

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

VETAGRO SUP

Restauration des milieux alluviaux sur le Rhin Supérieur : État des lieux, retours d'expérience et perspectives



PETIT Coralie

Option Ingénierie du Développement Territorial

Année 2016



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

VETAGRO SUP

Restauration des milieux alluviaux sur le Rhin Supérieur : État des lieux, retours d'expérience et perspectives



PETIT Coralie

Option Ingénierie du Développement Territorial

Année 2016

Maitres de stage : Rémi BARBIER et Anne ROZAN

Tuteur de stage : Christophe DEPRES

Du 1/04/16 au 30/09/16

ENGEES
UMR GESTE
1 Quai Koch, 67067 Strasbourg



« L'étudiant conserve la qualité d'auteur ou d'inventeur au regard des dispositions du code de la propriété intellectuelle pour le contenu de son mémoire et assume l'intégralité de sa responsabilité civile, administrative et/ou pénale en cas de plagiat ou de toute autre faute administrative, civile ou pénale. Il ne saurait, en cas, seul ou avec des tiers, appeler en garantie VetAgro Sup. »

« Bruissement des feuilles argentées des saules et des peupliers blancs, roulement des galets gris et blancs sous les flux d'une eau tantôt cristal tantôt laiteuse chargée de limon, reflets étincelants des poissons remontant le puissant courant : le fleuve d'argent, voilà comment nous avons qualifié le Rhin. »

Tomi Ungerer

REMERCIEMENTS

Je souhaite remercier Rémi BARBIER qui m'a accueillie, accompagnée tout au long du stage, qui m'a enseigné la rigueur scientifique et ouvert les portes du monde des sciences sociales et de la gouvernance de l'eau. Je tiens à le remercier, ainsi que Anne ROZAN, pour le temps qu'ils ont passé à relire mes synthèses et pour leurs précieux conseils. Je les remercie aussi de leur confiance et de m'avoir confié un sujet aussi ambitieux.

Mes pensées vont aussi vers Jean-Nicolas BEISEL et Laurent SCHMITT qui nous ont organisé deux visites de terrain très intéressantes, ont pris le temps de répondre de mes questions et m'ont donné accès à des documents essentiels. Merci à Laurent pour son invitation lors de l'inauguration de la passe à poissons de Strasbourg et de m'avoir fait partager sa passion pour le Rhin.

Je remercie aussi Angélique, Marguerita et Leslyne avec qui j'ai partagé mon bureau et la bonne humeur, à toutes les personnes souriantes et disponibles pour échanger telles que Sara Fernandez qui nous a aussi accompagné sur le terrain, Marjorie et les autres doctorants. Aux personnes du service technique et de l'accueil toujours prêt à nous aider en cas de problème.

Enfin, j'aimerais remercier toutes les personnes qui m'ont accueillie au sein de la structure, accordé du temps et des entretiens pour me faire partager leurs savoirs sur le Rhin et leur intérêt pour le sujet traité. Je pense tout particulièrement à Monsieur Hoffman que je souhaite remercier encore un fois pour nous avoir fait partager sa passion sur le delta de la Sauer et fait découvrir des endroits dont j'espère vivement qu'ils seront préservés.

SOMMAIRE

INTRODUCTION..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1. APPARITION ET AFFIRMATION PROGRESSIVE DE LA RESTAURATION DES COURS D'EAU DANS LA LEGISLATION EN FRANCE
ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
2. LA RESTAURATION ECOLOGIQUE : UN GRAND DEBAT DANS LA SPHERE SCIENTIFIQUE **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
3. DESCRIPTION DU PROJET REX ET DE L'ETUDE DANS UNE APPROCHE PLURIDISCIPLINAIRE **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**

METHODOLOGIE : LE RETOUR D'EXPERIENCE..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1. FORMULATION DES HYPOTHESES DE TRAVAIL **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
2. ACQUISITION DE DONNEES QUALITATIVES..... **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
 - 2.1. *Recherche dans les archives* **Erreur ! Signet non défini.**
 - 2.2. *Etude de terrain (visites de terrain et entretiens)*..... **Erreur ! Signet non défini.**
 - 2.3. *Exploitation des données et des archives* **Erreur ! Signet non défini.**

CONTEXTE GENERAL SUR LE RHIN SUPERIEUR..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1. CAS DU RHIN SUPERIEUR : HISTORIQUE DE L'AMENAGEMENT DU RHIN SUPERIEUR..... **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
 - 1.1. *Géographie du Rhin*..... **Erreur ! Signet non défini.**
 - 1.2. *Présentation générale de l'histoire des aménagements du Rhin Supérieur***Erreur ! Signet non défini.**
2. POLITIQUES SUR LE RHIN SUPERIEUR : OBJECTIFS DE LA RESTAURATION ET APPLICATIONS **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
 - 2.1. *Intérêts de la restauration écologique sur le Rhin supérieur* **Erreur ! Signet non défini.**
 - 2.2. *Politique internationale : « Rhin 2020 »* **Erreur ! Signet non défini.**
 - 2.3. *Programme de financement européen : LIFE « Rhin Vivant »* **Erreur ! Signet non défini.**
 - 2.4. *LIFE + « Ile du Rohrschollen » (2010-2015)*..... **Erreur ! Signet non défini.**
 - 2.5. *Un autre programme européen : INTERREG « Redynamisation du Vieux Rhin » (2009-2012)* **Erreur ! Signet non défini.**
 - 2.6. *« Erosion maîtrisée » d'EDF*..... **Erreur ! Signet non défini.**
 - 2.7. *Renouvellement de la concession EDF : Ile du Rhin à Kembs* **Erreur ! Signet non défini.**
3. LES GRANDS ENJEUX ET ACTEURS DE LA RESTAURATION **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
 - 3.1. *Présentation de l'observatoire et évolution des enjeux de la restauration* **Erreur ! Signet non défini.**
 - 3.2. *Les principales parties prenantes de la restauration*..... **Erreur ! Signet non défini.**
 - 3.3. *Vers des projets plus ambitieux ?*..... **Erreur ! Signet non défini.**

RETOUR D'EXPERIENCE SUR QUATRE ETUDES DE CAS..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1. ETUDES DE CAS SUR LE RHIN SUPERIEUR **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
 - 1.1. *Le delta de la Sauer* **Erreur ! Signet non défini.**
 - 1.2. *La forêt d'Offendorf*..... **Erreur ! Signet non défini.**
 - 1.3. *L'île de Rhinau* **Erreur ! Signet non défini.**
 - 1.4. *L'Eiswasser* **Erreur ! Signet non défini.**
 - 1.5. *Bilan global*..... **Erreur ! Signet non défini.**
2. LA CONDUITE DE PROJET SOUS CONTRAINTES **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
 - 2.1. *Les freins de la restauration* **Erreur ! Signet non défini.**
 - 2.2. *Les leviers en faveur de la restauration*..... **Erreur ! Signet non défini.**

PERSPECTIVES : QUELLE CONDUITE DE PROJET POUR DEMAIN ?..... ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

1. ENTRE DEUX MODELES DE GESTION : ENTRE GESTION NATURELLE ET GESTION « A LA MAIN » .. **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
 - 1.1. *L'entretien naturel « à coup de crues »* **Erreur ! Signet non défini.**
 - 1.2. *L'entretien manuel « à coup de pelles »* **Erreur ! Signet non défini.**

2. NOTIONS D'ÉTAT DE REFERENCE, DURABILITE ET DEFINITION D'INDICATEURS D'EVALUATION ... **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
3. EVALUATION DES QUATRE ETUDES DE CAS SELON CES NOTIONS..... **ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.**
 - 3.1. *Delta de la Sauer* **Erreur ! Signet non défini.**

3.2.	<i>Forêt d'Offendorf</i>	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
3.3.	<i>Ile de Rhinau</i>	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
3.4.	<i>Eiswasser</i>	<i>Erreur ! Signet non défini.</i>
4.	LA CONDUITE DE PROJET AUJOURD'HUI : L'ALTWASSER.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
CONCLUSION		ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
BIBLIOGRAPHIE		ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
WEBOGRAPHIE		ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
ENTRETIENS		ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
ANNEXES		ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
1.	ECOLOGIE DE LA FORET ALLUVIALE RHENANE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
2.	COMPLEMENTS D'HYDRO-GEOMORPHOLOGIE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
3.	METHODE DE RECHERCHE.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.
4.	CARTE DES OPERATIONS REALISEES ET PREVUES.....	ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.

TABLE DES ABREVIATIONS

AFNOR : Association française de normalisation
AAPPMA : Association agréée pour la pêche et la protection des milieux aquatiques
CEN : Conservatoire d'espaces naturels
CIPR : Commission internationale de la protection du Rhin
CSA : Conservatoire des sites alsaciens
CNRS : Centre national de la recherche scientifique
DCE : Directive cadre sur l'eau
DREAL : Direction régionale de l'écologie, de l'aménagement, du logement
ECRR : European center for river restoration
EDF : Electricité de France
ENS : Espace naturel sensible
ERC : Eviter Réduire Compenser
GEMAPI : Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations
GRAIIE : Groupe de Recherche Rhône Alpes sur les Infrastructures et l'Eau
IRSTEA : Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture
IRP : Programme intégré Rhin
LEMA : Loi sur l'eau et les milieux aquatiques
LENE : Loi engagement national pour l'environnement
LIFE : L'Instrument Financier de l'Union Européenne
ONEMA : Office national de l'eau et des milieux aquatiques
PADD : Projet d'Aménagement et de Développement Durables
PCA : Petite Camargue alsacienne
PGRI : Plan de gestion des risques d'inondation
PLGRI : Plan local de gestion des risques d'inondation
PPR : Plan de prévention des risques
REFORM : Restoring rivers for effective catchment management
RN : Réserve naturel
RTM : Restauration des terrains de montagne
REVER : Réseau d'échanges et de valorisation en écologie de la restauration
SAGE : Schéma d'aménagement et de gestion de l'eau
SCoT : Schéma de cohérence territoriale
SDAGE : Schéma directeur d'aménagement et de gestion de l'eau
SER : Society for ecological restoration
SRCE : Schéma régional de cohérence écologique
UPGE : Union professionnelle du génie écologique
VNF : Voies navigables de France

