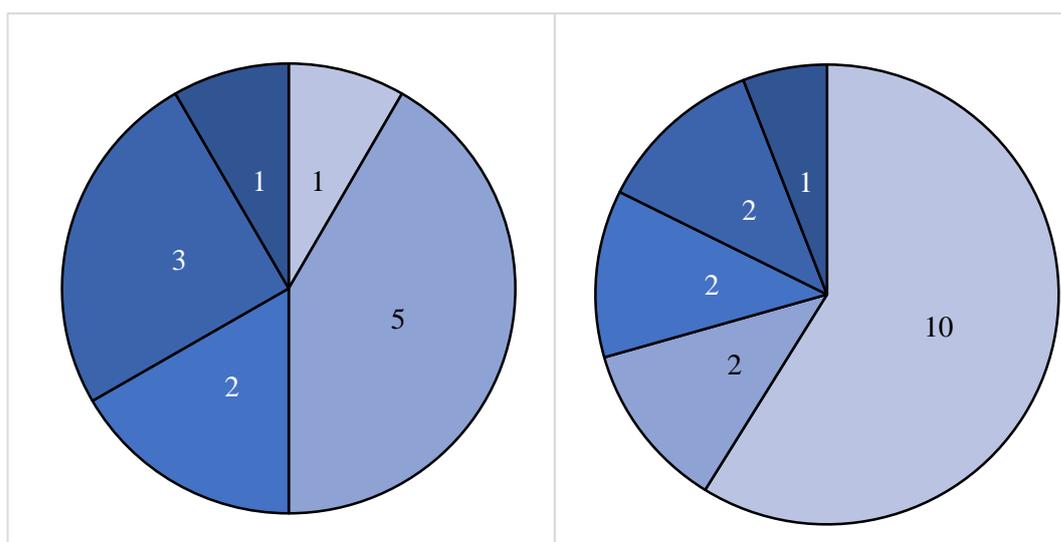


Figure 24: Graphique en secteurs représentant la classification des ouvrages en fonction de 4 classes de hauteurs de chute.

- < 1 mètre
- < 1.5 mètre
- < 2 mètres
- < 2.5 mètres
- 2.5 mètres

N.B. : A gauche sont répertoriés les ouvrages non présents sur le territoire de la CCBN et à droite les ouvrages recensés sur le territoire de la CCBN.

3. L'analyse des actions menées ou envisagées

La Figure 25 représente la répartition des ouvrages transversaux en fonctions des travaux effectués ou envisagés. La catégorie nommée « en cours de choix » regroupe les ouvrages transversaux présents sur le territoire de la CCBN et pour qui aucun choix d'action n'a été vraiment défini pour le moment. En effet, la décision de privilégier une action plutôt qu'une autre peut s'effectuer lors de la phase d'AVP (AVant-Projet) ou au sein de la phase APD (Avant-Projet Détaillé). La catégorie dénommée « autre » rassemble les ouvrages ayant été ou allant être soumis à des actions moins communes telles que la mise en place d'un lit d'étiage ou l'envoi d'un courrier au propriétaire.

Le dérasement est la solution la plus radicale et la plus recommandée. En effet, l'objectif étant de restaurer la libre circulation entre l'amont et l'aval du cours d'eau, la solution ayant la meilleure problématique d'atteindre l'objectif souhaité est le dérasement du seuil. En effet, cette action permet de rétablir entièrement la continuité écologique. Par la suite, plus l'action proposée est de faible envergure et moins les résultats seront satisfaisants et leur probabilité de réussite diminuera. Il est donc conseillé dans ces cas-là de cumuler les actions pour augmenter la chance de réussite. Cependant, ceci entraîne un surcoût la plupart du temps.

Le dérasement de l'ouvrage transversal est l'action qui est la plus souvent réalisée puisqu'il est possible de la retrouver dans plus de 50% des actions de « références » (Figure 25 – graphique de gauche). Sur le territoire de la CCBN, la solution du dérasement de l'ouvrage transversal est envisagée dans 35% des cas. Les solutions majoritairement envisagées sur le territoire de la CCBN sont des méthodes alternatives telles que l'arasement de seuil, les pré-barrages ou les bras de contournement (Figure 25 – graphique de droite). Sur la douzaine d'ouvrages référencés, un peu moins de la moitié (5 cas sur 12) ont été soumis à des aménagements alternatifs.

L'importante hétérogénéité des actions alternatives est incontestable et permet de faire évoluer des situations qui sont très complexes. En effet, il est difficile de faire accepter le dérasement d'un ouvrage puisque de nombreux aspects apparaissent telles que : la socio-économique, le patrimoine et l'environnement. De plus, la voix citoyenne intervient soit par biais d'association soit par celui des élu(e)s. La perception citoyenne locale est importante puisqu'elle peut faire ralentir, voir arrêter un projet. Il est possible de prendre pour exemple le seuil d'Harréville-les-Chanteurs qui a été dérasé en 2013. Les résultats ne sont pas concluants aux yeux du public et donne donc une mauvaise image de ce type de projet. Cet échec est souvent mis en avant lors des Comités de pilotages (COFIL) et lors des réunions publics (AERM, 2013). Une grande partie des ouvrages appartiennent à des propriétaires privés (Bernhardt et al., 2007), il est donc nécessaire de prendre en considération leurs attentes. Toutefois, ces ouvrages ont perdus leurs usages et les droits d'eau n'existent plus. Le consensus est souvent long et il est donc préférable d'approfondir plusieurs options. Par exemple, sur le territoire de la CCBN aucun choix n'a été arrêté sur deux ouvrages transversaux.

Ces propositions d'actions ne sont pas arrêtées en AVP, même si un consensus entre les différents acteurs (les propriétaires, les Maîtres d'Ouvrages, les financeurs et les agents de la police de l'eau) est trouvé. Le décideur final est le représentant de l'Etat, le Préfet, par la voix de ses services, la Direction Département des Territoires et l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques. Cet organisme fait appliquer la loi sur les actions à mener. Par la suite, le Maître d'Ouvrage peut choisir de ne pas poursuivre le projet. Si cela est le cas, la remise en conformité des ouvrages risque de revenir, par la suite, au propriétaire. En effet, l'objectif est de rétablir entièrement la continuité écologique, de ce fait, le Préfet pourra obliger les propriétaires à réaliser les travaux d'aménagement nécessaire à la bonne atteinte de cet objectif.

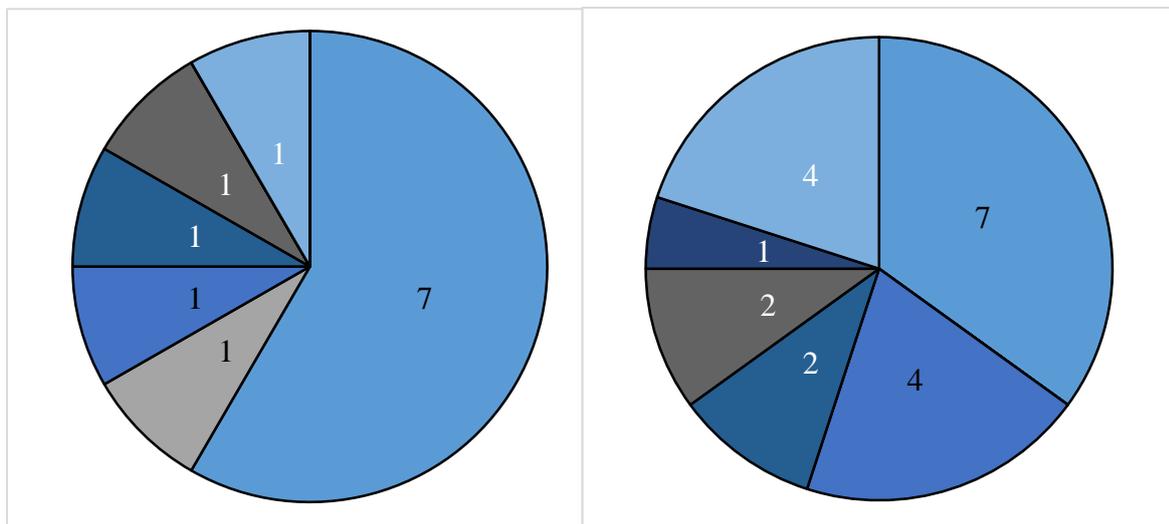


Figure 25: Graphique en secteurs représentant la classification des ouvrages en fonction de 7 classes de travaux réalisés ou envisagés.

- Dérasement
- Abaissement
- Arasement
- Pré-barrage
- Contournement
- Démantèlement de vannes
- En cours de choix
- Autres

N.B. : A gauche sont répertoriés les ouvrages non présents sur le territoire de la CCBN et à droite les ouvrages recensés sur le territoire de la CCBN.

4. L'analyse du nombre de relevés piscicoles

Sur les 12 études recensées, plus de la moitié a effectué 2 relevés piscicoles, un avant les travaux et un après (Figure 26). Trente-trois % des études présentent entre 3 et 7 suivis. L'étude de Hill et al. (2014) est la seule à s'être basée sur 9 relevés piscicoles. Au sein de cette analyse, l'ensemble des publications se sont appuyées sur un suivi pré-aménagement. Ceci est important puisque Morandi et al. (2014) ont constaté que peu d'études ont réalisé un suivi avant la mise en place des travaux de renaturation. Cela ne concerne donc pas exclusivement les aménagements d'ouvrages transversaux. Il est nécessaire d'avoir des données fiables avant la réalisation des travaux car cela compromet les résultats finaux. De plus, Morandi et al. (2014) constatent aussi une importante dépendance entre le nombre de relevés réalisé lors du suivi et la détection de changements. Cette observation permettrait d'émettre des doutes sur les changements constatés au sein des différents milieux analysés lors de ces différentes études.

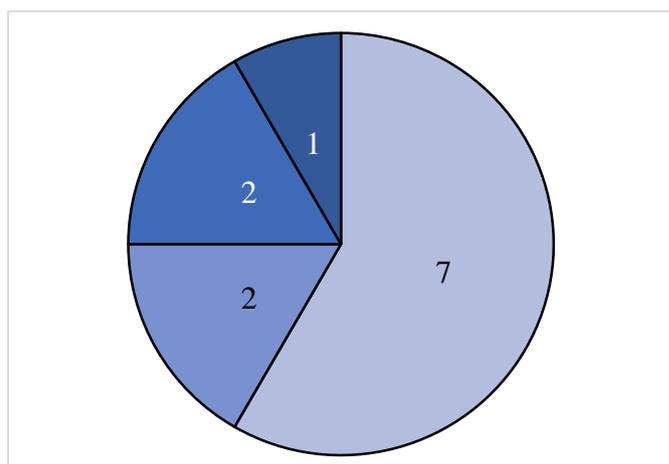


Figure 26: Graphique en secteurs représentant la classification des ouvrages en fonction de 4 classes faisant références aux nombre de relevés.

- 2 relevés
- ≤ 5 relevés
- ≤ 7 relevés
- ≤ 9 relevés

B. L'analyses des résultats des études

Cette partie abordera dans un premier temps les attentes des aménagements d'ouvrages transversaux d'un point de vu piscicole. Les résultats seront analysés par ordre chronologique et selon les catégories précédemment citées. Une partie traitera des limites et des observations pouvant être observées suite à la réalisation des aménagements sur les ouvrages transversaux. Par la suite, ces limites seront étendues à l'échelle des actions de renaturation. Finalement, un paragraphe traitera des résultats que pourrait constater la Communauté de Communes sur son territoire suite à la réalisation de leurs travaux.

1. Les attentes suite aux aménagements d'ouvrages transversaux

Ce qui est attendus d'un aménagement d'ouvrage transversal est la restitution de la continuité écologique. Cette étude se concentre sur la continuité biologique et plus particulièrement sur celle des espèces piscicoles.