TABLE DES FIGURES

- Figure 1 : Démarche de l'étude (Source : Petit C.) **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 2 : Le tableau de Peter Birman (vers 1820) présente une vision du Rhin en aval de Bâle (Source : <http://www.refletsdeaudouce.fr/rhin-du-fleuve-sauvage-aux-passes-poissons/>).... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 3 : Cours et bassin du Rhin (Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Rhin#/media/File:Rheinsystem_small_francais.jpg).. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 4 : Rectification du Rhin par Tulla (Source : <http://www.encyclopedie.bsditions.fr/article.php?pArticleId=11&pChapitreId=36142&pSousChapitreId=36147&pArticleLib=L%27am%E9nagement+du+cours+sup%E9rieur+du+Rhin+%5BLe+Rhin-%3EHistoire+du+fleuve%5D>) **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 5 : Grand Canal d'Alsace (à gauche), ses barrages et le Vieux Rhin et ses épis (Source : http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Canalisation_du_Rhin)..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 6 : Travaux de régularisation du Rhin (Source : Guilorme et alii., (2009, 62) d'après DESCOMBES, R « L'aménagement du Rhin à Val de Strasbourg », LTP, p.15.).. **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 7 : Profil des ouvrages (Source : <http://www.encyclopedie.bsditions.fr/article.php?pArticleId=11&pChapitreId=36142&pSousChapitreId=36147&pArticleLib=L%27am%E9nagement+du+cours+sup%E9rieur+du+Rhin+%5BLe+Rhin-%3EHistoire+du+fleuve%5D>) **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 8 : Services écosystémiques rendus par le Rhin et ses annexes hydrauliques les forêts alluviales **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 9 : Franchissabilité des barrages sur le Rhin et ses affluents (Source : http://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/Dokumente_de/Symposien_u._Workshops/5._Rheinsymposium/Vortraege/Langfassungen/Edel.pdf) **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 10 : Localisation des barrages sur le Rhin supérieur (Source : <http://www.salmoncomeback.org/fr/context/>)..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 11 : Carte de localisation du polder d'Erstein (a) et des différents aménagements du polder (b) (Sources : a. A. Bouzégahia ; b. VNF) **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 12 : Présentation des mesures de suivi dans les DOCOB de la bande rhénane (Source : DOCOB)..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 13 : Présentations des opérations de restauration sur le Rhin Supérieur (Source : Plaquette de présentation "Programme Life Rhin Vivant, Restaurer les milieux naturels du Rhin" 2002)..... **Erreur ! Signet non défini.**
- Figure 14 : Localisation des travaux (Source : Plaquette LIFE + « Ile du Rohrschollen » EMS) **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 15 : L'île du Rhin au barrage hydraulique EDF de Kembs (Photo Ph. Lortscher) **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 16 : Evolution des enjeux des projets de restauration dans le temps (Source : Observatoire du Rhin)..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 17 : Identification des acteurs principaux (Source : Observatoire du Rhin) . **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 18 : Evolution de l'ambition des projets de restauration (Source : AERM « « Quels objectifs hydro-morphologiques pour la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau dans le contexte transfrontalier du Rhin. Bilan des travaux engagés depuis 20 ans– perspectives » 2016) **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 19 : Source : Observatoire du Rhin **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 20 : Source : Observatoire du Rhin **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 21 : Présentation du Rhin avant et après la correction de Tulla (Paillereau et Dillmann 2006) **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 22 : Présentation des travaux sur le Fahrgiessen (Source : Renaturation et remise en connexion d'ancien bras du Rhin, anonyme, mention Rhin Vivant, communiqué par XX, non daté)..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 23 : Plan des travaux dans la forêt d'Offendorf (Source : Renaturation et remise en connexion d'ancien bras du Rhin, anonyme, mention Rhin Vivant, communiqué par XX, non daté)..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 24 : Présentation des travaux sur l'île de Rhinau (Source : Renaturation et remise en connexion d'ancien bras du Rhin, anonyme, mention Rhin Vivant, communiqué par XX, non daté)..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 25 : Présentation des travaux sur l'Eiswasser (Source : Renaturation d'anciens bras du Rhin entre Kuenheim et Artzenheim, Cécile KLEIN et Samuel AUDINOT, mention IRMA Interreg, communiqué par le conseil départemental du Haut-Rhin, 2012) **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 26 : Schéma d'évaluation des études de cas sur le Rhin Supérieur (Source Petit C.) **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 27 : Prévision des travaux de restauration de l'Altwasser (Source : Artelia) **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 28 : Source : Artelia **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 29 : Conduite globale de projet (Source : Petit C.) **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 30 : Types de styles fluviaux selon la sinuosité et le nombre de chenaux (Source : Amoros et Petts 1993)..... **Erreur ! Signet non défini.**

Figure 31 : Carte issue de "Inventaire des opérations de restauration des anciens bras du Rhin" Gartner K. 1995 **Erreur ! Signet non défini.**

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Outils où la restauration écologique est un enjeu (Source : Petit C.) **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 2 : Points abordés lors des entretiens (Source : Petit C.) **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 3 : Liste des personnes rencontrées (Source : Petit C.)..... **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 4 : Etat de référence, état initial et état objectif de 3 réserves naturelles : la forêt d'Offendorf (O), la forêt d'Erstein (E) et l'île de Rhinau (IR) (Piégay, Pautou, et Ruffinoni d'après Carbiener, D. 2003)..... **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 5 : Présentation des objectifs de la CIPR (Source : <http://www.iksr.org/fr/cooperation-internationale/rhin-2020/objectifs/index.html>)..... **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 6 : Nombres et durées (nombre de jours) des mises en eau du polder d'Erstein de janvier 2004 à septembre 2008 (données : VNF). **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 7 : Enjeux fondamentaux et objectifs généraux pour les sites Rhin, Ried et Bruch de l'Andlau du DOCOB **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 8: Présentation des indicateurs de suivi du SAGE III Nappe Rhin pour répondre à l'objectif « Restauration des écosystèmes aquatiques » **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 9: Fiches d'identité de deux opérations de restauration sur le Delta de la Sauer (Source : Observatoire du Rhin) **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 10 : Fiches d'identité l'opération de restauration dans la forêt d'Offendorf (Source : Observatoire du Rhin) **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 11 : Fiche d'identité de l'opération de restauration sur l'île de Rhinau (Source : Observatoire du Rhin)..... **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 12 : Fiche d'identité de deux opération de restauration dans le Haut Rhin à Kunheim (Source : Observatoire du Rhin) **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 13 : Résumé des freins et leviers principaux (Source : Petit C.) **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 14 : Résultats du suivi du polder sur 5 ans **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 15 : Carte d'identité du projet de l'Altwasser (Source Petit C.) **Erreur ! Signet non défini.**

Tableau 16 : Détails du suivi sur l'opération de l'Altwasser ((Source ARTELIA) .. **Erreur ! Signet non défini.**

RESUME

La bande alluviale rhénane, classé Natura 2000 et zone Ramsar, est considérée comme la seconde zone humide de France après la Camargue. Afin de retrouver un bon fonctionnement écosystémiques de ses milieux, de nombreuses opérations (environ 140) dans les forêts alluviales rhénanes ont été mises en place depuis les années 1990, sous l'impulsion d'associations environnementales puis de la législation comme la DCE. Quelle est la situation actuelle ? En 1986, un grave incident environnemental a conduit à une prise de conscience internationale des enjeux liés à la bande rhénane. Depuis, des programmes de financement européens ont été lancés pour restaurer les bras annexes en les reconnectant au Rhin. Des politiques de continuité écologique adoptent des objectifs ambitieux tels que le retour du saumon à Bâle en 2020.

Le projet REX prévoit d'analyser quatre études de cas dans une approche systémique. Le but est de mettre en évidence, les freins (conflits d'usage, manque de volonté politique) et les leviers (subventions, porteurs de projets moteurs) nécessaires pour une conduite de projet cohérente. Afin d'évaluer l'efficacité d'une action, l'étape de suivi scientifique (biologique, physique et chimique) est essentielle pour les porteurs de projets et les financeurs malgré le peu de moyens humains et financiers. De plus, il a été mis en évidence qu'en quinze ans de conduite de projet, les dossiers mettent mieux en valeur les objectifs et les résultats des opérations.

ABSTRACT

The alluvial Rhine hydrosystem is considered the second wetland in France after the Camargue Natura 2000 and Ramsar area. To find a good functioning of its ecosystem environments, many operations (140) in the Rhine floodplain forests have been implemented since the 1990s under the leadership of environmental groups and legislation. What is the actual situation? In 1986, a serious environmental incident led an international awareness of issues related to the river. Since then, European funding programs have been launched to restore the annexes arm by reconnecting to the Rhine. Ecological continuity of policies adopted ambitious targets such as return of salmon in Basel in 2020.

The REX project plans to analyze four case studies in a systems approach. The aim is to highlight the brakes (use conflicts, lack of political will) and the levers (subsidies, motor carrier project) needed to conduct coherent project. To evaluate the effectiveness of an action, the scientific follow-up phase (biological, physical and chemical) is essential. Moreover, it was highlighted that in fifteen years, the project management has not changed except a compulsory about results.

Tableau 1 : Outils où la restauration écologique est un enjeu (Source : Petit C.)

Echelle	Eau	Agriculture (indirecte)	Risques naturels	Biodiversité	Territoire
Europe	Directive Cadre Européenne 2000	Directive Nitrate 1991 (eau)	Directive Inondation 2007	Directive Habitat 1992 LIFE	
Nationale	Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques 2006	Loi Engagement National pour l'Environnement (LENE) 2010 Loi LEMA 1992	Plan de Prévention des Risques (PPR)	Continuité écologique Trame bleue et verte	Loi Grenelle (biodiversité) Directive Territoriale d'Aménagement et du Développement Durable
Régionale	Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau		Plan de Gestion des Risques d'Inondations (PGRI)	Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE)	Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) Plan d'Aménagement et du Développement Durable (PADD)
Locale	SAGE Contrat de rivière		Plan Local de Gestion des Risques d'Inondations PLGRI	Réseau Natura 2000 RN et ENS	

INTRODUCTION

1. Apparition et affirmation progressive de la restauration des cours d'eau dans la législation en France

C'est à partir de la Loi sur l'eau de 1964¹ relative à la préservation des milieux que l'Etat français commence à s'intéresser au grand cycle de l'eau. Cette loi vise à concilier les différents usages de l'eau. Des agences financières de bassins (anciennes Agences de l'Eau) sont alors créées pour veiller à la bonne gestion de l'eau à l'échelle des bassins versants et sont soumises à un programme sur 5 ans présentant les objectifs à remplir sur cette période.

Le terme de restauration se trouve dans la plupart des textes qui fondent la politique française de l'eau. Il est apparu pour la première fois dans la Loi sur l'eau de 1992² qui vise à préserver des écosystèmes aquatiques et des zones humides. Pour atteindre cet objectif, des Schémas Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SDAGE) sont mis en place à l'échelle des six bassins versants français. Des déclinaisons sont ensuite pensées à l'échelle locale sous forme de Schémas d'Aménagement et de Gestion de l'Eau (SAGE).

La Directive Cadre Européenne sur l'eau (DCE)³, votée par l'Union européenne en 2000, a été adaptée dans le droit français par la Loi du 21 avril 2004. Cette directive soumet tous les pays européens à atteindre le « bon état » écologique et chimique des masses d'eau d'ici 2015. Deux échéances ont été déterminées jusqu'à 2021 puis 2027. La restauration devient un enjeu majeur afin d'atteindre l'objectif du « bon état ». Ce principe est ensuite utilisé dans le chapitre III de la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques de 2006⁴ « Préservation et restauration de la qualité des eaux et des milieux aquatiques » (Morandi 2014).