La présence de ces ouvrages transversaux bloque la montaison (de l'aval vers l'amont) des espèces piscicoles. La franchissabilité des ouvrages est donc un facteur primordial lors de la réflexion de l'aménagement d'un ouvrage transversal. Cependant, il est indispensable de prendre en compte la capacité de nage de chaque espèce pour pouvoir définir cet indice de franchissabilité. Il est nécessaire d'aménager les seuils pour que l'ensemble des populations piscicoles puisse effectuer leur migration. C'est donc pour cette raison que la solution recommandée est celle du dérasement. Le fait de restaurer la libre circulation va permettre d'augmenter l'accessibilité aux zones de frayères et donc d'améliorer la reproduction piscicole. La réussite se ressentira par une augmentation de juvéniles. La recolonisation par les espèces salmonicoles, telles que la Truite Fario, le Chabot, la Lamproie de Planer, la Loche Franche ou le Vairon, sont des signes d'une amélioration des cours d'eau en tête de bassin versant. Pander & Geist (2013) ont constaté que les salmonidés sont des espèces sensibles aux changements de qualité hydrique et sédimentaire, ceux sont donc de très bon bioindicateurs dans le domaine de la restauration des rivières, puisqu'ils permettent de détecter des changements dans le milieu. Parfois il est possible de déterminer les impacts que subit le milieu. Cette réouverture permet aussi d'améliorer la qualité génétique des populations. En effet, le fait de créer du brassage génétique permet de perpétuer et d'améliorer les populations piscicoles.

D'autres impacts sont attendus. En effet, la présence d'ouvrage transversal contribue à la diminution de l'abondance piscicole et parfois à la disparition ou à l'extinction de certaines espèce (Croze & Larinier, 2010). L'objectif est de se rapprocher d'une population rhéophile que limnophiles. De plus, il est important de s'intéresser au problème des espèces introduites ou invasives. D'après Chaplais (2010) la présence d'ouvrages transversaux entraînerait une diminution de la diversité et de la biomasse, une modification dès la biocénose aquatique (Chaplais, 2010).

2. L'analyse des suivis piscicoles

Pour répondre à la problématique de ce mémoire qui est : «Quelle est la vitesse d'amélioration des cours d'eau après aménagement des ouvrages transversaux ? », il est nécessaire de s'intéresser à la chronologie des suivis. Pour une meilleure lisibilité, la discussion autour des résultats va s'articuler autour des 4 axes précédemment définies.

Le Tableau 8 regroupe l'ensemble des résultats recensés sur les 12 études présentées précédemment. Le code couleur est toujours respecté et sont les suivants :

Les peuplements piscicoles	Classe d'âge, de taille et reproduction
Biomasse et densité	Informations diverses (indices, franchissabilité)

Tableau 8: Tableau récapitulatif des résultats des 12 études par ordre chronologique

	Quelques mois à 1 an	2 ans	3 ans
Barrage de Cussy	<p>Absence d'évolution dans la composition des peuplements. Augmentation des effectifs piscicoles.</p> <p>Présence de Juveniles 0+ et diminution de la densité de truite en aval</p>	-	-
La Chaussée d'Ecorchard	-	Déséquilibre des peuplements piscicoles.	-
Le Clapet des Planches	Amélioration de l'indice poisson	-	-
La chaussée de Fertevault	Stagnation de l'indice poisson	-	-
Seuil des Treize Sautes	Changement de la composition spécifique	-	Retour à la composition spécifique d'origine. Amélioration stabilité taxonomique.
Ancien vannage	-	-	Amélioration de l'indice truite
Ancienne Forge Aminthe	<p>Nombreux retard de franchissement</p> <p>Espèces plus Rhéophiles</p>	-	-
Déversoir de Spontin	<p>Bonne intégrité piscicole</p> <p>Augmentation de la biomasse piscicole</p>	-	-
Le seuil du the Manatawny Creek	<p>L'abondance décline en amont et pro-juvéniles 0+</p> <p>Augmentation non significative des juvéniles 0+</p>	-	-
Le seuil du the Boulder creek	-	<p>Absence de différence dans les classes d'âges</p> <p>Amélioration de l'équitabilité piscicole</p>	-
The South Batavia	-	-	<p>Une diminution de l'abondance de carpe. Une diminution des espèces invertébrées benthiques. La richesse spécifique augmente en amont et diminue en aval. L'équitabilité est plus importante.</p> <p>La biomasse piscicole augmente en aval du seuil et diminue en son amont.</p> <p>IBI change</p> <p>Aucune modification dans le nombre de frayères</p>
The Shearer Dam	<p>Espèces presque exclusivement natives. Peu de description sur l'évolution piscicole mais milieu principalement dominé par 4 espèces.</p>	-	-
The Zemko Dam	<p>Fortte densité piscicole</p>	<p>Présence de juvéniles</p> <p>Important densité piscicole</p>	<p>La composition spécifique partiellement changée. Dissimilarité entre aval et amont</p>
The Dead Lake Dam	<p>Augmentation de l'effectif des juvéniles</p>	<p>Diminution de l'effectif des juvéniles</p>	<p>Augmentation dans la biomasse et chute</p> <p>Amélioration de la composition spécifique</p>

a) Les peuplements piscicoles

Quatre études, sur les 12 recensées, ont un retour d'expérience d'un an suivant la réalisation des travaux d'aménagements (Baran, date inconnue ; Bushaw-Newton et *al.*, 2002 ; De le Court et *al.*, 2013 ; Tullos et *al.*, 2013). Quatre autres études s'intéressent, quant à elle, à un retour d'expérience sur deux ans ou trois ans (SMVT, 2007 ; Stanley et *al.*, 2007 ; Maloney et *al.*, 2008 ; le seuil des Treize Saules ; Poulos et *al.*, 2014 ; Hill et *al.*, 2014).

Au niveau du Barrage de Cussy, l'abondance augmente de façon homogène entre les populations (Baran, date inconnue). Aucun changement dans la composition du peuplement piscicole n'est observé. Ces résultats montrent une évolution légèrement positive de la qualité des peuplements piscicoles au niveau de cet ancien ouvrage transversal. Cependant, l'abondance de truite diminue.

L'étude menée par l'équipe de Bushaw-Newton et *al.* (2002) constatent quant à eux une déclinaison des abondances à l'amont de l'ancien seuil sur « the Manatawny Creek » et une progression en son aval. Ceci peut être présenté comme une diminution de l'abondance piscicole.

L'évolution, au niveau de l'ancien seuil de l'Ancienne forge Aminthe, est quant à elle positive puisque la composition spécifique se rapproche d'un assemblage rhéophile (De le Court et *al.*, 2013).

Tullos et *al.* (2013) trouvent des résultats très encourageant puisqu'ils constatent la présence presque exclusive d'espèces natives suite à l'aménagement de l'ouvrage hydraulique. De plus, l'équipe n'observe pas de nouvelles espèces. Ce résultat peut être positif comme négatif. En effet, la dégradation de la qualité spécifique n'est pas observée, cependant une amélioration n'est pas présente. L'abondance relative a cependant été modifiée, et laisse place à la co-dominance entre les espèces. Ce résultat renforce l'idée de l'amélioration du peuplement piscicole.

Les études s'intéressant à un retour sur 2 ans, présentent des observations plutôt similaires à ceux précédemment cités. En effet, Stanley et *al.* (2007) observent, une amélioration de l'équitabilité piscicole au niveau du seuil sur « the Boulder Creek ». Au niveau de cet ouvrage et avant la réalisation des travaux, le nombre d'individus adultes était plus important par rapport aux constatations réalisées par la suite.

Au niveau du seuil de « La Chaussée d'Ecorchard », un déséquilibre du peuplement piscicole est constaté (SMVT, 2007). Les résultats montrent dans l'étude de Stanley et *al.* (2007) une amélioration de distribution des populations piscicoles et dans un autre (SMVT, 2007) une régression.

L'étude de Maloney et *al.* (2008) présente les mêmes résultats que ceux recensés un an après les travaux d'aménagement. La richesse spécifique s'améliore avec le temps, le peuplement cyprinicole s'amenuise tout comme les espèces invertivores benthiques. Ces résultats sont donc positifs. Cependant constat n'est pas aussi tranché que les précédentes au niveau de cette étude. En effet, la richesse spécifique s'améliore à l'amont et se dégrade à l'aval de l'ancien ouvrage (Maloney et *al.*, 2008). Cependant, les auteurs constatent une diminution des espèces invertivores benthiques. Cette observation n'est pas un résultat encourageant. Mais, l'abondance des carpes communes est plus faible suite à la réalisation des travaux d'aménagement de l'ouvrage hydraulique, ceci peut être perçu comme une disparition progressive du peuplement cyprinicole.

Les études ayant un retour de trois ans montrent des modifications en termes de composition spécifique. Au niveau de l'ancien seuil des Treize Saules, la composition spécifique est identique à celle observée avant la réalisation des travaux. Le nombre de truite arc-en-ciel augmente avec le temps, ceci pourrait devenir inquiétant puisque cette espèce est invasive. Ces résultats sont plutôt négatifs puisque une dégradation de la qualité de la composition spécifique est à constater de manière générale. L'amélioration de l'équitabilité est observée au niveau de cette étude. Ce constat est positif, mais ne compense pas l'appréciation générale.

Au niveau du « the Zemko Dam » (Poulos et *al.*, 2014) les résultats ne sont pas entièrement positifs. La dissimilarité est toujours constatée entre les stations en aval et en amont de l'ancien seuil, même si la composition spécifique s'est modifiée. Pour cet auteur, la rivière est encore dans un processus de transition et un recul plus important permettrait d'observer des résultats plus concrets.

Finalement, au niveau du « the Dead Lake Dam », la composition spécifique s'améliore suite à la réalisation des travaux. Ce résultat est celui escompté.

L'analyse montre que d'une manière générale les résultats sont très positifs puisque la composition piscicole s'améliore dans la plus part des cas, et ceux rapidement après la réalisation des travaux de restaurations. Des espèces natives sont de retour sur certains sites, ceci va aussi dans le sens attendu. Une amélioration de l'abondance et de l'équitabilité piscicole sont constatées, ces résultats sont très positifs. Cependant, certains résultats contrecarrent ces observations. En effet, une stagnation ou une légère dégradation de la composition piscicole sont parfois constatées. L'abondance relative reste identique à celle précédant la réalisation des actions. Et enfin, la dissimilarité entre l'amont et l'aval des anciens ouvrages est encore souvent présente, et ceci trois ans après les travaux. De plus, tous les indicateurs n'ont pas donné la réponse escomptée. Maloney et *al.* (2008) constatent que le passage d'une population lotique prend plus de temps que celui émis au sein de leurs hypothèses. Baran (date inconnue) en arrive à la même conclusion.

Les résultats recensés au sein des 12 études présentées sont similaires à ceux trouvés par Bednareck (2001). L'auteur constate des contradictions entre les études. Pour exemple, certaines publications présentent des résultats probants puisqu'une importante diminution des espèces indésirables et le retour des espèces natives sont constatés. Cependant, ces résultats ne sont pas observés sur l'ensemble des études analysées au sein de cette revue. Bednareck (2001) montre que, d'une manière générale sur les seuils de faibles hauteurs (inférieur à 1,52 mètre), les populations piscicoles sont plus salmonicole et le succès reproducteur augmente, suite à la réalisation d'actions améliorant la continuité écologique.

b) Les classes d'âges et de tailles

Au cours des premiers mois, la présence de nouveau juvénile (0+) est constatée au niveau du barrage de Cussy (Baran, date inconnue). Les auteurs s'étant intéressés au « the Dead Lake Dam » (Hill et *al.*, 2014) ont observé une augmentation de l'effectif des juvéniles, tout comme ceux ayant suivi le seuil présent sur « the Manatawny Creek » (Bushaw-Newton et *al.*, 2002). Ces zones seront plus favorables à la reproduction, mais un temps de résilience, plus ou moins important, est présent (Baran, date inconnue). Ces résultats sont positifs et vont dans la direction souhaitée par les maîtres d'ouvrages. Cependant, au niveau du « the Dead Lake Dam », une diminution de l'abondance des juvéniles est observée deux ans après la réalisation des travaux.