En 2015, la Loi de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles⁵ (MAPTAM) impose aux collectivités territoriales une nouvelle compétence : la compétence GEstion des Milieux Aquatiques et Prévention des Inondations (GEMAPI). L'un des objectifs de cette compétence est « la protection et la restauration des sites, des écosystèmes aquatiques et des zones humides ainsi que des formations boisées riveraines » et deviendra effective au 1er janvier 2018 (Morandi 2014). Cette réforme répond aux impératifs de la DCE et de la directive inondation de 2007⁶. Elle devrait encourager l'élaboration de SAGE et PGRI (Plan de Gestion des Risques d'Inondations).

La restauration devient un enjeu dans plusieurs directives européennes et lois française. Elle est essentielle pour préserver la biodiversité mais aussi lutter contre les inondations et la pollution (Tableau 1).

Au cours des trente dernières années, la stratégie de gestion des milieux aquatiques a évolué. Il s'agit aujourd'hui de préserver ou de réhabiliter au mieux leur fonctionnement écologique,

¹ Loi n° 64-1245 du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution

² Loi n° 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau

³ Directive cadre sur l'eau (DCE) du 23 octobre 2000 (directive 2000/60)

⁴ 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

⁵ Loi n° 2014-58 du 27 janvier 2014 de modernisation de l'action publique territoriale et d'affirmation des métropoles

⁶ Directive 2007/60/CE

en intégrant l'homme comme une composante parmi les autres composants de la biodiversité. Il ne s'agit donc pas de s'approprier la nature pour satisfaire les besoins de l'homme, mais de trouver un équilibre entre usages et préservation des écosystèmes (ASTE 2013 ; Dutoit 2014).

2. *La restauration écologique : un grand débat dans la sphère scientifique*

La restauration écologique représente un enjeu de plus en plus important dans les politiques environnementales. Une des premières déclinaisons de ce concept de restauration en France sont les actions de RTM débutées à la fin du XIX^{ème}. A cette époque, la restauration des cours d'eau correspondait à l'action publique destinée à traiter les problématiques d'écoulement et d'érosion liées au défaut d'entretien des cours d'eau. Il existait une dimension paysagère forte (Morandi 2014).

Au début des années 1990, un changement de paradigme s'effectue ; la dimension paysagère laisse place à la dimension écologique. Celle-ci répond à l'artificialisation des milieux et aux dégradations liées aux aménagements passés. La restauration écologique a été instaurée par Aldo Leopold⁷ pour désigner ses propres tentatives de reconstituer des habitats. Leopold va jusqu'à se comparer à un « médecin de la terre » (Larrère 2014). L'émergence du concept de restauration écologique est facilitée par le progrès de la connaissance scientifique, un travail législatif et réglementaire ainsi qu'une réflexion conceptuelle et sémantique. Cette réflexion s'articule autour de notions telles que la « réhabilitation » et la « renaturation » appuyées par les procédés du génie végétal. Bien que le paradigme écologique soit dominant aujourd'hui dans la restauration des cours d'eau, le paradigme paysager est toujours d'actualité (Morandi 2014).

Plusieurs approches de la restauration peuvent être définies selon la naturalité et le positionnement du facteur anthropique (Morandi 2014). La restauration écologique peut être un moyen dont la finalité est le bien-être humain (vision anthropocentrée) ou une fin dont la biodiversité serait au centre de toute décision (vision biocentrée). Manuel Blouin (2014) est plus radical et soutient qu'il faut « écologiser la représentation de l'Homme en sciences humaines et sociales et humaniser la vision écologique » (Blouin 2014).

Au début du XXI^{ème} siècle, la restauration écologique suscite deux controverses, l'une sur l'analogie de la contrefaçon et l'autre sur le caractère artificiel de la restauration (Larrère 2014). Le travail de restauration peut être comparé à celui d'un faussaire. Or, il est possible de faire le lien entre ces opérations de restauration écologique et des opérations sur des œuvres d'art. Ces opérations de restauration sont indispensables pour lutter contre les dégradations liées au temps. Eric Katz (2003) ajoute que « la nature restaurée n'est pas une contrefaçon, c'est un artifice ». L'homme, avec la technique dont il dispose, considérée ici comme un artifice, ne fait que confirmer son emprise sur la Nature (Katz 2003). Mais les écologues travaillent avec des organismes naturels qualifiés «ecosystem engineers». Ces organismes produisent des habitats ou des ressources pour eux et pour d'autres espèces. Une analogie peut être faite entre l'activité de ces écosystèmes et l'activité humaine : toutes deux ont pour objectif de bâtir dans leur propre intérêt. Cette analogie est à nuancer car l'activité humaine a un caractère intentionnel, alors que ce n'est pas le cas pour les «ecosystem engineers».

Enfin, les systèmes naturels ont tous une histoire en lien avec les perturbations humaines ou naturelles. Celles-ci ont permis la structuration des paysages et la sélection de communautés biotiques (Larrère 2014). De nombreuses controverses ont éclaté entre scientifiques avant d'arriver à une définition commune.

⁷ Aldo Leopold (11 janvier 1887 – 21 avril 1948) est un forestier, écologue et écologiste américain qui a influencé le développement de l'éthique environnementale moderne et le mouvement pour la protection des espaces naturels. Aldo Leopold est considéré comme l'un des pères de la gestion de la protection de l'environnement aux États-Unis.

Clewell et Aronson indiquent que « la restauration écologique est une métaphore qui semble capter l'imagination des gens de toutes les cultures [...]. Les praticiens de la restauration écologique ne restaurent pas, ils redémarrent, revitalisent, réorientent ou accélèrent des processus écologiques essentiels (Clewell et Aronson 2010). Il s'agit aussi de replacer l'écosystème sur une trajectoire conçue pour le conduire à ressembler, par sa composition et la structure de sa communauté biotique à un écosystème de référence » (Larrère 2014). De plus, à travers l'acte de la restauration, Génot (2003) précise que « l'homme va gérer le pilotage qui consiste à travailler avec la nature et non pas contre ». La trajectoire correspond aux transformations que peut subir un écosystème suite à un évènement « catastrophique » qui va changer l'état d'équilibre de cet écosystème. Si celui-ci retrouve rapidement son état initial, on dit qu'il est résilient (ASTEE 2013).

En 2004, La Society for Ecological Restoration (SER)⁸ qui rassemble la communauté scientifique à l'échelle internationale, définit la restauration écologique comme « une action intentionnelle qui initie ou accélère l'auto-réparation d'un écosystème qui a été dégradé, endommagé ou détruit, en respectant sa santé, son intégrité et sa gestion durable ». La restauration peut-être passive lorsque la source de dégradation est réduite ou supprimée et nécessite des actions légères. Mais elle peut être active lorsque la restauration est dirigée par des interventions humaines lourdes et utilise des méthodes du génie écologique et civil (Cristofoli et Mahy 2009).

La restauration vise à rétablir les caractéristiques structurelles et fonctionnelles d'un écosystème ce qui est un objectif très ambitieux voire impossible (Dutoit 2014). Aujourd'hui l'objectif est de rétablir une ou plusieurs fonctions de cet écosystème. C'est la réhabilitation, objectif plus facile à atteindre. Par la suite, l'écosystème pourra retrouver les caractéristiques structurelles avec un minimum d'intervention humaine.

Le territoire français compte un grand nombre d'opérations de restauration de milieux naturels dégradés mais aujourd'hui, il est nécessaire de dresser un bilan (Morandi et Piegay 2011). Un premier état des lieux sur les actions, l'évaluation et la communication des opérations de restauration réalisées jusqu'en 2011 sur le territoire national a été effectué. Plusieurs points faibles ont été soulignés comme le manque d'informations disponibles sur Internet (Morandi et Piegay 2011). Un travail de récupération de ces informations manquantes permettrait d'apporter une vision globale pour comprendre comment s'intègrent ces actions de restauration dans le territoire.

Un autre point faible souligné par les auteurs concerne la réalisation des retours d'expérience⁹ et la pertinence de l'évaluation qui permettrait de répondre aux objectifs. Cette évaluation ex-post, souvent trop superficielle, découle d'une faible diversité des indicateurs. En effet, ils se limitent souvent aux inventaires faune-flore. La première cause serait le manque de moyens financiers et humains pour suivre durablement ces actions (Morandi et Piegay 2011).

Or, la réalisation de ces retours d'expérience permettrait de se rendre compte de l'efficacité des opérations menées. La seconde cause résiderait dans la complexité de mise en œuvre des dispositifs de suivi (Morandi et Piegay 2011).

⁸ La SER est une organisation à but non lucratif internationale créée en 1989. Sa mission est de promouvoir la restauration écologique en regroupant les moyens de maintien de la diversité de la vie sur Terre. Avec des membres dans plus de 70 pays à travers le monde, ce réseau réunit la principale source d'expertise scientifique et pratique sur la réparation des écosystèmes dégradés. La SER travaille à faire progresser le domaine de la restauration écologique en publiant des revues, des livres et des guides de bonnes pratiques. Elle est aussi engagée dans des discussions politiques aux niveaux national et international et organise des rencontres pour le partage des connaissances entre les professionnels de la restauration.

⁹ Le retour d'expérience consiste à rassembler toutes les données qualitatives et quantitatives d'une action afin d'en identifier les freins et les leviers. Il s'agit d'une démarche d'amélioration continue nécessitant une approche holistique.

Il serait intéressant d'accompagner scientifiquement chaque action pour collecter de nouvelles données. Ce travail permettrait ensuite de comprendre les conséquences obtenues sur le milieu et peut-être de confirmer l'apparition de gains écologiques. Enfin, ces informations pourraient être enregistrées pour créer des références comparées par la suite à l'échelle nationale ou internationale. Bien sûr, la mise en place et l'utilisation d'indicateurs communs est donc nécessaire. Une dernière préconisation réside dans la réalisation d'une classification des espaces sensibles ne nécessitant pas encore une action de restauration mais ayant besoin de la mise en place d'actions préventives.

Pour pallier le manque de données, il est nécessaire de réaliser un retour d'expérience. Celui-ci permettrait d'identifier les facteurs de réussite ou d'échec d'une opération de restauration (Bouni 2014). Avant de quantifier la réussite d'une restauration écologique, il convient de préciser ce qu'est une restauration considérée comme réussie. Selon l'International Primer on Ecological Restoration (SER, 2004), un écosystème est restauré, lorsqu'il possède les neuf attributs suivants :

- il contient un ensemble caractéristique d'espèces de l'écosystème de référence,
- il est constitué pour la plupart d'espèces indigènes,
- tous les groupes fonctionnels nécessaires à l'évolution continue et/ou à la stabilité de l'écosystème restauré sont représentés ou, s'ils ne le sont pas, les groupes manquants ont la capacité à le coloniser naturellement,
- l'environnement physique de l'écosystème restauré est capable de maintenir des populations reproductrices d'espèces nécessaires à sa stabilité,
- l'écosystème restauré fonctionne en apparence normalement lors de sa phase écologique de développement et les signes de dysfonctionnement sont absents,
- l'écosystème restauré est intégré comme il convient dans une matrice écologique plus large ou un paysage, avec lequel il interagit par des flux et des échanges biotiques et abiotiques,
- les menaces potentielles du paysage alentour sur la santé et l'intégrité de l'écosystème restauré ont été éliminées ou réduites autant que possible,
- l'écosystème restauré est suffisamment résilient pour faire face à des événements normaux de stress périodiques de l'environnement local, ce qui sert à maintenir l'intégrité de l'écosystème,
- il se maintient lui-même au même degré que son écosystème de référence et a la capacité à persister indéfiniment sous les conditions environnementales existantes.

Bouni et al. (2012) ont effectué, dans un rapport pour l'ONEMA, un retour d'expérience de plusieurs projets de restauration en France pour identifier les facteurs de succès ou d'échec. A l'aide d'entretiens auprès des acteurs locaux, ils ont pu identifier différents facteurs clés comme l'intégration du projet dans l'histoire et du contexte territorial et la reconnaissance du porteur de projet, ainsi que l'intégration des parties prenantes pour trouver une entente entre les différents enjeux (économiques, sociaux et environnementaux). La méthode utilisée par cet auteur pourra servir de support dans l'exploitation des résultats.

Une bonne conduite de projet de restauration des cours d'eau n'est pas évidente à mettre en place car il existe de nombreux freins qui une fois identifiés, peuvent être levés. La volonté politique à l'échelle locale est identifiée comme un atout majeur. De plus, les actions de restauration sont effectuées généralement sur le territoire national où les acteurs peuvent se rencontrer facilement. Qu'en est-il pour un fleuve international comme le Rhin où la politique de l'eau n'est pas la même d'un pays à l'autre ?

3. Description du projet REX et de l'étude dans une approche pluridisciplinaire

Le nombre d'opérations de restauration des milieux aquatiques est en augmentation surtout avec la mise en œuvre de la directive-cadre européenne en 2000 (DCE). Les agences de l'eau et d'autres acteurs territoriaux proposent de nombreux financements pour mettre en place ce type d'action dont le but est d'atteindre le « bon état écologique » des masses d'eau.

Le Rhin supérieur est l'un des premiers tronçons de fleuve d'Europe à avoir été aménagé, et par compensation de son usage intensif, des dizaines de travaux de restauration ont été entrepris ces trente dernières années sur quasiment tout le cours du fleuve et ses bras annexes, tant sur la rive française qu'allemande (Schmitt et al. 2008). Malgré cela, il n'existe pas de vision globale, par exemple en termes d'objectifs, de moyens, de méthodes, de coûts et, surtout, d'efficacité et de durabilité.

Suite à ce constat, le projet REX (Retour d'EXpérience) mené dans une approche pluridisciplinaire (hydroécologique et hydrogéomorphologique, économique, sociale) vise à réaliser une synthèse sur les actions de restauration réalisées sur la bande rhénane entre Vosges et Forêt Boire (France et Allemagne). Il sera effectué au sein de l'ENGEES (Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement) dans l'UMR GESTE (Unité Mixte de Recherche sur la GESTion Territoriale de l'Eau et de l'Environnement). Le premier objectif est de synthétiser comment l'efficacité des actions engagées est évaluée, en analysant trois grands volets : (1) les compartiments hydromorphologiques, biologiques et leurs interactions, (2) les services écosystémiques et les bilans coût-bénéfices, (3), le rapport pression-restauration. Une fois ce travail effectué, il sera possible de faire émerger des règles de bonnes pratiques et initier la mise en réseau des différents acteurs impliqués, aussi bien allemands que français.

L'étude de ce stage porte sur la réalisation du second objectif du projet dont le but est de réaliser un retour d'expérience sur quelques projets emblématiques de la bande rhénane en matière de restauration des milieux alluviaux rhénans. Ces milieux sont majoritairement constitués de forêts alimentées par des bras secondaires lors d'inondations écologiques au moment des crues du Rhin et les battements de la nappe phréatique (Annexe 1). Ce patrimoine naturel possède des caractéristiques de forêts pionnières, composées d'essences de bois tendres, qui permettent de remplir des services écosystémiques favorables à l'Homme. A partir de l'analyse de la base de données établie dans le cadre du premier objectif, et d'enquêtes de terrains avec les acteurs du territoire, le mémoire devra pouvoir répondre aux questions suivantes : quel gain est attendu ou obtenu en termes de services écosystémiques à la suite de ces interventions sur le milieu ? Quelles méthodes pour évaluer/quantifier ce gain ? Quelle est la durabilité de ce gain ? Quelles ont été les difficultés rencontrées et les clés du succès ? Les différentes opérations de restauration étudiées apporteront des enseignements pour la conduite de futurs projets de restauration sur le Rhin Supérieur.

Ce mémoire est composé de quatre parties. La première présente la méthode pour réaliser un retour d'expérience et les moyens mis en œuvre pour y parvenir (recherche bibliographique et entretiens). La seconde partie aborde les impacts anthropiques dans le temps et les outils juridiques et réglementaires protégeant le fleuve. Les enjeux et les acteurs de la restauration seront aussi présentés. Le chapitre suivant exposera l'analyse de quatre cas qui sont les opérations de restauration sur le delta de la Sauer, la forêt d'Offendorf, l'île de Rhinau et l'Eiswasser. La dernière partie analysera les différentes visions de la restauration, les freins et les leviers identifiés au cours des différentes opérations et une comparaison de conduite de projet sur quinze ans d'évolution (entre 2000 et 2015).

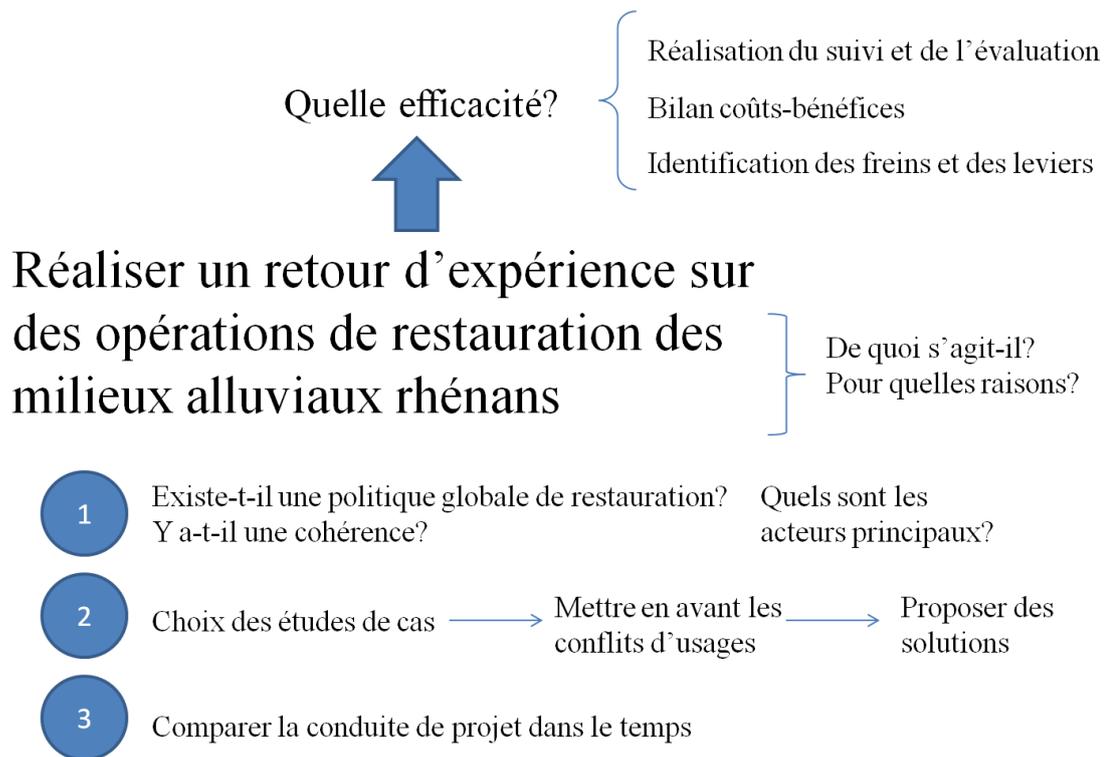


Figure 1 : Démarche de l'étude (Source : Petit C.)

Tableau 2 : Points abordés lors des entretiens (Source : Petit C.)

- Contextualisation visant à comprendre l'origine du projet, la légitimité et les ressources d'action de l'initiateur et du porteur et à identifier les principales parties prenantes approchées ;
- Nature des arguments et références mobilisées pour convaincre et négocier avec les autres parties prenantes ;
- Place du projet dans l'histoire longue du territoire avec la mise en forme de chronogramme ;
- Conduite du projet, les difficultés rencontrées au cours de celui-ci et les interventions (acquisition foncière, conventionnement, génie civil, ingénierie écologique...) prévues et/ou réalisées ;
- Maîtrise d'ouvrage et d'œuvre, financeurs et leurs exigences / attentes ;
- Animation locale, communication, concertation... ;
- Suivi et évaluation, pérennité et dynamique.

METHODOLOGIE : LE RETOUR D'EXPERIENCE

Le retour d'expérience est une démarche permettant de tirer les enseignements positifs et négatifs de projets en cours ou terminés. Les moyens utilisés sont la réalisation d'entretiens et une recherche documentaire. Les entretiens seront appuyés par un guide d'entretien (Tableau 2) et la recherche bibliographique sera effectuée dans les archives de journaux locaux, d'Europresse et des archives de l'Agence de l'Eau Rhin Meuse.

1. Formulation des hypothèses de travail

Pour mener cette étude, les deux premiers mois ont été consacrés à la recherche bibliographique sur l'ingénierie écologique, l'histoire du Rhin, les politiques environnementales pour préserver les milieux alluviaux rhénans et des parties prenantes principales. L'objectif est de comprendre l'efficacité et la durabilité des actions réalisées jusqu'à présent (Figure 1). Il s'agit donc d'identifier les démarches de suivis et d'évaluation afin de définir les freins et les atouts des opérations de restauration sur la bande rhénane. L'Observatoire du Rhin a permis d'identifier les grands acteurs. Ces derniers ont été interrogés au cours de la première série d'entretien (numéro 1 sur la Figure 1) pour comprendre les grands enjeux de la restauration sur le Rhin. Dans la seconde série d'entretien, des entretiens ont été réalisés auprès des porteurs de projets des études de cas sélectionnées. A la suite des deux séries d'entretiens, de nouvelles questions sont apparues en matière de conflits d'usages. La troisième étape a concerné l'évolution de la conduite de projet puis les années 2000 et aujourd'hui (numéro 3 de la Figure 1).

2. Acquisition de données qualitatives

L'acquisition des données a été réalisée par deux moyens : la réalisation d'enquêtes de terrain et un appui par les archives dans la presse local. La première partie du stage a été dédiée à une recherche bibliographique approfondie (Annexe 2).