Stanley et *al.* (2007), constatent, au niveau du seuil du « the Boulder Creek » aucune différence entre les classes d'âges et ceux deux ans après la réalisation des travaux. Dans ce cas-ci, aucune amélioration n'est constatée. Cependant, des changements au niveau de la taille des juvéniles et des adultes et au sein du rapport entre les juvéniles et les adultes sont constatés.

L'équipe du FCPPMA (2014), travaillant sur le seuil de l'ancien vannage, a constaté une amélioration au sein de la distribution des classes d'âges, trois ans après la réalisation des travaux de restauration. Poulos et *al.* (2014) sur « the Zemko Dam » constatent quant à eux la présence de juvéniles.

L'amélioration de la répartition des classes d'âges et du succès reproducteur n'est pas entièrement positive. Bednareck (2001) constate au sein de son étude une quasi amélioration du succès reproducteur lors que les seuils sont inférieur à 1,52 mètre.

c) La biomasse et la densité

Les résultats issus de l'étude réalisée au niveau du déversoir de Spontin présentent des améliorations, suite au dérasement de l'ouvrage (De le Court et *al.*, 2013). En effet, une augmentation de la biomasse piscicole est constatée et ce dès la première année suivant la réalisation des travaux.

Le constat est identique au niveau du « the South Batavia Dam » (Maloney et *al.*, 2008) puisque la biomasse piscicole est plus importante deux ans après la mise en place d'un aménagement. Par la même occasion, la densité piscicole progresse fortement. Ce résultat montre une amélioration de la qualité du milieu. Les données de densité piscicoles récoltées par l'équipe de Poulos et *al.* (2014), au niveau du « the Zemko Dam », présentent les mêmes tendances. Ils ont été récoltés trois ans après la réalisation des travaux de restauration.

Sur l'indice de biomasse le constat est similaire au niveau du « the Dead Lake Dam », puisque la biomasse piscicole est plus importante trois ans après la mise en place d'un aménagement (Hill et *al.*, 2014). Cependant, la densité piscicole chute. Le constat est identique au niveau du barrage de Cussy. En effet, la densité de Truite diminue en aval du barrage (Baran, date inconnue). Cet effet n'est pas celui souhaité et est contraire à celui constaté précédemment. Cependant, au niveau de ce dernier ouvrage, les densités de population de truite commune stagnent suite à la réalisation des travaux, le résultat est donc inchangé en amont du barrage.

De manière globale, une amélioration de biomasse et de densité piscicole serait présente suite à la réalisation des travaux. Ces résultats vont dans le sens souhaité, cependant quelques études montrent que cela n'est pas toujours le cas.

d) Les informations diverses

L'étude réalisée au niveau de l'ancienne forge Aminthe présente un retard lors du franchissement de la zone par les espèces piscicoles (De le Court et *al.*, 2013). En effet, l'étude consistait à la réalisation d'un bras de contournement. Ce bras a été emprunté par la plus part des individus ayant tenté d'effectuer une montaison. Cependant, certains individus ont d'abord tenté de passer par le bras infranchissable. L'action n'est donc pas entièrement une réussite. La question de la bonne conception et réalisation des aménagements est soulevée. Cependant, au sein de l'étude de Bednareck (2001), un des suivi présente une diminution de la mortalité due à l'essai de franchissement d'ouvrage transversal.

D'après l'étude SMVT (2007) sur le seuil du « Clapet des Planches » et celui de « la Chaussée de Fertevault », et pendant la première année suivant les travaux d'aménagements, l'indice poissons stagne ou s'améliore. L'étude de De le Court et *al.* (2013) sur le déversoir de Spontin montre une amélioration de l'intégrité piscicole, un an après la réalisation des travaux. Les deux autres indices présentées au sein de ce document (l'indice poisson et l'indice truite) s'améliorent dans les études de SMVT (2007), au niveau du seuil de « la chaussée d'Ecorchard », et de la FCPPMA (2014), respectivement deux ans et trois ans après la mise en place de l'aménagement des ouvrages transversaux.

Pour l'ensemble de ces études, l'objectif est bien atteint, en effet une amélioration des indices piscicoles est constatée. Cependant, l'étude au niveau du seuil du « Clapet des Planches » montre quant à lui une stagnation de cet indice.

C. En conclusion et les limites de cette étude

La plupart des résultats présentent une amélioration rapide et significative de la qualité piscicole. En effet, dès les premiers mois voir les premières années suivant la réalisation des travaux, une évolution positive est constatée en terme de qualité piscicole. La diversité spécifique progresse positivement, tout comme la composition spécifique, qui se rapprochent de celles attendues. La biomasse et la densité piscicole s'améliorent dans la plus part des études. Au niveau de la répartition des classes d'âges et du succès reproducteur, les résultats sont moins probants, mais ont tendance à s'améliorer dans le temps. Enfin, en termes de la franchissabilité des aménagements des ouvrages transversaux, le résultat n'est pas toujours celui escompté. En effet, des retards sont à prévoir, même si une baisse de la mortalité piscicole est constatée au sein de cette étude. Les indices permettant d'intégrer plusieurs paramètres, tels que l'IPR ou l'IBI, montrent que la qualité du piscicole s'améliore, progressant d'une catégorie au maximum.

L'ensemble de ces conclusions n'est pas toujours observés sur le terrain. Bednareck (2001) et Kail et *al.* (2007) en arrivent aux mêmes conclusions. Cependant, aucune étude n'a, d'après les recherches documentaires, travaillée sur l'aspect temporel des retours d'expériences. Il est important de souligner l'absence de résultat montrant une dégradation significative du milieu suite à la réalisation des travaux de restauration. Ces contradictions peuvent être liées à plusieurs paramètres développés ci-après.

Le premier point qui pourrait expliquer ces résultats est celui de l'action menée par les différents maîtres d'ouvrages lors de la restauration des ouvrages transversaux. En effet, une importante quantité de seuils n'ont pas été dérasés, ceci ne permettrait donc pas la restauration complète du milieu. Doyle et al. (2005) ont présenté deux graphiques permettant de se représenter les résultats attendus sur la qualité piscicole dans le temps, suite à des travaux de restauration rétablissant partiellement ou entièrement la continuité écologique (Figure 27).

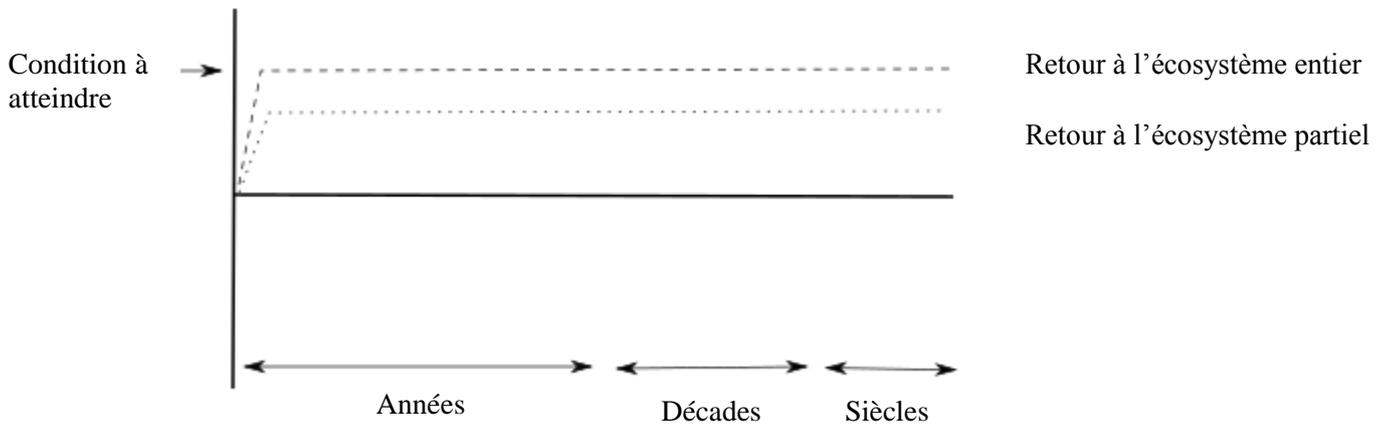


Figure 27: Graphique représentant le retour schématisé de la limitation de la migration piscicole (modifiée d'après Doyle et al., 2005)

Un autre paramètre à prendre en compte est la durée des suivis après la réalisation des travaux. Le recul maximal recensé au sein de cette étude, après la mise en place des aménagements, est de 3 ans. Trois études sur les 12 recensées présentent un suivi annuel. Cette fréquence de suivis permet d'observer l'évolution piscicole. Pour les 9 études restantes, les relevés permettant d'avoir un regard plus ponctuel sur la qualité du milieu. D'après Morandi et al. (2014), peu d'études présentent un important recul sur les actions menées. En effet, en fonction de l'action réalisée, entre 3 et 18% des actions ont un retour supérieur à 10 ans. Ces proportions sont calculées sur la base de 480 aménagements. De nombreuses publications concluent que les suivis de courtes durées sont les plus répandus, et ceux quelques soit l'action menée (Kail et al., 2007 ; Pander & Geist (2013). Il est important d'avoir un recul des actions menées. Il serait intéressant de réaliser des suivis de longue durées (supérieur à 10 ans) pour pouvoir valider les graphiques présentés au sein de l'étude de Doyle et al. (2005) (Figure 27).

La différence entre les méthodes de prélèvements de données est un facteur qui peut aussi entraîner de la divergence entre les conclusions des différentes études recensées. En effet, de nombreux auteurs ont constaté que la variation protocolaire entraîne d'importantes différences entre les suivis et donc leurs conclusions (Morandi et al., 2014 ; Bash & Ryan, 2002 ; Kail et al., 2007). En effet, la manière dont sont prélevées les données influence les résultats (Morandi & Piégay, 2011). L'analyse des résultats, qui est donc influencée par le prélèvement, est aussi très dépendante de l'analyse que l'on lui porte (Bash & Ryan, 2002). La définition de protocoles adaptables à chaque situation, et permettant d'être le plus objectif et rigoureux possible, serait important pour évaluer au mieux les travaux d'aménagement.

Un autre aspect qui influence les résultats est le nombre de réplicats réalisé pour chaque prélèvement. Cet aspect de réplicats n'est pas mis en avant au sein de cette étude, ceci est lié à l'imprécision des publications. En effet, le nombre de réplicats impact l'analyse des résultats. Plus le nombre de réplicats est important et plus la robustesse des analyses le sera puisque, les différences seront statistiquement plus fiables. Cependant, très peu d'études appuient leurs conclusions sur des analyses statistiques. Cet aspect est surtout mené lors de la réalisation de publication scientifique. Bernhardt et al. (2007) insiste sur la nécessité d'avoir de la rigueur dans les analyses et encore plus dans les analyses statistiques. Au sein de ces travaux, ils ont pu constater que lors de la réalisation d'analyse statistique des données, la robustesse de ces analyses n'était pas toujours présente.

Cependant, cette démarche est indispensable pour valider le succès d'un projet quel que soit son objectif ou sa forme. Morandi et al. (2014) valide les dires de cette étude, puisqu'ils constatent que peu de suivis ne présentent pas de bases scientifiques.

La fréquence des prélèvements est un paramètre qui peut aussi avoir des conséquences sur les résultats. Kail et al. (2007) constatent que les fréquences des suivis varient fortement d'un projet à un autre. Par exemple, Morandi et al. (2014) ont observé que peu d'études ont effectué un suivi avant la réalisation des travaux et ceux pour toutes actions confondues. La nécessité d'avoir des données de référence fiables, c'est-à-dire avant la mise en place des aménagements, est indispensable pour observer le réel impact des aménagements. Morandi et al. (2014) soulignent le lien entre le nombre de relevés et la détection de changements au sein de la qualité du milieu analysé. Par exemple, une amélioration de la qualité piscicole est observée au niveau de la Sèvre Nantais et du Thouet, mais les résultats ne sont peut-être pas si probants. En effet, plusieurs facteurs tels qu'une pollution successive avant la réalisation des travaux avait entraîné une dégradation de la qualité du milieu, de plus les conditions hydrauliques étaient apparemment plus favorables après la mise en place des aménagements. La connaissance de ces informations permet d'analyser au mieux les données récoltées.