2.1. Recherche dans les archives

A l'échelle nationale, l'utilisation d'Europresse (moteur de recherche de la presse nationale et européenne) a permis de déceler dans les archives des articles au sujet de Kembs, Rohrschollen et Erstein. Les informations sur les cas régionaux ont été recherchées dans les archives du DNA (journal local « Dernières Nouvelles d'Alsace »). Les articles collectés sont venus appuyer et confirmer les propos des acteurs. Enfin, plus spécifique à la conduite de projet, une journée dans les archives à l'Agence de l'eau a été nécessaire pour appréhender l'envergure des dossiers administratifs de chaque opération et repérer des conflits entre parties prenantes. Il s'agit principalement de dossiers décrivant les principales opérations sur la bande rhénane en lien avec le LIFE « Rhin Vivant ».

2.2. Etude de terrain (visites de terrain et entretiens)

2.2.1. Visites de terrain

Des journées de visites ont été organisées pour comprendre les enjeux de la restauration sur la bande rhénane, se rendre compte de la richesse du milieu et voir concrètement les opérations qui ont été réalisées jusqu'à présent. Quatre visites ont été effectuées :

Tableau 3 : Liste des personnes rencontrées (Source : Petit C.)

15 ENTRETIENS			
Structure	Personne rencontrée	Fonction	Date
Région Alsace	C. Blum	Chargé de mission	23/05/16
Association Saumon Rhin	F. Schaeffer	Technicien	31/05/16
VNF	M. Lebeau	Chargé de mission	1/06/16
DREAL	B. Rehm	Chargé de mission	2/06/16
Conservatoire de Sites Alsaciens	J-P. Irlinger	Conservateur	7/06/16
Agence de l'eau RM	P. Goetghebeur	Directeur	8/06/16
Université de Strasbourg	M. Trémolières	Pharmacienne-Ecologue-Enseignante	30/06/16
Fédération de pêche 67	R. Erb S. Nicola	Président Technicien	05/07/16
Chambre d'agriculture	P. Osswald	Conseiller	05/07/16
DREAL	F. Erb Marchal	Chargée de mission	07/07/16
ONCFS	E. Hornier	Garde-chasse	08/07/16
Association de pêche de Seltz	G. Hoffeman	Président	21/07/16
Mairie d'Offendorf	D. Hommel	Maire	22/07/16
Mairie de Rhinau	D. Meyer	Ex maire	18/08/16
Communauté de communes de Markolsheim	C. Spitz	Chargée de mission	6/09/16

VISITES DE TERRAIN				
CSA	R. Peter	Gestionnaire réserve naturelle de Rhinau	Ile de Rhinau Polder d'Erstein	27/05/16
Université de Strasbourg	L.Schmitt	Scientifique en hydrogéomorphologie	Ile du Rohrschollen Ils du Rhin (Kembs)	3/06/16
Association de pêche de Seltz	G. Hoffeman	Président	Delta de la Sauer	21/07/16

- Sur l'île de Rhinau, le gestionnaire de la réserve naturelle, Richard Peter, nous a accueillis pour nous faire découvrir le patrimoine naturel de l'île. Ce jour-là, le Rhin était en crue et une partie du site était submergée ;
- Le Polder d'Erstein a été présenté par Richard Peter, le polder n'était pas en eau malgré des conditions optimales ;
- Rohrschollen et Kembs ont été présentés par Laurent Schmitt, hydrogéomorphologue travaillant sur le Rhin. Le jour de la visite, l'île du Rohrschollen était submergée ;
- Delta de la Sauer dont la visite a été réalisée par Monsieur Hoffman, président de l'association de pêche de Seltz. Ce site est, avec l'île de Rhinau, l'un des derniers endroits où les forêts alluviales sont préservées.

2.2.2. Réaliser des entretiens semi-directifs

2.2.2.1. Choix des acteurs

Le choix des personnes rencontrées a été effectué dans un premier temps grâce à l'analyse de l'Observatoire du Rhin (Tableau 3 en blanc). Puis, lors du retour d'expérience (seconde série d'entretien en gris du Tableau 3), les personnes choisies sont les porteurs de projets. Lors de l'inauguration de la passe à poisson de Strasbourg¹⁰, des contacts ont été établis avec des acteurs importants comme EDF, l'association Saumon-Rhin et la DREAL. S'agissant d'opérations datant de 15 à 20 ans, l'une des difficultés a été de retrouver les personnes en postes à cette époque : celles-ci ont pu entre-temps, changer de poste, être parties à la retraite ou encore être décédées. Parfois, bien que les acteurs aient été relancés, il n'y avait pas de retour. Ce travail de prise de contact demande beaucoup de persévérance.

2.2.2.2. Choix des projets étudiés

Dans le cadre du projet REX, plusieurs opérations, déjà réalisées, ont été sélectionnées pour comprendre les enjeux et les difficultés de la conduite de projet. Les projets choisis sont les suivants : Le Delta de la Sauer, la forêt d'Offendorf, l'île de Rhinau et l'Eiswasser à Kunheim. Ces cas ont été sélectionnés selon la disponibilité des acteurs et la taille des projets ; les opérations devaient être « à taille humaine » et peuvent potentiellement servir de références pour de futurs projets de même envergure. Une évolution des ambitions des projets de restauration a été soulignée par l'Agence de l'eau. En effet, les premiers projets bénéficiaient de faibles financements sur des linéaires inférieurs à un kilomètre. Aujourd'hui, ces financements sont de l'ordre du million d'euros sur plusieurs kilomètres.

Dans le cadre de ce retour d'expérience, les projets choisis ont tous le même objectif : la redynamisation des giessen pour retrouver une fonctionnalité écologique adaptée à la forêt rhénane en rétablissant des milieux diversifiés et en les reconnectant au fleuve. En annexe 4, les opérations étudiées sont localisées sur la carte « Inventaire des opérations de restauration des anciens bras du Rhin » DREAL-ENSAIA 1995.

2.2.2.3. Prise de contact

Avant l'entretien, un premier contact est pris par mail pour présenter le projet, le choix de la personne et l'intérêt de son intervention dans le projet. Lorsque le rendez-vous est fixé (date, durée, lieux), un second message est envoyé pour présenter les grandes idées à développer. Un guide d'entretien a été préparé pour suivre le fil conducteur lors de l'entretien. Il s'agit de questions ouvertes qui visent à identifier la vision des différents acteurs de la restauration écologique sur le Rhin.

¹⁰ <http://alsace.edf.com/investir/nouvelle-passe-a-poissons-rhin-a-strasbourg/>

2.2.2.4. Mener un entretien

L'entretien débute par une introduction pour se présenter à nouveau, expliquer le contexte et les objectifs du projet. Le guide d'entretien permet, en cas d'interruption de la conversation, de la relancer en posant une nouvelle question et de traiter tous les sujets prévus. Chaque question ou thématique correspond à un objectif de compréhension ou de connaissance précis.

Au cours de l'entretien, la collecte des données qualitatives ont été recueillie via la prise de note. Celle-ci a été choisie pour des raisons de praticité. Ce mode de réception est possible car deux personnes animent l'entretien. A la fin de l'enquête, les personnes sont sollicitées à nouveau pour savoir si elles connaissent d'autres contacts pertinents ayant travaillé sur les différents programmes de restauration du Rhin. Un compte rendu est rédigé après chaque entretien pour conserver une trace. Celui doit être le plus précis possible, ponctué, si possible, de citations.

Une attitude d'écoute et de bienveillance est indispensable pour mettre, si nécessaire, l'interlocuteur en confiance. Réaliser l'entretien à deux permet d'alterner la formulation des relances. Plusieurs types de relances sont utilisés : les interventions complémentaires, les déductions partielles, les interventions interprétatives, les reformulations des questions, les relances d'encouragement, les relances d'introduction. L'idéal, au cours de l'entretien, est de disposer d'un support comme une carte ou un article scientifique que l'interlocuteur peut utiliser pour illustrer ses propos.

Les entretiens auraient pu être plus approfondis en analysant la structure du discours ou le langage corporel. Mais cela nécessite des compétences en sociologie plus importantes.

2.3. Exploitation des données et des archives

L'analyse des données a été effectuée suite à la rédaction de comptes rendu rédigés systématiquement après l'entretien. A la fin de chaque partie (analyse des politiques puis retours d'expérience sur les études de cas), un document de synthèse est réalisé pour faire le bilan des dires d'acteurs, ordonner les idées et souligner les difficultés. Ces deux documents sont illustrés et appuyés par les articles de presse retrouvés dans les archives d'Europresse, DNA ou à l'Agence de l'eau Rhin Meuse.

Au cours du stage, 15 entretiens ont été réalisés dont les propos des acteurs ont été appuyés par des articles de presse. Dans la poursuite de cette étude, des entretiens pourraient être menés auprès d'homologues allemands pour comprendre la vision de la restauration sur l'autre rive du fleuve.



Figure 3 : Cours et bassin du Rhin (Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Rhin#/media/File:Rheinsystem_small_francais.jpg)



Figure 2 : Le tableau de Peter Birman (vers 1820) présente une vision du Rhin en aval de Bâle (Source : <http://www.refletsdeaudouce.fr/rhin-du-fleuve-sauvage-aux-passes-poissons/>)

CONTEXTE GENERAL SUR LE RHIN SUPERIEUR

L'histoire du Rhin est fortement liée à l'Homme. Les aménagements sur le fleuve ont engendré des conséquences d'ordre écologique et hydrogéomorphologique. Une organisation internationale rassemblant tous les pays limitrophes au fleuve a mis en place des politiques environnementales et fixé des objectifs pour rétablir la continuité piscicole, prévoir des espaces pour écrêter les inondations et redynamiser les forêts alluviales rhénanes. Les acteurs principaux ont été identifiés grâce à l'analyse de l'Observatoire du Rhin.

1. Cas du Rhin Supérieur : historique de l'aménagement du Rhin supérieur

Le Rhin Supérieur est un tronçon qui a été fortement modifié par la main de l'Homme pour améliorer ses conditions de vie. Cependant, les travaux réalisés ont engendré d'autres problèmes environnementaux comme l'assèchement des bras secondaires appelés giessen.

1.1. Géographie du Rhin

Le Rhin est le second fleuve d'Europe derrière le Danube avec ses 1 233 km. Il traverse l'Europe rhénane, la région la plus dynamique d'Europe et l'une des plus dynamiques du monde d'un point de vue économique. Il prend sa source dans les Alpes suisses. Son lit traverse ou longe six pays : la Suisse, le Liechtenstein, l'Autriche, l'Allemagne, la France et les Pays-Bas.