Finalement, le plus grand obstacle est la définition des objectifs. En effet, aucune étude sur les 12 recensées ne présente les objectifs précis des travaux de restauration et plus particulièrement des attentes lors de la mise en place du suivi. Bernhardt et al. (2007) recensent différentes visions du succès mais le plus souvent des difficultés sont présentes dans la définition d'objectifs. D'après Morandi et al. (2014) la description des objectifs est indispensable à la définition du succès d'un suivi. Peu de publications concluent au succès de leurs actions. Les auteurs ont tendance à mettre en avant les bénéfices et peu souvent les désagréments qui impactent leur milieu. Ceci s'explique très facilement, cependant la mise en avant d'échec permettrait d'améliorer les pratiques de renaturation.

Dans certaine étude, le succès du suivi est avéré mais cette conclusion doit être modérée. En effet, certaines espèces notables sont présentes tandis que d'autre ne le sont pas. D'après Hill et al. (1994), les auteurs suivent majoritairement les espèces piscicoles destinées à des activités de loisirs. La classification du suivi, et donc du projet, en tant que succès est rattachée aux objectifs définis en amont du projet (Doyle et al., 2005). Seulement 50% des projets ont des critères de succès (Bernhardt et al., 2007). La définition du succès ou de l'échec d'un projet n'est donc pas toujours simple à définir (Morandi et al., 2014).

Au finalement, un nombre important de publications a dut être écarté de cette analyse car la hauteur de l'ouvrage transversal était soit trop important soit sa fonctionnalité ne correspondait pas à celle des ouvrages présents sur le territoire de la CCBN. En effet, un certain nombre d'étude relate les suivis effectué sur les ouvrages transversaux à usage hydro-électrique. L'acceptation de ces publications au sein de cette étude aurait permis d'avoir une meilleure perception de la réussite ou non de ces aménagements d'ouvrages transversaux. Cependant, il est nécessaire de mettre des limites lors de la réalisation d'une étude.

D. Les limites des suivis sur les programmes de renaturation

Les observations présentées au sein du paragraphe C ne sont pas spécifiques à cette étude, ils sont le reflet des remarques effectuées sur l'ensemble des suivis réalisés sur des projets de restauration ou de renaturation.

Les projets de suivis d'action de renaturation de cours d'eau sont faibles à l'échelle planétaire (Bednareck, 2001; Bash & Ryan, 2002 ; Kail et al., 2007 ; Morandi et al., 2014), cependant, le plus grand nombre de publications traite de suivis sur le territoire américain (Barraud et al., 2009). Pander & Geist (2013) constatent que la plus part (73%) des suivis de renaturation sont de faible échelle. Le nombre de suivis est plus important sur des travaux de renaturation de grande envergure (25%) que de faible envergure (10%). Aucun suivi de longue durée n'a été réalisé sur des actions de renaturation de faible ampleur, d'après l'échantillonnage sur laquelle s'est basée l'étude de Pander & Geist (2013).

Un autre point concerne l'accessibilité et les lacunes présentes dans les informations abordées au sein des publications. Morandi et al. (2014) et Bernhardt et al. (2007) ont constaté la présence de lacunes au sein

des informations permettant de s'informer sur les actions menées. En effet, sur 480 actions, 9% ont des problèmes de localisation, 30% des problèmes au sein de la description des actions, et 33% des difficultés dans la maîtrise d'ouvrages (Morandi et *al.*, 2014). Le suivi du seuil des Treize Saules en est un exemple. L'analyse des résultats a été réalisée exclusivement pour cette étude. A cause d'un manque d'informations complémentaires, l'analyse des résultats n'a pu aller plus loin que celle présentée ici. De plus, le manque de communication n'a pas permis de compléter ce manque d'informations et donc d'aller au bout de l'analyse. Les chargés de missions du passé ne sont plus ceux de nos jours. Lors de certaine prise de contact, le maître d'ouvrage n'a pu répondre à l'ensemble des questions, surtout à celles les plus précises. Ce constat a déjà été observé par Morandi & Piégay (2011). Pour eux, ce constat impact fortement l'ensemble des résultats des suivis des programmes de restauration et de renaturation des cours d'eau, en plus de la présence des lacunes au sein des informations présentées au sein des publications.

De plus, les études, de manière générale, présentent peu de bases scientifiques. Les suivis sont choisis par les autorités mais ne sont pas toujours adaptés aux caractéristiques des milieux ou des actions de renaturations menées. Lorsque la présence de base scientifique est avérée, le manque de rigueur est généralement constaté. De plus les critères, et donc le nombre de relevés, peuvent varier en fonction des objectifs définis. Il est important de souligner le manque d'exploitation des données. En effet, le manque de moyens techniques et/ ou financiers ne permet pas d'exploiter au mieux les données récoltées. D'après Kail et *al.* (2007), un nombre important de suivis se contente d'une simple inspection visuelle. Un autre constat est celui du manque de site de références au sein des projets de renaturation (Morandi & Piégay, 2011) Très peu de suivis présentés au sein de cette étude font référence à des sites de comparaisons.

D'une manière globale, il est indispensable de définir une démarche à suivre lors de la mise en place de suivis. Bernhardt et *al.* (2007) proposent la démarche suivante pour annuler le problème d'homogénéisation des suivis. Dans un premier temps il est nécessaire de définir les objectifs, les sites de références et les hypothèses qui constitueront le fil conducteur du suivi. Par la suite, la réalisation des mesures avec la mise en place de répliqués serait indispensable. Cette simple démarche est peu développée au sein des suivis. Bernhardt et *al.* (2007) ont recensé que seulement 10% des projets réalisaient ce type de suivi, le tout sur 317 projets. Le plus important est de réaliser un lien entre l'action menée, les caractéristiques du milieu et le suivis (Bash & Ryan, 2002).

De plus, Morandi & Piégay (2011) observent que les actions qui sont le plus réalisées sont celles qui ont le plus grands nombre de suivis. La réalisation d'un suivi et de ses caractéristiques sont définies par différents paramètres tels que le financement, les compétences techniques et l'envie d'avoir un retour d'expérience. Sur 79 projets n'ayant pas eu de suivi, Bash & Ryan (2002) constatent à 34% que la raison principale est le financement, par la suite arrive le manque de temps (14%) et le manque de personnel (13%). Enfin, une catégorie « autres », représentant 39% des actions, regroupe les justifications suivantes : la mauvaise perception des suivis, le manque de volonté politique et des institutions, l'absence de méthode de suivis appropriés ou l'absence de volontaire. Bernhardt et *al.* (2007) arrivent aux mêmes conclusions. De plus de très nombreux ouvrages sont à des propriétaires privés, ce contexte complique la réalisation de suivis puisque l'accord du propriétaire est indispensables avant toute démarche.

L'ensemble des justifications précédemment cité est effective pour la CCBN. Cependant la réalisation d'un suivi n'a jamais été envisagée et si l'idée avait été émise, la question budgétaire (moyens financiers et humains) aurait sans doute était un frein. Des solutions existent telles que la collaboration entre les universités et les collectivités territoriales, ou l'intégration de projets ambitieux et innovant pour réaliser des suivis, cependant ces pratiques ne sont pas toujours portées à connaissance des maîtres d'ouvrages.

Bednareck (2001) a aussi émis l'idée d'une volonté d'un changement radicale et rapide, ce qui ne permet pas de prendre le temps pour élaborer un protocole adapté aux caractéristiques du milieu. De plus, Bernhardt et *al.* (2007) ont pu constater que chaque acteur (financeurs, maître d'ouvrages, élu(e)s, scientifiques) ne recherche pas les mêmes attentes lors de la réalisation d'un suivi. Ces divergences arrivent le plus souvent à déstabiliser l'étude. Les publications et informations qui ont le plus d'impact auprès des maîtres d'ouvrages sont les rapports des agences et les retours d'expériences. Les articles scientifiques sont rarement consultés par ces acteurs (Bernhardt et *al.*, 2007).

Le ressentie est que certains ouvrages ne sont pas suivis car l'utilité de réaliser cette démarche n'est pas toujours très bien comprise. De plus Bernhardt et *al.* (2007) constatent qu'il n'est pas nécessaire de réaliser de nombreux suivi mais que quelques suivis très bien réalisés et analysés seront plus riches d'enseignements.

E. Que faut-il attendre au niveau de la Communauté de Communes

Au niveau de qualité piscicole des cours d'eau traversant le territoire de la Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau, une amélioration est à envisager au vu des résultats présentés. Cependant, le contexte piscicole au niveau de la Meuse s'améliore entre 2004 et 2011 et se dégrade légèrement au niveau du Vair inférieur. Peu de recul existe sur la Saône d'un point de vue piscicole (Mathieu & Valette, 2015a). Cependant, la qualité biologique et physique du milieu reste à être retravaillée pour espérer atteindre le bon état écologique demandé par la Directive Cadre sur l'Eau. En effet, la qualité du milieu va être nettement améliorée du fait des travaux, mais des efforts restent à être réalisés sur la chimie du milieu. Grâce aux efforts réalisés depuis les années 2000, l'état chimique et écologique reste le même entre 2006 et 2011 et ceci pour l'ensemble des tronçons. Cependant, quelques améliorations sont constatées en termes de qualité écologique sur une partie de la Saône (AERM et DREAL de Lorraine, 2013).

En effet, de très nombreux efforts restent à être réalisés en terme d'assainissement et au vu du contexte agricole et urbain, il est important de diminuer très fortement les produits phytosanitaires et de changer les pratiques agricoles. De nombreux exploitants n'ont pas une démarche agro-environnementale.

De plus, les élu(e)s attendent un retour sur investissement puisque la réalisation de ces projets de restaurations et de renaturations des cours d'eau a un budget conséquent.

Conclusion et ouverture

L'objectif de cette étude était d'analyser la vitesse d'amélioration des cours d'eau après la réalisation de travaux d'aménagements des ouvrages transversaux. Les données utilisées étaient issues des relevés piscicoles réalisés par les différentes équipes ayant publiées. Ce genre de données a été choisi pour réaliser cette étude car elles sont majoritaires lors de la réalisation des suivis, et elles apportent des indications sur la qualité du milieu. En effet, si le milieu présente une bonne qualité piscicole cela signifie que le milieu l'est lui aussi.

L'hypothèse de départ était qu'une amélioration rapide des cours d'eau (1 à 2 ans) serait constatée après l'aménagement d'ouvrages latéraux. Une augmentation de la richesse spécifique et une amélioration de la composition spécifique seraient atteints sur le court terme. Le peuplement piscicole se rapprocherait d'un assemblage d'espèce salmonicole lors que le suivi serait réalisé au niveau de cours d'eau en tête de bassin versant. Et enfin, la présence de juvénile, l'abondance et la densité piscicole s'amélioreraient avec le temps. Ce qui est attendu, au final, d'un aménagement d'ouvrage transversal est la restitution de la continuité écologique.

Cette étude ne permet pas de valider entièrement l'hypothèse émise au début de ce document. La qualité piscicole s'améliore significativement sur le court terme au niveau de certains anciens ouvrages, cependant ce résultat n'est pas unanime. Certes, les paramètres tels que la diversité spécifique, l'abondance, la densité, la répartition des classes d'âges et les indices piscicoles s'améliorent dans le temps, mais, les résultats ne sont pas toujours concluants ou sont contraires aux attentes. Enfin, lorsque les études s'intéressent à la franchissabilité de leurs aménagements, le résultat n'est pas toujours celui escompté puisque des retards piscicoles sont à prévoir même si une baisse de la mortalité piscicole est constatée. Ces observations sont aussi constatées chez d'autres auteurs et valident leurs conclusions. Doyle et *al.* (2005) pensent que ces résultats sont dus au degré de rétablissement de la continuité écologique. De plus, les retours d'expériences sont sur du très court terme (inférieur à 5 ans), il est donc difficile d'observer des modifications significatives.

Le manque de communication et l'imprécision des informations freinent la démarche que pourraient réaliser les futurs Maîtres d'Ouvrages et donc augmentent la réticence des acteurs locaux à la réalisation de tels projets. La recherche d'informations devrait être simplifiée et être alimentée par des retours d'expériences. Certes, des sites internet tels que celui de l'Office Nationale de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) ou du Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau (SANDRE) existent, mais recensent peu d'ouvrages et ne rassemblent pas l'ensemble des analyses.

Un constat général, qui se confirme au sein de cette étude, est la multiplicité des suivis. Cette diversité pourrait entraîner une disparité au sein des conclusions et donc mettre en évidence des contradictions (Morandi & Piégay, 2011). Des projets d'uniformisation de protocole exclusivement à destination des renaturation des cours d'eau ont été mis en place (Woolsey et *al.*, 2007 ; Kondolf et *al.*, 2007). La première étude s'intéresse au territoire Suisse et prend en compte l'aspect socio-économique et écologique. La seconde étude ne s'intéresse qu'au paramètre écologique, cependant elle est totalement modulable et permet de s'adapter aux caractéristiques du projet et du milieu.

Très peu d'analyses incluent une méthodologie statistique et ceci est dommageable. L'étape de l'analyse des données peut elle aussi influencer sur les résultats finaux et donc l'interprétation. Cette démarche est indispensable pour valider le succès d'un projet quel que soit son objectif ou sa forme. La fréquence et la réalisation de réplicats des suivis sont aussi des facteurs à prendre en compte. Plus leurs nombreux sont importants et plus les résultats sont fiables.

Le plus important est de définir des objectifs avant la mise en place du suivi. C'est eux qui définiront si le projet est une réussite ou un échec. D'après les revues et les constations tirées de cette étude, très peu de programme de suivis définissent des objectifs. En général, seuls les suivis effectués par une équipe constituée d'au moins une personne issue du domaine « scientifique » comportent une rigueur scientifique. Au sein de certaines études, le succès attendu est avéré mais cette conclusion doit être modérée. En effet, l'ensemble des espèces notables n'est pas toujours présente. La classification du suivi, et donc du projet, en tant que succès

sont donc rattachés aux objectifs définis en amont du projet. Au final, très peu de projets d'aménagement d'ouvrages transversaux de faibles hauteurs sont suivis.

La mauvaise utilisation des mots au sein des publications, en anglais et ou en français, rend difficile la recherche documentaire mais aussi entraîne une complication dans la compréhension des documents. En effet, certains auteurs confondent les termes anglophones (dam et weir) mais aussi francophone (renaturation et restauration).

Des leçons restent à tirer de ces aménagements. Par exemple, la mauvaise réalisation ou conception de travaux de bras de contournement peut ralentir la durée de franchissement. En effet, les individus vont tenter la montaison par un bras puis par le second, tout ce cheminement entraîne des retards.

Des efforts restent à faire malgré ceux réalisés par les agriculteurs et les communes. Les agriculteurs, les communes et les citoyens doivent diminuer leurs rejets, le projet ZERO phyto pour les communes d'ici 2020 et 2022 pour les citoyens permet d'aller dans le bon sens. Les agriculteurs doivent diminuer l'utilisation de produits phytosanitaires tout en gardant un rendement suffisant. Les crises alimentaire et agricole actuelle ne permettent pas de sauter le pas, cependant des alternatives existent telles que la permaculture. D'importants travaux d'assainissement restent à mener sur l'ensemble de la France et aussi au sein de la CCBN. Cependant, il est nécessaire de mettre en place des assainissements de qualité et bien entretenir ces ouvrages. De plus, pendant la réalisation des travaux, il est important de minimiser l'impact écologique. Bernhardt et al. (2007) a constaté que seulement 84% des projets de renaturation effectuent des efforts pour minimiser l'impact écologique des travaux.

L'intérêt porté aux travaux de renaturation et de restauration prend de l'ampleur. Le bassin versant Rhin-Meuse favorise fortement ces réalisations (Morandi & Piégay, 2011). Le fait que la Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau a engagé un tel projet sur son territoire permet de faire émerger des projets de la même ampleur sur les Communautés de Communes alentours. Pour exemple, la Communauté de Communes du Pays de Châtenois a lancé un marché public pour la réalisation d'une étude, de la définition et du suivi d'un programme de restauration, de renaturation et d'entretien pérenne du Vair, de la Vraine, de la Frézelle et de leurs affluents.

Il serait nécessaire de réaliser d'importantes campagnes de suivis, robustes et sur le long terme pour avoir des informations lors de la présentation de programme d'engorgement aussi importante que celle réalisée par la Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau. Ceci permettrait de renseigner de façon plus précise les élu(e)s et les citoyens, lors des réunions publiques, sur les résultats escomptés. Certes, il est difficile de définir un programme de suivis sur un groupement d'actions, cependant des retours sur des actions ponctuelles et des actions groupées permettraient d'avoir une bonne vision de l'intérêt écologique apporté par ces travaux. De nos jours, l'argent public est de plus en plus compté et de réels suivis de mieux faire accepter, à l'ensemble de la population, ce type de travaux. La peur de l'inconnu freine des actions de cette ampleur.

Suite à cette étude, d'autres actions pourraient être menées. Il serait intéressant de produire une étude similaire mais s'intéressant aux paramètres physique et chimique du milieu. En effet, mieux connaître la vitesse de remise en état du milieu permettrait de comprendre l'impact réel de ces travaux de renaturation sur les milieux aquatiques.

La bibliographie

A

ADAM P., DEBIAIS N., MALAVOI J.-R.. Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau. Paris : Agence de l'Eau Seine-Normandie et Biotec, 2007, 67 p.

AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE (AERM). Retour d'expérience : La Meuse à Harréville-les-Chanteurs. Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 2013, 2 p.

AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE (AERM). Les actions ciblées pour les différents secteurs de travail. Journal d'information de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse : Rhin-Meuse Infos, 2015, n°111, 3 pp.

AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE (AERM), DIRECTION REGIONAL DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT DE LORRAINE (DREAL de Lorraine) - DELEGATION DE BASSIN. Eau 2015 Rhin et Meuse – élément de diagnostic de la partie française du district Meuse. Agence de l'eau Rhin-Meuse, décembre 2013, 184 p.

AGENCE DE L'EAU RHIN-MEUSE (AERM), DIRECTION REGIONAL DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT DE LORRAINE (DREAL de Lorraine) - DELEGATION DE BASSIN. Directive cadre européenne sur l'eau – Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux – Objectifs de qualité et de quantité des eaux du district Meuse – Tome 3, décembre 2014, 75 p.

ALEXANDER R.B., BOYER E.W., SMITH R.A., SCHWARZ G.E., MOORE R.B. The role of headwater streams in downstream water quality. Journal of the American Water Resources Association, 2007, vol. 43, pp. 41-57.

ASSEMBLEE NATIONALE, SENAT. Loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau (1). Journal Officiel, n° 3 du 4 janvier 1992, pp. 187.

ASSEMBLEE NATIONALE, SENAT. Loi n° 2004-338 du 21 avril 2004 portant transposition de la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau (1). Journal Officiel, n° 95 du 22 avril 2004, pp. 2327-2359.

B

BARAN P.. Situation piscicole du ruisseau la Maria (affluent de la dragnet) immédiatement après l'effacement d'un ouvrage de prise d'eau. Délégation Régional, n°9, date inconnue, 6 p.

BASH JEFFREY S., RYAN CLARE M.. Stream restoration and enhancement projects: is anyone monitoring? Environmental Management, 2002, vol. 29, n° 6, pp. 877-885.

BAUDOIN Jean-Marc. Biodiversité et fonctionnement de cours d'eau forestier de tête de bassin : effet de l'acidification anthropique et d'une restauration. Thèse en Ecologie. Metz : Université Paul Verlaine – Metz, 2007, 259 p.

BEDNAREK ANGELA T.. Undamming rivers: a review of the ecological impacts of dam removal. Environmental Management, 2001, vol. 27, n°6, pp. 803-814.

BERNHARDT E.S., PALMER M.A., ALLAN J.D., ALEXANDER G., BARNAS K., BROOKS S., CARR J., CLAYTON S., DAHM C., FOLLSTAD-SHAS J., GALAT D., GLOSS S., GOODWIN P., HART D., HASSETT B., JENKINSON R., KATZ S., KONDOLF G.M., LAKE P.S., LAVE R., MEYER J.L., O'DONNELL T.K., PAGANO L., SUDDUTH E.. Synthesizing U.S. river restoration efforts. Science, 2005, vol. 308, pp. 636-637.

BERNHARDT E.S., SUDDUTH E.B., PALMER M.A, ALLAN J.D., MEYER J.L., ALEXANDER G., FOLLASTAD-SHAH J., HASSETT B., JENKINSON R., LAVE R., RUMP J., PAGANO L.. Restoring rivers one reach at a time: results from a survey of U.S. river restoration practitioners. *Restoration Ecology*, 2007, vol. 15, n°3, pp. 482-493.

BISHOP K., BUFFAM I., ERLANDSSON M., FÖLSTER J., LAUDON H., SEIBERT J., TEMNERUD J.. *Aqua incognita the unknown headwaters*. *Hydrological Processes*, 2008, vol. 22, n°8, pp. 1239-1242.

BRADSHAW A.D.. Underlying principles of restoration. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 1996, vol. 53, suppl. 1, pp. 3-9.

BRUN ALEXANDRE, COURSIERE STEPHANE, EVARISTE CASETOU. *Eau et urbanisme à Lyon : le projet de renaturation du Ruisseau des Planches*. *Territoire en Mouvement*, 2014, vol ; 22, pp. 112-126.

BURROUGHS BRYAN A.. Effects of dam removal on fluvial geomorphology and fish. Department of Fisheries and Wildlife. Michigan : Michigan State University, 2007, 292 p.

BUSHAW-NEWTON KAREN L., HART DAVID D., PIZZUTO JAMES E., THOMSON JAMES R., EGAN JENNIFER, ASHLEY JEFFREY T., JONHSON THOMAS E., HORWITZ RICHARD J., KEELEY MELISSA, LAWRENCE JOY, CHARLES DON, GATENBY CATHERINE, KREEGER DANIEL A., NIGHTENGALE TIM, VELINSKY DAVID J.. An integrative approach towards understanding ecological responses to dam removal: the Manatawny creek study. *Journal of the American Water Resources Association*, 2002, vol. 38, n°6, pp. 1581-1599.

C

CHAPLAIS SAMUEL. Etude des impacts de l'étagement des cours d'eau sur les peuplements piscicoles en Bretagne et Pays de la Loire : rapport de stage du master Gestion des Habitats et des Bassins Versants. Rennes : Université de Rennes 1, 2010, 42 p.

CROZE O., LARINIER, M.. Guide technique n°4 – libre circulation des poissons migrateurs et seuils en rivière. Meylan : Groupe d'hydraulique Appliquée aux Aménagements Piscicoles et à la Protection de l'Environnement (GHAAPPE), 2010, 51 p.

D

DE LE COURT BERNARD, PEETERS ALEXANDRE, VERNIERS GISELE. *La restauration hydromorphologique des cours d'eau en Wallonie : premiers retours d'expérience - guide technique*. Wallonie : WALPHY, 2013, 62 p.