Il est découpé en plusieurs tronçons (Figure 2) :

- le Rhin alpin en Suisse qui se jette dans le Lac de Constance après s'être écoulé le long d'une vallée glaciaire ;
- le Haut Rhin qui délimite sur la quasi-totalité de son cours la frontière entre l'Allemagne et la Suisse ;
- le Rhin supérieur qui coule entre Bâle (Suisse) et la région de Mayence (Allemagne). Il s'étend sur 350 km. Il s'agit du tronçon où portera l'étude ;
- le Rhin moyen s'écoule entièrement en Allemagne jusqu'à Cologne. Ce tronçon est classé patrimoine mondial de l'UNESCO ;
- le Rhin inférieur, dernier tronçon dans la plaine de l'Europe du Nord et s'écoule au sein de larges méandres ;
- le delta du Rhin en Hollande est la dernière partie où l'embouchure se jette dans la mer à Rotterdam.

1.2. Présentation générale de l'histoire des aménagements du Rhin Supérieur

Jusqu'au XIXème siècle, le Rhin était un fleuve « libre et sauvage » de plus de 7 km de large par endroit composé des nombreux méandres (Annexe 3), d'anastomoses (îlots présents dans le lit majeur), de tresses (îlots dans le lit mineur), de bras secondaires et de faux bras (Tricart et Bravard 1991). La dynamique fluviale permettait la préservation d'une grande richesse de biodiversité aussi bien en termes d'habitat que d'espèces présentes comme le montre la peinture ci-contre (Figure 3). Il était considéré comme le fleuve le plus « poissonneux » d'Europe jusqu'au milieu de XXème siècle (Piquette 2014).

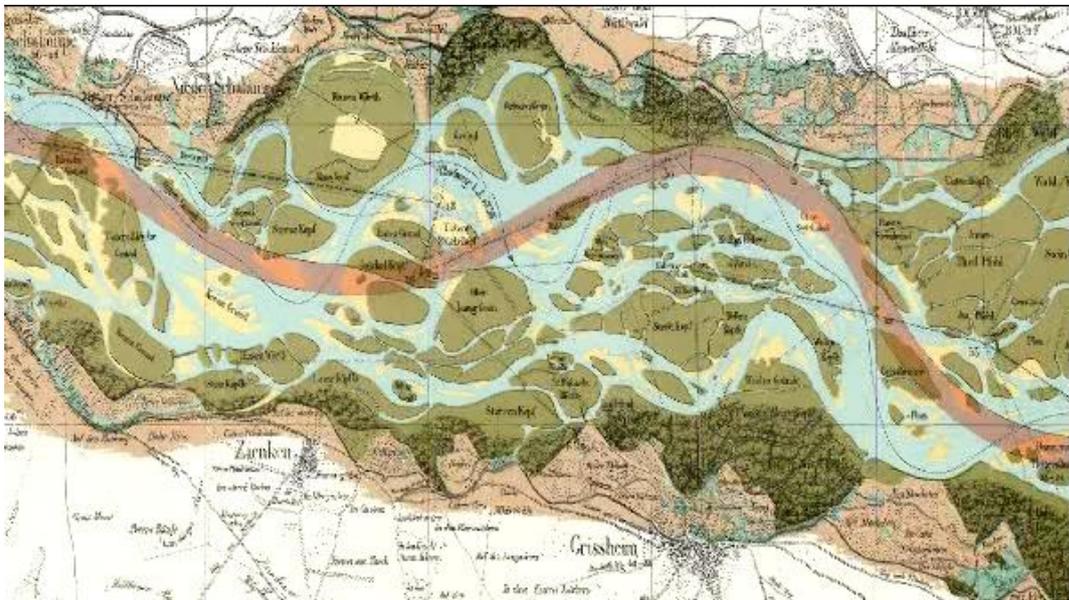


Figure 4 : Rectification du Rhin par Tulla (Source :

<http://www.encyclopedie.bsditions.fr/article.php?pArticleId=11&pChapitreId=36142&pSousChapitreId=36147&pArticleLib=L%27am%E9nagement+du+cours+sup%E9rieur+du+Rhin+%5BLe+Rhin-%3EHistoire+du+fleuve%5D>)

REGULARISATION DU RHIN

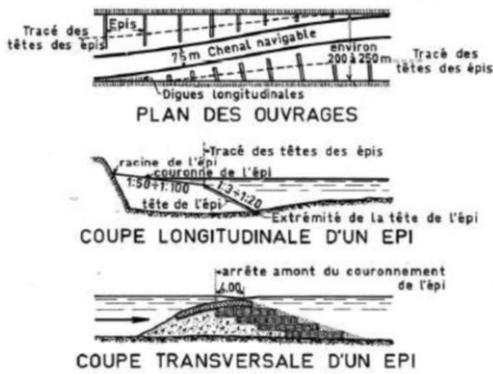


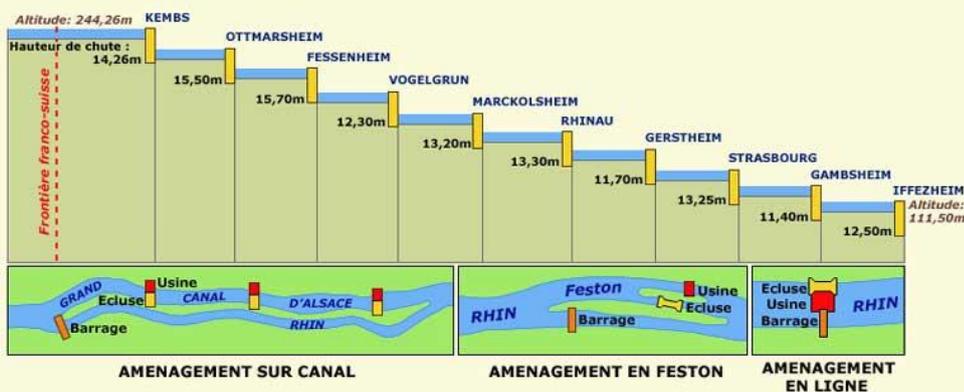
Figure 6 : Travaux de régularisation du Rhin (Source : Guilleme et alii., (2009, 62) d'après DESCOMBES, R « L'aménagement du Rhin à Val de Strasbourg », LTP, p.15.)



Figure 5 : Grand Canal d'Alsace (à gauche), ses barrages et le Vieux Rhin et ses épis (Source : http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Canalisation_du_Rhin)

L'AMENAGEMENT HYDROELECTRIQUE DU RHIN

Profil des ouvrages



La France réalise le GRAND CANAL D'ALSACE entre 1928 et 1959, avec un barrage à Kembs, 4 centrales et 4 écluses. A l'aval de Vogelgrun, le canal fait place à 4 aménagements dits "en feston" jusqu'à Strasbourg. Au-delà, le lit du Rhin est entièrement canalisé. Les deux derniers aménagements sont franco-allemands et leurs ouvrages sont alignés en travers du fleuve.

Figure 7 : Profil des ouvrages (Source : <http://www.encyclopedie.bsditions.fr/article.php?pArticleId=11&pChapitreId=36142&pSousChapitreId=36147&pArticleLib=L%27am%E9nagement+du+cours+sup%E9rieur+du+Rhin+%5BLe+Rhin-%3EHistoire+du+fleuve%5D>)

Cependant, pour les riverains, l'activité du Rhin posait de nombreux problèmes au quotidien. Les crues importantes détruisaient les cultures jusqu'à raser des villages entiers. Les nombreux marais favorables à la prolifération des moustiques étaient source de maladies comme le paludisme. La navigation n'y était pas facile suite à un lit changeant et hétérogène. D'un point de vue national, le fleuve servait à l'époque de frontière naturelle trop instable (Tricart et Bravard 1991). Après de nombreuses réflexions pour répondre à ces problèmes, le projet de Tulla fut choisi, adopté et conduit entre 1842 et 1876 entre Strasbourg et Bâle (Uehlinger et al. 2009).

L'objectif était de rassembler tous les bras du Rhin dont le tracé est représenté en rouge (Figure 4) sur la carte ci-contre. Le fleuve fut alors « rectifié ». Il a fallu endiguer le fleuve via la création d'un chenal unique par l'intermédiaire de digues basses «de surverse» (digue des basses eaux) et l'endiguement du lit majeur (digue des hautes eaux). Les objectifs de protection de la population contre les inondations sanitaires, et la politique de la frontière furent atteints. Des révoltes se déclenchèrent car certains avaient peur de perdre leur lieu de pêche ou de passer de l'autre côté de la frontière. Ce projet permit aussi la libération de terres favorables à l'exploitation du bois et à l'agriculture. Suite à ces travaux, le lit du Rhin perdit 32 km. Cet aménagement engendra des courants trop rapides qui provoquèrent une incision du lit trop rapide (jusqu'à 10 cm par an) et l'apparition de fonds irréguliers ce que rendit la navigation rapidement impossible (Tricart et Bravard 1991).

Entre 1872 à 1925 des travaux de régulation ont permis de retrouver des conditions de navigation acceptables. Un chenal sinusoïdal de basses eaux, de 75-90 m de largeur, qui assure un tirant d'eau de 1,70 m, fut réalisé par la mise en place d'un système d'épis (Figures 5 et 6) en position alternée qui assure l'auto-curage des hauts fonds et entretient un chenal régulier. Les résultats furent positifs pour la navigation sans provoquer d'impacts majeurs sur les écosystèmes du lit majeur du Rhin (Tricart et Bravard 1991).

Le dernier projet d'aménagement important vit le jour en 1928 puis, après la guerre, entre 1945 à 1959. Il s'agit du Grand Canal d'Alsace qui a facilité l'implantation de centrales hydroélectriques et la navigation (Uehlinger et al. 2009). Dix ouvrages hydroélectriques ont eu pour conséquence la disparition des espèces migratrices comme le saumon et de favoriser le déficit sédimentaire du Rhin. Le fleuve était alors qualifié de « canalisé » (Tricart et Bravard 1991). Ces centrales sont tantôt installées « en feston » tantôt en ligne (Figure 7).

D'un point de vue hydrologique, ces travaux ont engendré la création de nouveaux problèmes. L'abaissement de la nappe, dû à une incision trop importante du lit et qui se traduit par la mort de la forêt alluviale rhénane, entraîna l'assèchement des zones humides, la déconnexion des bras secondaires (giessen) et avec, la perte de la biodiversité, la disparition du tressage et des anastomoses, la diminution du battement et l'abaissement de la nappe qui est indispensable pour le maintien des forêts alluviales rhénane, la suppression des zones inondables. En période de crues, l'onde a été accélérée à l'aval (Schmitt et al. 2008). Ces conséquences ont provoqué un dysfonctionnement écologique de la forêt alluviale rhénane ce qui eut des répercussions sur les activités économiques de la région. Sur les 20 000 ha qui existaient au début du 20^{ème} siècle, seulement 6 000 à 10 000 ha de forêt rhénane subsistent aujourd'hui. De plus, l'assèchement des sols déjà pauvres conduit à une baisse de l'exploitation agricole poussant alors les paysans à l'exode rural (Piquette 2014). Les pêcheurs qui vivaient de la pêche ont vu le nombre de saumons se réduire drastiquement à cause des ouvrages hydroélectriques empêchant la remontée des saumons (Schaeffer 2016)¹¹.

¹¹ Monsieur Schaeffer est technicien à l'Association Saumon-Rhin.

Tableau 4 : Etat de référence, état initial et état objectif de 3 réserves naturelles : la forêt d'Offendorf (O), la forêt d'Erstein (E) et l'île de Rhinau (IR) (d'après Didier Carbiener 2003)

	Etat de référence	Etat actuel (2003)	Etat objectif 1 (projet polder)	Etat objectif 2 (projet gestionnaire)
Durée des inondations	Environ 15j/an	0 j/an (O, E) 2 j/an (E)	9 j/an du 1 ^{er} juin au 31 juillet (E)	15 j/an (O, E, IR) tout au long de l'année
Débit des inondations	Lames d'eau de plusieurs centaines de m ³ /s à partir d'un débit du Rhin supérieur à 2 000m ³ /s	0 m ³ /s (E, O) Lames d'eau de plusieurs centaines de m ³ /s à partir d'un débit du Rhin supérieur à 2 700m ³ /s	15 m ³ /s à partir du débit du Rhin de 2 000m ³ /s (E) (O : Non déterminé)	Lames d'eau de plusieurs centaines de m ³ /s à partir d'un débit du Rhin supérieur à 2 000m ³ /s (IR)
Battements de nappe	2-3m	0,5 m (E), 0,7 m (O), 1,5 m (IR)		Supérieur à 2 m
Connexion du réseau hydrographique péri-fluvial avec le Rhin	180 j/an (E) Permanente (O, IR)	Absente (E) Limitée (O) Permanente (IR)	60 j/an (E)	
Débit du réseau hydrographique péri-fluvial	5-15 m ³ /s (E) 10-50 m ³ /s (IR) (O : Non défini)	0.5 m ³ /s (E) 1.2-50 (IR)	2-15 m ³ /s (E)	5-15 m ³ /s (E) 5-50 m ³ /s
Peuplement pionniers de saules-peupliers	Renouvellement dans le lit rectifié et le long des bras actifs	Impossibilité de renouvellement	Redynamiser le cours du Vieux Rhin et les anciens bras pour permettre la sauvegarde des peuplements pionniers Restauration des inondations et des battements de nappes	
Peuplement à bois dur	Non perturbé et en voie d'extension	Privé d'inondation et de battement de nappe	Restauration des inondations et des battements de nappe	

Pourquoi fait-on de la restauration écologique sur le Rhin?

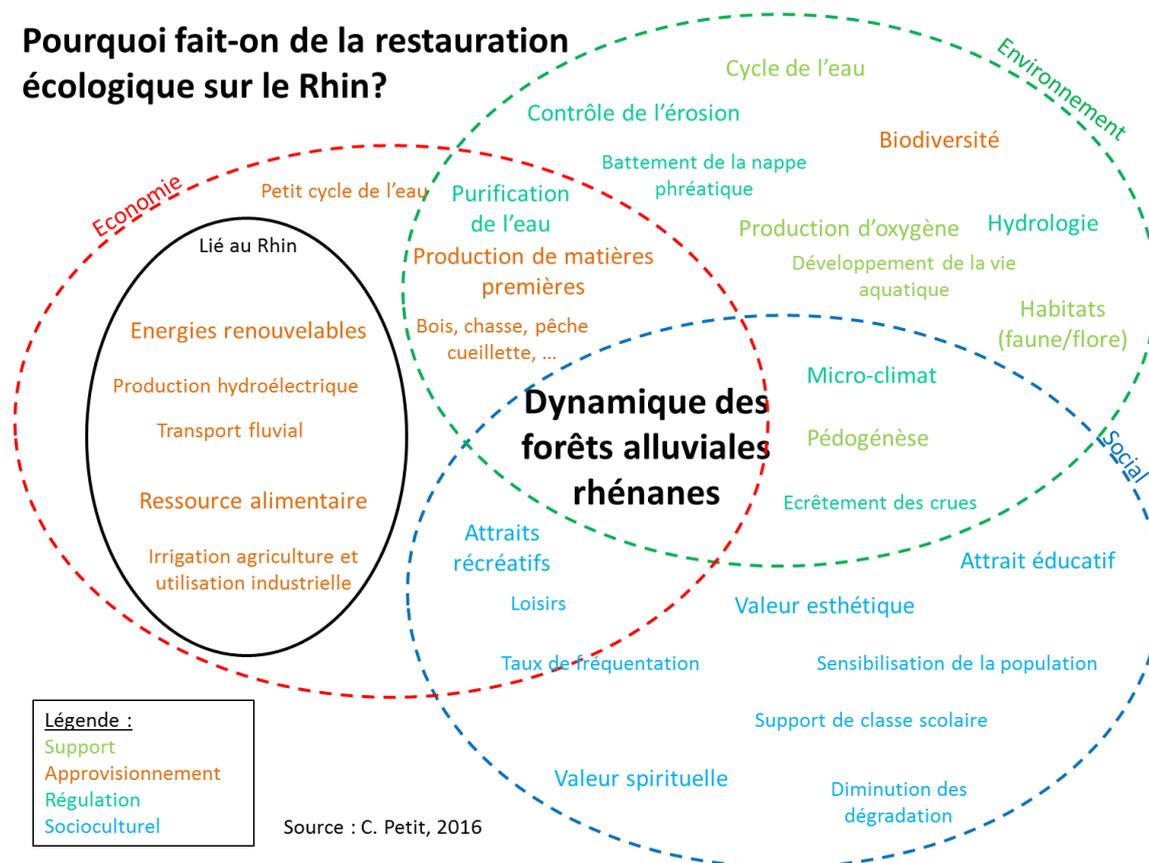


Figure 8 : Services écosystémiques rendus par le Rhin et ses annexes hydrauliques

La relance de l'économie sur les rives du fleuve après la seconde guerre mondiale a favorisé l'apparition d'un nouveau problème : la dégradation de la qualité de l'eau. En effet, les industries n'hésitaient pas à rejeter directement leurs déchets dans le Rhin. « Ça coutait moins cher de rejeter la pollution dans les cours d'eau plutôt que de les traiter » (Schaeffer 2016). Ces pollutions avaient plusieurs origines : les rejets industriels et domestiques des eaux usées et les chlorures liés aux mines de potasse d'Alsace. Elles rendaient de plus en plus difficile l'approvisionnement en eau potable indispensable aux Pays Bas (Piquette 2014). Il était qualifié de « fleuve égout ». En Novembre 1986, lors de l'incendie d'un entrepôt de Sandoz, des milliers de litres d'eau contaminée furent déversés dans le fleuve ce qui entraîna une mortalité de l'anguille visible sur 400 km et les eaux du Rhin devinrent rouge (Piquette 2014). Cet incident tragique, surnommé le « Tchernobâle » du Rhin éveilla la conscience écologique des pays limitrophes (Schaeffer 2016). Cette conscience s'est traduite par l'apparition de politiques environnementales.

2. Politiques sur le Rhin Supérieur : objectifs de la restauration et applications

Cette partie aborde les actions qui découlent des différentes politiques et programmes de financements sur le Rhin telles que la mise en place de passes à poisson sur les barrages, les polders pour écrêter les crues et la reconnexion de giessen ou renaturation pour la restauration des milieux alluviaux annexes. Ce dernier peut être réalisé de façon volontaire grâce à des financements européens ou imposé comme par exemple lors du renouvellement de concessions EDF et des travaux de renaturation de Kembs.

2.1. Intérêts de la restauration écologique sur le Rhin supérieur

Le Rhin de Tulla a engendré une incision importante du lit, provoquant ainsi l'enfoncement de la nappe et déconnectant au passage tous les bras secondaires et asséchant les zones humides qui servaient à écrêter les crues (Schmitt 2016). Restaurer les milieux en prenant comme état de référence le Rhin sauvage n'est plus envisageable (Rehm 2016)¹². Cependant, les porteurs de projets souhaitent revenir à un état dont le fonctionnement des milieux est le plus naturel possible.

Les premiers projets ont eu lieu dans la forêt de la Roberstau sous l'impulsion de Roland Carbiener¹³ (Lebeau 2016)¹⁴. Ce scientifique de la restauration (Carbinier 1983) avait compris les enjeux de la préservation de forêts alluviales rhénanes (Figure 8) qui est un milieu à l'interface entre l'eau et la terre. A l'aide d'une équipe de scientifiques, ils ont défini l'état de référence pour trois sites (Tableau 4). Le succès des opérations est donc l'atteinte des paramètres¹⁵ qui indiquent le bon fonctionnement du milieu.

L'Allemagne a fait pression sur la France dans le cadre du programme « Rhin 2020 » pour mettre en place des polders (Erstein et la Molder) sur les rives françaises pour lutter contre les inondations. Le polder d'Erstein est submergé chaque année alors que celui de la Molder n'a servi que deux fois depuis 2004. Les raisons de cette non-utilisation n'ont pas été évoquées.

¹² Lors de l'inauguration de la passe à poisson, nous avons pu rencontrer Bernard Rehm, chargé de mission à la DREAL ayant travaillé sur le programme LIFE « Rhin Vivant »

¹³ Ancien professeur de botanique et d'écologie à l'Université de Strasbourg, il a aussi été le Président d'Alsace Nature. Il a été un lanceur d'alerte en faveur de la préservation des forêts alluviales.

¹⁴ Marc Lebeau a été le responsable et représentant de VNF, désigné comme maître d'œuvre

¹⁵ Plusieurs critères ont été identifiés, dans « Les forêts riveraines des cours d'eau: écologie, fonctions et gestion » co-écrit par Hervé Piégay, Guy Pautou et Charles Ruffinoni en 2003. L'ouvrage résume les différents états du Rhin et pourrait servir d'indicateurs pour la restauration (Tableau 4).

Puis, la Directive cadre sur l'eau a imposé aux pays d'Europe le « bon état » général des masses d'eau. La restauration est alors devenue un levier indispensable pour atteindre à cet objectif. Les financeurs ont donc accompagné les porteurs de projets pour réaliser des projets de plus en plus ambitieux. Des programmes européens LIFE ont même été lancés où l'Europe a financé 50% du projet. L'un a été soutenu par la région Alsace intitulé « Rhin Vivant » entre 2002 et 2007. L'autre a été porté par l'Eurométropole de Strasbourg « Ile du Rohrschollen »¹⁶ entre 2010 et 2015.

Les usages humains nécessitant les milieux aquatiques sont nombreux. Ces usages peuvent se répartir entre l'alimentation en eau potable, l'approvisionnement en eau des industries et l'agriculture, la pêche, la production d'hydroélectricité, la navigation et des usages récréatifs tels que la baignade souvent liés à la qualité paysagère de ces milieux. Ces usages sont le plus souvent étroitement dépendants des fonctions que l'écosystème fournit de façon quasiment gratuite : auto-épuration des eaux de surface, recharge des aquifères en eau de bonne qualité, pondération des extrêmes hydrologiques, transport solide et maintien de la qualité du substrat et des habitats, pérennisation des écosystèmes et de paysages originaux, etc (ASTEE 2013).