DIRECTION DE LA REGLEMENTATION, DES COLLECTIVITES LOCALES ET DES ELECTIONS. Arrêté interpréfectoral n°1586/2012 du 22 novembre 2012 portant création de la communauté de communes du Bassin de Neufchâteau par fusion de la Communauté de Communes du Pays de Neufchâteau, de la Communauté de Communes du Pays de Jeanne, de la Communauté de Communes du Pays des Côtes et de la Ruppe, et de son extension aux communes de Bazoilles-sur-Meuse, Bréchainville, Fréville, Grand, Jainvillotte, Landaville, Lemmecourt, Liffol-le-Petit (52), Pargny-sous-Mureau, Trampot, Villouxel [en ligne]. Recueil des Actes Administratifs de la Préfecture des Vosges, n°49 du 29 novembre 2012. Disponible sur :< http://www.vosges.gouv.fr/content/download/2227/13950/file/03_DRCLE.pdf > (consulté le 11.06.2015).

(a) DIRECTION DE LA REGLEMENTATION, DES COLLECTIVITES LOCALES ET DES ELECTIONS - Arrêté interpréfectoral n°2654/2012 du 31 décembre 2012 portant modification des statuts de la communauté de communes du Bassin de Neufchâteau [en ligne]. Recueil des Actes Administratifs de la Préfecture des Vosges, n°3 du 15 janvier 2013. Disponible sur :< http://www.vosges.gouv.fr/content/download/1077/7723/file/03_DRCLE.pdf > (consulté le 11.06.2015).

(b) DIRECTION DE LA REGLEMENTATION, DES COLLECTIVITES LOCALES ET DES ELECTIONS. - Arrêté interpréfectoral n°2654/2012 du 31 décembre 2012 portant modification des statuts de la communauté de communes du Bassin de Neufchâteau **[en ligne]**. Recueil des Actes Administratifs de la Préfecture de Haute-Marne, n°2 du 15 février 2013. Disponible sur : < <http://www.haute-marne.gouv.fr/content/download/1507/11019/file/RAA%202.pdf> > (consulté le 11.06.2015).

DIRECTION REGIONALE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'AMENAGEMENT ET DU LOGEMENT (DREAL) DE LORRAINE. La délégation de bassin **[en ligne]**. Disponible sur : < www.lorraine.developpement-durable.gouv.fr/presentation-a2644.html > (consulté le 27.04.2015).

E

ETABLISSEMENT PUBLIC D'AMENAGEMENT DE LA MEUSE ET DE SES AFFLUENTS (EPAMA). Le Bassin de la Meuse : les crues historiques : les niveaux atteints lors des crues **[en ligne]**. Disponible sur : < www.epama.fr/files_fr/epama_meuse/epama_meuse_crueshistoriques_carte.php4 > (consulté le 25.03.2015).

(a) EAU FRANCE. La directive cadre sur l'eau **[en ligne]**. Disponible sur : < <http://www.eaufrance.fr/s-informer/comprendre/la-politique-publique-de-l-eau/la-directive-cadre-sur-l-eau> > (consultée le 25.04.2015).

(b) EAU FRANCE. La loi sur l'eau et les milieux aquatiques **[en ligne]**. Disponible sur : < www.eaufrance.fr/comprendre/la-politique-publique-de-l-eau/la-loi-sur-l-eau-et-les-milieux/la-loi-sur-l-eau-et-les-milieux > (consultée le 25.04.2015).

(c) EAU FRANCE. Altérations hydromorphologiques **[en ligne]**. Disponible sur : < <http://www.eaufrance.fr/observer-et-evaluer/pressions-sur-les-milieux/alterations-hydromorphologiques/> > (consultée le 11.06.2015).

F

FRANCE NATURE ENVIRONNEMENT (FNE). Restauration de la continuité écologique des cours d'eau et des milieux aquatiques : idées reçues et préjugés. Paris : France Nature Environnement, 2014, 31 p.

FEDERATION DU CALVADOS POUR LA PECHE ET LA PROTECTION DU MILIEU AQUATIQUE (FCPPMA). Suivi piscicole suite à l'effacement de l'ouvrage de Courtonne-la-Meurdrac sur la Courtonne : note de synthèse. Caen : Fédération départementale de pêche 14, 2014, 9 p.

H

HENNER Raphaëlle. Les têtes de bassin versant, des espaces à considérer pour une gestion durable et intégrée de la ressource en eau : Identification cartographique, mise en place d'une méthodologie de caractérisation des pressions, proposition d'objectifs et de règles de gestion sur le bassin de la Sarthe : rapport de stage de master 2 de Géographie Sociétés, Territoires, Aménagement, Environnement et Risques. Caen : Université de Caen, 2013, 128 p.

HILL MICHAEL J., LONG ERIC A., HARDIN SCOTT. Effects of dam removal on Dead Lake, Chipola river, Florida. Proceedings of the annual conference/ Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies 48, 1994, pp. 512-513.

J

JAN Alexandre. Etude du fonctionnement hydromorphologique de référence des cours d'eau de tête de bassin versant sur le Massif Armoricaïn : rapport de stage de master 2 de Biodiversité-Ecologie-Environnement. Rennes : Université de Rennes 1, 2013, 112 p.

K

KAIL JOCHEM, HERING DANIEL, MUHAR SUSANNE, GERHARD MARC, PREIST SABINE. The use of large wood in stream restoration : experience from 50 projects in Germany and Austria. *Journal of Applied Ecology*, 2007, vol. 44, pp. 1145-1155.

KONDOLF G.M., ANDERSON S., LAVE R., PAGANO L., MERENLENDER A., BERNHARDT E.S.. Two decades of river restoration in California: what can we learn ? *Restoration Ecology*, 2007, vol. 15, n°3, pp. 516-523.

KONDOLF G.M., MICHELI ELISABETH R.. Evaluating stream restoration projects. *Environmental management*, 1995, vol. 19, n°1, pp. 1-15.

L

LE BIHAN MIKAËL. L'enterrement des cours d'eau en tête de bassin en Moselle (57) : rapport de stage de Master 2 Environnement et Aménagement. Metz : Université Paul Verlaine de Metz, 2009, 118 p.

LE PARLEMENT EUROPEEN, LE CONSEIL DE L'UNION EUROPEENNE. Directive n°2000/60/CE du 23/10/00 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. *Journal Officiel de l'Union Européenne*, n° L 327 du 22 décembre 2000, pp. 1 – 86.

M

MATHIEU AURELIA. Quels pré-requis pour la restauration des cours d'eau enterrés en tête de bassin ? - Rapport de stage de master 2 Gestion des Habitats et des Bassins Versants. Rennes : Université de Rennes 1, 2010, 70p.

MATHIEU EMMANUEL, VALETTE EMILIE. Diagnostic et définition d'un programme de restauration, d'entretien, et de renaturation des cours d'eau Meuse, du Vair inférieur, de la Saônelle et de leurs affluents - Phase 1 : Acquisition, collecte et synthèse des données existantes et phase 2 : diagnostic, reconnaissance de terrain et enquêtes auprès des élus locaux – Indice A. Muttersholtz : SINBIO, 2014, 110 p.

MATHIEU EMMANUEL, VALETTE EMILIE. Diagnostic et définition d'un programme de restauration, d'entretien, et de renaturation des cours d'eau Meuse, du Vair inférieur, de la Saônelle et de leurs affluents - Phase 3 : élaboration du programme d'action. CE 496 - Indice B. Muttersholtz : SINBIO, 2015, 110 p.

MALAVOI JEAN-RENE. Stratégie d'intervention de l'Agence de l'Eau sur les seuils en rivière. AFF02011. AREA eau-environnement, 2003, 135 p.

MALAVOI J.-R., BRAVARD J.-P. Eléments d'hydromorphologie fluviale. Paris : Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), collection : « Comprendre pour agir », 2010, 224 p. Lyon : Ecole Normale Supérieure de Lyon –Université de Lyon, 2014, 431 p.

MALONEY KELLY O., DODD HOPE R., BUTLER STEVEN E., WAHL DAVID H.. Changes in macroinvertebrate and fish assemblages in a medium-sized river following a breach of a low-head dam. *Freshwater Biology*, 2008, vol. 53, pp. 1055-1068.

MINISTERE DE L'ECOLOGIE, DU DEVELOPPEMENT ET DE L'AMENAGEMENT DURABLES. Décret n°2007-1760 du 14 décembre 2007 portant dispositions relatives aux régimes d'autorisation et de déclaration au titre de la gestion et de la protection de l'eau et des milieux aquatiques, aux obligations imposées à certains ouvrages situés sur les cours d'eau, à l'entretien et à la restauration des milieux aquatiques et modifiant le code de l'environnement. **[en ligne]**. *Journal Officiel*, n°0292 du 16 décembre 2007. Disponible sur

:<

http://www.legifrance.gouv.fr/jopdf/common/jo_pdf.jsp?numJO=0&dateJO=20071216&numTexte=1&pageDebut=20280&pageFin=20282 > (consulté le 01.06.2015).

MINISTERE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DES TRANSPORT ET DU LOGEMENT. Arrêté du 27 octobre 2010 modifiant l'arrêté du 16 mai 2005 portant délimitation des bassins ou groupements de bassins en vue de l'élaboration et de la mise à jour des schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux **[en ligne]**. Journal Officiel, n°0257 du 5 novembre 2010. Disponible sur : <www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=7DA3F79BE32EBA5A3F59BBFF2CA92ECA.tpdila08v_2?cidTexte=JORFTEXT000023001780&dateTexte=20150601> (consulté le 01.06.2015).

MORANDI BERTRAND. La restauration des cours d'eau en France et à l'étranger : de la définition du concept à l'évaluation de l'action. Éléments de recherche applicables. Thèse de Doctorat en Science Humaines et Sociales mention Géographie. Lyon : ENS de Lyon et Université de Lyon, 2014, 428 p.

MORANDI BERTRAND, PIEGAY HERVE. Les restaurations de rivières sur internet : premier bilan. Natures Sciences Sociétés, 2011, vol. 19, pp. 224-235.

MORANDI BERTRAND, PIEGAY HERVE, LAMOUREUX NICOLAS, VAUDOR LISA. How is success or failure in river restoration projects evaluated? Feedback from French restoration projects. Journal of Environmental Management, 2014, vol. 137, pp. 178-188.

N

NAKAMURA KEIGO, TOCKNER KLEMENT, AMANO KUNIHIKO. River and wetland restoration: lessons from Japan. BioScience, 2006, vol. 56, n° 5, pp.419-429.

O

(a) OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES (ONEMA). Préserver et restaurer l'hydromorphologie et la continuité des cours d'eau **[en ligne]**. Disponible sur : <www.onema.fr/Preserver-et-restaurer-l-hydromorphologie-et-la-continuite-des-cours-d-eau> (consulté le 25.04.2015).

(b) OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES (ONEMA). La restauration des cours d'eau : retour d'expériences sur l'hydromorphologie **[en ligne]**. Disponible sur : <www.onema.fr/Hydromorphologie,510> (consulté le 25.04.2015).

(c) OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES (ONEMA). Recensement des obstacles sur les cours d'eau et évaluation de leur impact écologique **[en ligne]**. Disponible sur : <<http://www.onema.fr/Recensement-des-obstacles-sur-les>> (consulté le 11.06.2015).

(d) OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES (ONEMA). Restaurer la continuité écologique des cours d'eau **[en ligne]**. Disponible sur : <<http://www.onema.fr/-Restaurer-la-continuite-ecologique->> (consulté le 11.06.2015).

OFFICE NATIONAL DE L'EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES (ONEMA). Arasement du seuil des Treize Saules sur la Quilienne. Effacement total ou partiel d'obstacles transversaux. ONEMA, 2013, 4 p.

P

PANDER JOACHIM, GEIST JUERGEN. Ecological indicators for stream restoration success. Ecological Indicators, 2013, vol. 30, pp. 106-118.

PARC NATUREL REGIONAL DU MORVAN (PNR DU MORVAN), OFFICE NATIONAL DES FORETS (ONF), PETITE MONTAGNE JURA (PMJ), PARC NATUREL REGIONAL DU HAUT-JURA (PNR DU

HAUT-JURA). Résumé illustré du programme LIFE Nature ruisseaux de têtes de bassins et faune patrimoniale associée/ 2004-2009. Parc Naturel Régional du Morvan, 2010, 36 p.

PETERSON B.J., WOLLHEIM W.M., MULHOLLAND P.J., WEBSTER J.R., MEYER J.L., TANK J.L., MARTIE., BOWDEN W.B., MAURICE VALETT H., HERSHEY A.E., MCDOWELL W.H., DODDS W.K., HAMILTON S.K., GREGORY S., MORALL D.D.. Control of Nitrogen export from watersheds by headwater streams. Science, 2001, 292, pp. 86-90.

POULOS HELEN M., MILLER KATE E., KRACZKOWSKI MICHELLE L., WELCHEL ADAM W., HEINEMAN ROSS, CHERNOFF BARRY. Fish assemblage response to a small dam removal in the Eightmile river system, Connecticut, USA. Environmental Management, 2014, vol. 54, pp. 1090-1101.

PREFECTURE DE LA MAYENNE. Améliorer la continuité écologique de nos cours d'eau – une nécessité pour atteindre le bon état des eaux. Leb communication: Mayenne, 2010, 16 p.

S

SHUMAN JOHN R. Environmental considerations for assessing dam removal alternatives for river restoration. Regulated Rivers : Research & Management, 1995, vol. 11, pp. 249-261.

SOUCHON YVES, NICOLAS VERONIQUE. Barrages et seuils : principaux impacts environnementaux. Office National des Eaux et des Milieux Aquatiques (ONEMA) et CEMAGREF sciences, eaux et territoires, 2011, 28 p.

STANLEY EMILY H., CATALANO MATT J., MERCADO-SILVA NORMAN, ORR CAILIN H.. Effects of dam removal on brook trout in a Wisconsin stream. River Research and Applications, 2007, vol. 23, pp. 792-798.

T

TULLOS DESIREE, COX MATT, WALTER CARA. Sodom and Shearer dam removal effectiveness monitoring. Oweb Grant #209-919-8740. Oregon : Oregon State University (OSU), 2013, 42 p.

V

VIGICRUE. Données temps réel : Neufchâteau [crues] [en ligne]. Disponible sur : < www.vigicrues.gouv.fr/niveau3.php?idstation=1144&typegraphe=h&AffProfondeur=72&AffRef=tous&nbrstations=12&ong=1&Submit=Refaire+le+graphique++Valider+la+s%C3%A9lection > (consulté le 25.03.2015).

W

WEINGERTNER Franck, ROUSSEL Claire, PERESS Josée, BARAN Philippe, BARNETCHE Camille, GENTIL Béatrice, SAUREL Béatrice. Pourquoi rétablir la continuité écologique des cours d'eau ? Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA) – Sensibilisation aux politiques publiques, 2010, 28 p.

WOOLSEY SHARON, CAPELLI FLORENCE, GONSER TOM, HOEHN EDUARD, HOSTMANN MARKUS, JUNKER BERIT, PAETZOLD ACHIM, ROULIER CHRISTIAN, SCHWEIZER STEPHEN, TIEGS SCOTT D., TOCKNER KLEMENT, WEBER CHRISTINE, PETER ARMIN. A strategy to assess river restoration success. Freshwater Biology, 2007, vol. 52, pp. 752-769.

WSP. Mission de maîtrise d'œuvre relative aux aménagements hydrauliques et environnementaux du bassin de la Meuse amont – phase de diagnostic : pièce 1 : recueil des données et état des lieux. 1027-V3. Charleville-Mézières : EPAMA, 2014, 190 p.

(a) WSP. Mission de maîtrise d'œuvre relative aux aménagements hydrauliques et environnementaux du bassin de la Meuse amont – phase avant-projet : mémoire général. 1043-V1. Charleville-Mézières : EPAMA, 2015, 165 p.

(b) WSP. Aménagement de seuil – Bazoilles-sur-Meuse. RE07-BG34. Version n° 3. Charleville-Mézières : EPAMA, 2015, 37 p.

(c) WSP. Aménagement d'un lité d'étiage sur le Mouzon dans la traversée de Neufchâteau. Version n° 1. Charleville-Mézières : EPAMA, 2015, 20 p.

(d) WSP. Aménagement de seuil et de lit d'étiage – Pompierre. Version n° 2. Charleville-Mézières : EPAMA, 2015, 19 p.

(e) WSP. Aménagement de seuil et restauration de la Saônelle – Pisciculture de Sionne. RE07-BG34. Version n° 2. Charleville-Mézières : EPAMA, 2015, 16 p.

(f) WSP. Aménagements de seuils - Autigny. RE07-BG11&12. Version n° 2. Charleville-Mézières : EPAMA, 2015, 15 p.

(g) WSP. Aménagement de seuil Moulin de la scierie à Maxey. RE07-BG14. Version n° 1. Charleville-Mézières : EPAMA, 2015, 10 p.

(h) WSP. Aménagement de seuil – Soulosse-sous-Saint-Elophé. RE07-BG13. Version n° 2. Charleville-Mézières : EPAMA, 2015, 12 p.

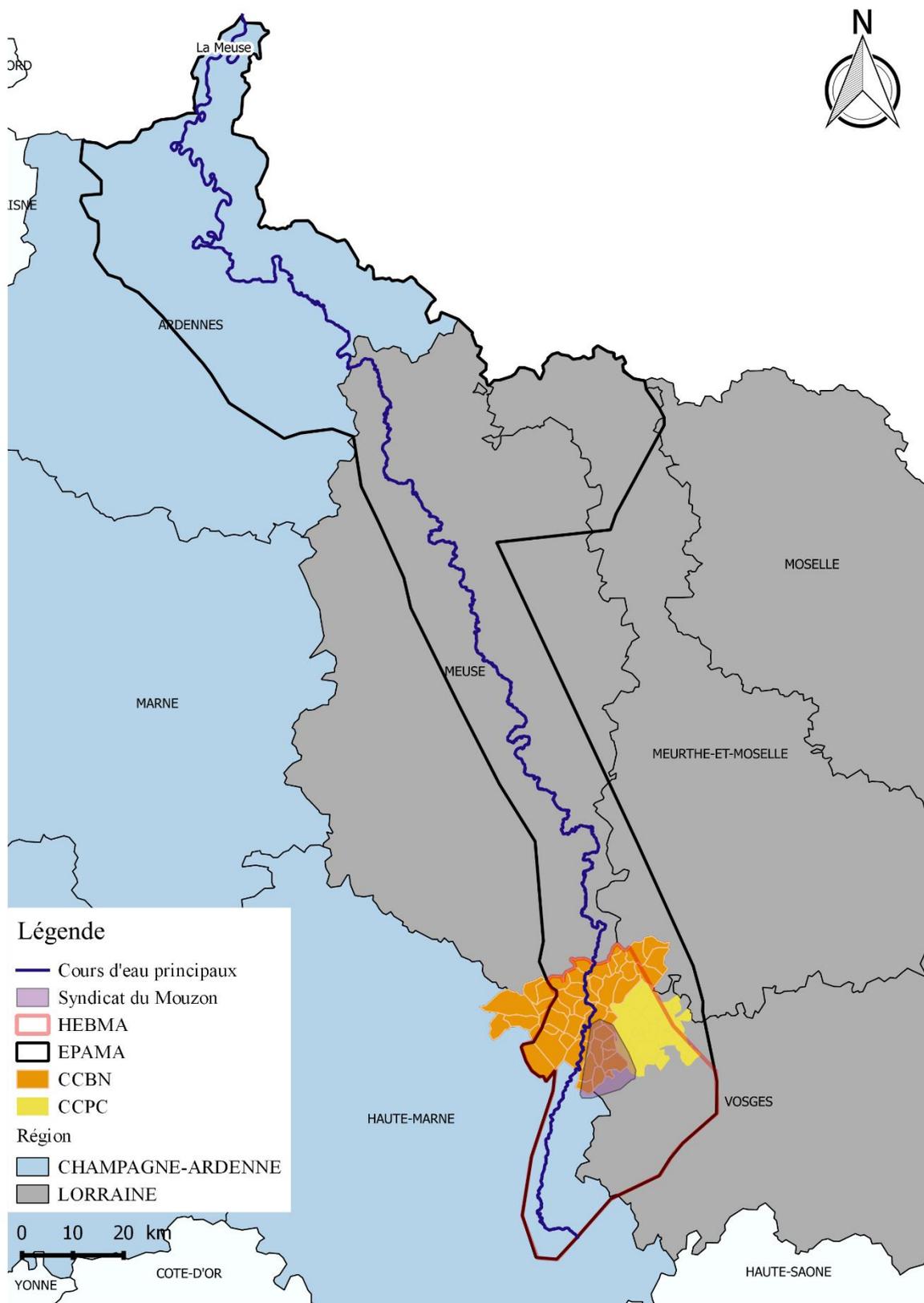
Les annexes

<i>Annexe 1: Cartographie des zones d'influences de l'EPAMA, du projet HEBMA, de la CCBN, de la CCPC et du SI du Mouzon</i>	59
<i>Annexe 2: Les ouvrages présents dans le ROE sur le territoire de la CCBN et ceux incluent dans le projet HEBMA et le projet SINBIO</i>	60
<i>Annexe 3 : Photographie des ouvrages transversaux contenue dans le programme de renaturation de l'EPAMA</i>	61
<i>Annexe 4: Photographie des ouvrages transversaux inclus dans le programme de restauration et de renaturation mené par la CCBN</i>	63
<i>Annexe 5: Cartographie de localisation des 12 sites présentés au sein de cette étude</i>	65

Les photographies

<i>Photo 1: Seuil de Bazoilles-sur-Meuse - EPAMA - Source personnelle</i>	61
<i>Photo 2: Seuil de Neufchâteau - EPAMA - Source: EPAMA</i>	61
<i>Photo 3: Seuil de Pompierre - EPAMA - Source: EPAMA</i>	61
<i>Photo 4: Seuil de Sionne - EPAMA - Source: EPAMA</i>	61
<i>Photo 5: Seuil présent sur la commune de Autigny-la-Tour - EPAMA - Source: EPAMA</i>	62
<i>Photo 6: Seuil présent sur la commune de Maxey-sur-Meuse - EPAMA - Source personnelle</i>	62
<i>Photo 7: Seuil présent sur la commune de Soulosse-sous-Saint-Elophé - EPAMA - Source: EPAMA</i>	62
<i>Photo 8: Seuil présent sur la commune de Greux - SINBIO - Source personnelle</i>	63
<i>Photo 9: Seuil au niveau de la commune de Greux - SINBIO - Source personnelle</i>	63
<i>Photo 10: Vannages au niveau de la commune de Greux - SINBIO - Source personnelle</i>	63
<i>Photo 11: Seuil présent sur la commune de Domrémy-la-Pucelle - SINBIO - Source personnelle</i>	64
<i>Photo 12: Vannage présent sur la commune de Midrevaux - SINBIO - Source personnelle</i>	64
<i>Photo 13: Seuil présent sur la commune de Moncel-sur-Vair - SINBIO - Source personnelle</i>	64
<i>Photo 14: Seuil sur la commune de Villouxel - SINBIO - Source personnelle</i>	64

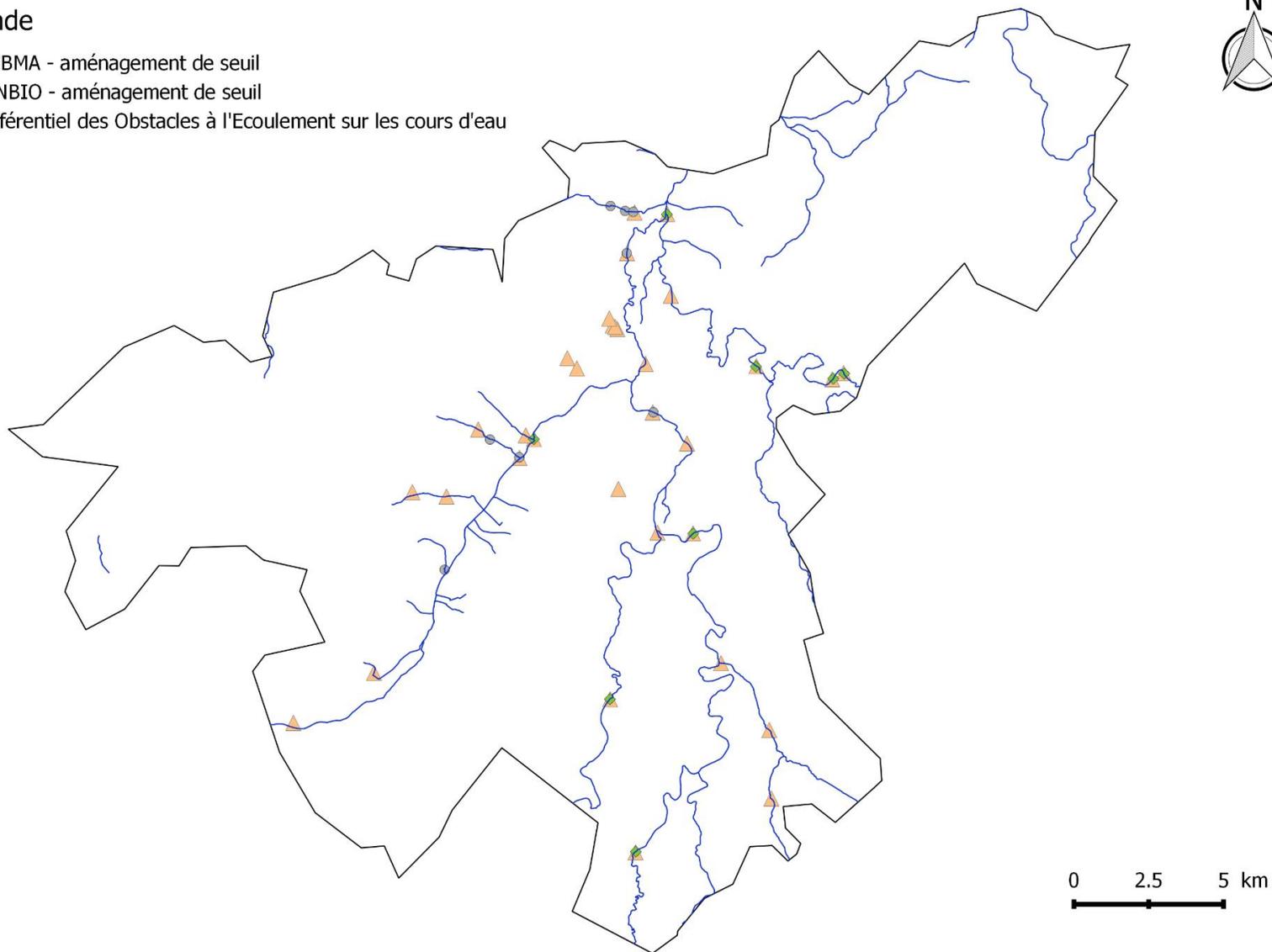
Annexe 1: Cartographie des zones d'influences de l'EPAMA, du projet HEBMA, de la CCBN, de la CCPC et du Syndicat Intercommunal du Mouzon



Annexe 2: Les ouvrages présents dans le ROE sur le territoire de la CCBN et ceux incluent dans le projet HEBMA et le projet SINBIO

Légende

- ◆ HEBMA - aménagement de seuil
- SINBIO - aménagement de seuil
- ▲ Référentiel des Obstacles à l'Écoulement sur les cours d'eau



Annexe 3 : Photographie des ouvrages transversaux contenue dans le programme de renaturation de l'EPAMA

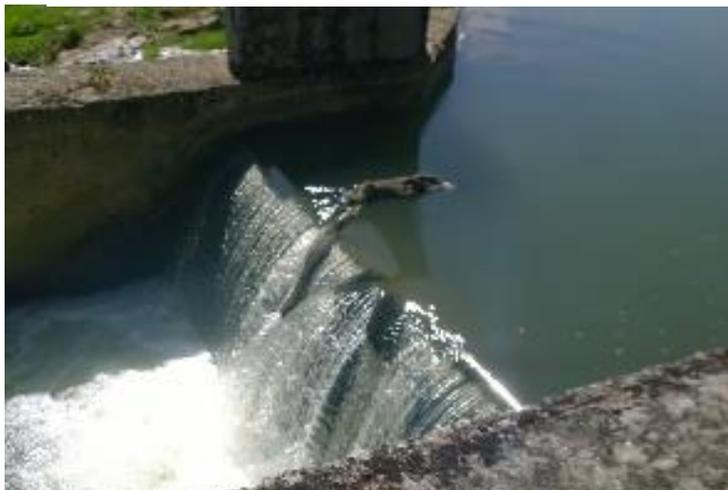


Photo 1: Seuil de Bazoilles-sur-Meuse - EPAMA - Source personnelle



Photo 2: Seuil de Neufchâteau - EPAMA - Source: EPAMA



Photo 3: Seuil de Pompierre - EPAMA - Source: EPAMA



Photo 4: Seuil de Sionne - EPAMA - Source: EPAMA



Photo 5: Seuil présent sur la commune de Autigny-la-Tour - EPAMA - Source: EPAMA



Photo 7: Seuil présent sur la commune de Soulosse-sous-Saint-Elophé - EPAMA - Source: EPAMA



Photo 6: Seuil présent sur la commune de Maxey-sur-Meuse - EPAMA - Source personnelle

Annexe 4: Photographie des ouvrages transversaux inclus dans le programme de restauration et de renaturation mené par la CCBN

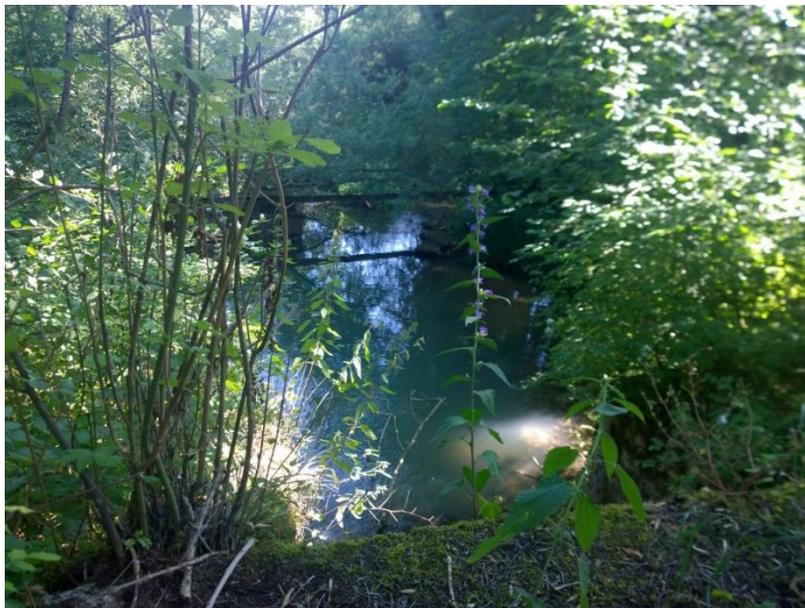


Photo 8: Seuil présent sur la commune de Greux - SINBIO - Source personnelle



Photo 9: Seuil au niveau de la commune de Greux - SINBIO - Source personnelle



Photo 10: Vannages au niveau de la commune de Greux - SINBIO - Source personnelle



Photo 12: Seuil présent sur la commune de Domrémy-la-Pucelle - SINBIO - Source personnelle

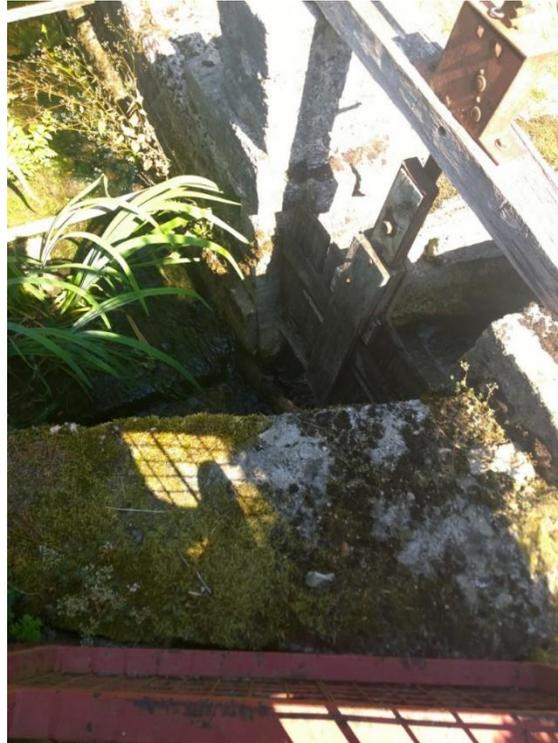


Photo 13: Vannage présent sur la commune de Midrevaux - SINBIO - Source personnelle



Photo 11: Seuil présent sur la commune de Moncel-sur-Vair - SINBIO - Source personnelle



Photo 14: Seuil sur la commune de Villouxel - SINBIO - Source personnelle

Annexe 5: Cartographie de localisation des 12 sites présentés au sein de cette étude



Résumé

Renaturation des cours d'eau, réel impact écologique?

L'objectif de cette étude est d'observer, à travers des publications, quelle la vitesse d'amélioration des cours d'eau suite à l'aménagement des ouvrages transversaux. En effet, après d'importantes recherches documentaires, il en ressort que peu de travaux s'intéressent aux résultats des retours d'expériences des aménagements des ouvrages transversaux.

Le média internet a été l'outil de recherche des publications sur lesquelles est basée cette étude. Les critères de sélection des publications ont été définis à partir des caractéristiques des ouvrages transversaux présents sur le territoire de la Communauté de Communes du Bassin de Neufchâteau. Une douzaine de suivis piscicoles en France, en Belgique et aux Etats-Unis sont présentées au sein de ce document. Les résultats de ces études sont présentés par pays, par ouvrage et par thématique. Un recul de trois ans après la réalisation des travaux est présenté à partir de ces publications retenues.

L'amélioration de la qualité piscicole est constatée de manière global, et ce dès les premiers mois suivant la réalisation des aménagements. Cependant, quelques suivis n'ont pas les mêmes résultats. En conclusion, le bénéfice piscicole n'est pas toujours visible trois ans après la réalisation des travaux d'aménagement des ouvrages transversaux. Cependant, il serait important de mieux encadrer la réalisation des suivis piscicole de ces actions de renaturation pour pouvoir avoir un vrai retour d'expérience.

Mots clés : restauration, renaturation, suivi piscicole, ouvrage transversal, bénéfice écologique

Summary

Does the river renaturation have a real ecological impact?

The goal of this study is to, by the use of scientific publications, observe the speed of improvement of watercourses after works on dams. Indeed, after thorough scientific research, it appears that after the actions of renaturation have been carried out, few studies care about the return-on-experience or talk specifically about the dam remove.

The Internet has a search tool to find publications on which this analysis is based. The selection criterion of scientific publications are defined from standard characteristics of weirs and dams in community of communes of Bassin de Neufchâteau. A dozen fish monitoring projects in France, Belgium and the United States are presented in this paper. The results of these studies develop on country of origin, the dam removal and along four recurring themes: the fish fauna, the juveniles, the biomass and density and finally a group of relating information. The return-on-experience from these works on dams does not exceed three years from the complementation of these fieldworks.

Overall, it can be concluded that the quality of fish communities improves rapidly after works on dams or weirs. However, few publications show the same results. Furthermore, the improvement was not always obvious following the actions of renaturation. It would be important to establish a scientific protocol in order to follow up on the actions of renaturation of watercourses and in this way get a real return-on-experience.

Key-words: river restoration, river renaturation, electro-fishing, dam removal, ecological benefits