La valeur de ces services écosystémiques entre 19 et 64 milliards d'euros par an et le ministère de l'écologie¹⁷ (2010) ajoute que les services rendus uniquement par les zones humides sur 20 00 ha sont évalués entre 18,1 et 62,6 millions d'euros par an mais les deux tiers de ces écosystèmes (aquatiques ou non) sont déjà considérés comme « dégradés » suite aux impacts anthropiques liés à une gestion non durable (Dutoit 2014).

En quoi ces services écosystémiques sont-ils nécessaires à l'Homme ?

D'après l'évaluation des écosystèmes pour le millénaire¹⁸ de 2005, les services écosystémiques remplissent quatre types de fonctions : la fonction support qui rassemble le service d'approvisionnement permettant à l'Homme l'accès aux matières premières, comme la nourriture, le service de régulation avec par exemple la purification de l'eau et, le service culturel qui permet d'assurer nos besoins récréatifs ou spirituels. Ces services assurent la sécurité de notre société (Prévot et Geijzenorffer 2016). Cependant, si ces services ne prennent pas en compte l'ensemble et la complexité des systèmes biologiques, alors il peut y avoir parfois des relations antagonistes. Par exemple, l'utilisation d'engrais pour augmenter la productivité agricole aura des effets négatifs sur la qualité de l'eau. Elle met aussi en évidence le manque de connaissance scientifique sur les effets de l'utilisation « intensif » d'un service écosystémique (Prévot et Geijzenorffer 2016).

Plusieurs études ont démontré que les humains ne perçoivent pas les services écosystémiques de la même façon (Prévot et Geijzenorffer 2016). En effet, cette perception peut dépendre du niveau d'éducation, du genre et de la connexion avec la nature. Tous ces facteurs vont jouer sur l'identité individuelle et le besoin d'affiliation à la nature. Aujourd'hui, suite à la virtualisation du monde, les humains perdent du lien avec la nature. Or ce lien entre biodiversité et bien-être humain est profondément positif. Afin de lutter contre cette déconnexion avec la nature, les hommes devraient recevoir une éducation environnementale afin de se rendre compte des enjeux de la biodiversité en faveur du bien-être humain. « Tenir compte de la biodiversité dans nos actions quotidiennes pourrait être un levier pour plus de liberté, plus de bien-être, voir une meilleure cohésion sociale. » (Prévot et Geijzenorffer 2016).

¹⁶

http://ec.europa.eu/environment/life/project/Projects/index.cfm?fuseaction=home.showFile&rep=file&fil=LIFE08_NAT_F_000471_LAYMAN_FR.pdf

¹⁷ <http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/ED23c-2.pdf>

¹⁸ <http://www.millenniumassessment.org/fr/About.html>

Tableau 5 : Présentation des objectifs de la CIPR (Source : <http://www.iksr.org/fr/cooperation-internationale/rhin-2020/objectifs/index.html>)

Domaines	Objectifs
Restauration de l'écosystème Rhin	Rétablir l'ancien entrelacement de biotopes caractéristiques du milieu rhéan (réseau de biotopes) et la continuité écologique du Rhin depuis le lac de Constance jusqu'à la mer du Nord ainsi que des affluents figurant dans le programme sur les poissons migrateurs
Prévention des inondations et de la protection contre leurs effets dommageables	Réduire les risques de dommages dus aux inondations de 25 pour cent d'ici 2020 dans la plaine rhénane (année de référence : 1995)
	Réduire jusqu'à 70 cm les niveaux de crue extrêmes en aval du tronçon régulé du Rhin supérieur (à partir de Baden-Baden) (année de référence : 1995).
Qualité des eaux	Produire de l'eau potable avec des moyens de traitement simples ou proches du naturel
	Pas d'effets négatifs des substances contenues dans l'eau du Rhin, ni individuellement ni dans leur action combinée, sur les communautés végétales, animales et sur les microorganismes
	Possibilité de consommer sans restriction des poissons, coquillages et crustacés du Rhin
	Pouvoir se baigner sans danger aux endroits appropriés dans le Rhin
	Pouvoir déverser ou épandre des matériaux de dragage sans impact négatif sur l'environnement
Protection des eaux souterraines	Rétablir une bonne qualité de la nappe souterraine
	Assurer l'équilibre entre les prélèvements et la recharge de la nappe souterraine

Quant aux bénéfices des milieux aquatiques pour la société, ils peuvent être d'ordre écologiques, économiques ou encore sociaux. L'étude « Traquer le regard » (Cottet et al. 2014) a permis de mettre en évidence quelques-uns de ces bénéfices de la restauration écologique en milieu urbain et de comprendre la vision de la Nature par la société civile. Celle-ci se contente d'une nature qualifiée « d'écran » pour être satisfaite. Cependant les spécialistes sont conscients que la nature suit des dynamiques et a besoin de diversité pour réaliser ses fonctions et donc pour pouvoir nous fournir ces services écosystémiques. Afin de valoriser la restauration écologique auprès des citoyens, les auteurs de cette étude préconisent une éducation environnementale ouverte à tous car « à l'heure où le politique prend conscience de l'existence des services écosystémiques, il s'agit de transférer cette réflexion à l'échelle des citoyens » (Cottet et al. 2014).

La finalité de ces actions de restauration pour créer des réservoirs de biodiversité et retrouver la continuité écologique est-elle d'arriver à un mode de gestion préservant des rivières « sauvages » sans aménagement d'origine humaine ? (Germaine et Barraud 2013) Ce mode de gestion imposerait alors une mise sous cloche de la nature. Ou alors, veut-on aller vers le maintien des aménagements souvent historiques (patrimonialisation) sur la rivière qui met en avant le patrimoine culturel en essayant de concilier enjeux environnementaux et attentes locales ? Cependant, il faut prendre en compte les autres usages sociétaux et récréatifs. En effet, ces usages moins profitables économiquement peuvent être à l'origine d'une prise de conscience environnementale (Morandi et Piegay 2011). Il est donc intéressant de valoriser ces usages non marchands.

Quel type de rivière veut-on : rivière « sauvage » et/ou rivière aménagée ? L'objectif serait d'aller vers une rivière partagée (Germaine et Barraud 2013). Au-delà des conflits socioéconomiques, il existe aussi des tensions entre collectivités territoriales et l'Etat. Ce dernier souhaite laisser gérer la compétence de la gestion de l'eau aux collectivités alors que, par ailleurs, l'Etat impose de lourdes démarches administratives vis-à-vis des initiatives locales. Mais la réussite des projets dépend de la motivation du groupe d'acteurs ayant la volonté de développer et de valoriser son territoire (Germaine et Barraud 2013).

2.2. Politique internationale : « Rhin 2020 »

Dès 1950, après l'incident de 1986, la Commission Internationale de la Protection du Rhin (CIPR) avait été créée et rassemblait les délégations des pays traversés par le fleuve (Piquette 2014) pour lutter contre la pollution de l'eau. Elle joue un rôle majeur dans la gestion du Rhin en définissant les grandes orientations politiques. Le programme « Rhin 2020 » est l'une de ces grandes orientations (Tableau 5). Il est composé en deux documents qui sont :

- « Saumon 2020 » qui a pour objectif le retour et le maintien de la population de saumons dans le Rhin jusqu'à Bâle. Il concerne la continuité piscicole ;
- « Programme d'Action Rhin », complété par le « Plan Intégré du Rhin » allemand (et la Directive Inondation en 2007), vise à protéger la population riveraine contre les inondations. Il prévoit un volume de rétention maximal de 270 millions de m³ alors que la situation actuelle permet de retenir 178 millions de m³ en cas de crue. Les espaces de rétention en Allemagne sont déjà aménagés en grande partie alors que la rive française n'est pas encore équipée.

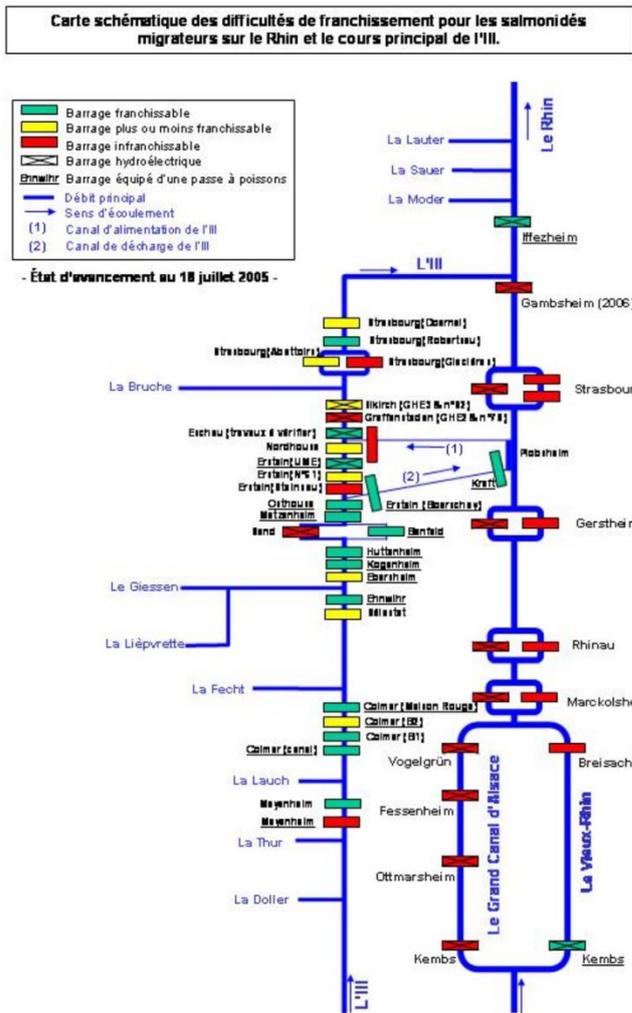
Les objectifs (tableau 2) du programme « Rhin 2020 » se concentrent notamment sur les volets suivants :

- Restauration de l'écosystème Rhin
- Prévention des inondations et protection contre leurs effets dommageables
- Protection de la qualité de l'eau
- Protection des eaux souterraines

Figure 10 : Localisation des barrages sur le Rhin supérieur (Source : <http://www.salmoncomeback.org/fr/context/>)



Figure 9 : Franchissabilité des barrages sur le Rhin et ses affluents (Source : http://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/Dokumente_de/Symposien_u..._Workshops/5._Rheinsymposium/Vortraege/Langfassungen/Edel.pdf)



Seuls les objectifs de la continuité écologique et de la lutte contre les inondations seront analysés car des opérations significatives ont été mises en place.

2.2.1. La restauration pour retrouver la continuité écologique sur le Rhin

2.2.1.1. Le programme « Saumon 2020 »

Les aménagements du Rhin et la dégradation ont contribué à la disparition du saumon, de ses frayères et des autres grands migrateurs. Les derniers spécimens ont été observés en 1957 ou 1960 (Schaeffer 2016). La CIPR a élaboré les programmes « Saumon 2000 » puis « Saumon 2020 » pour le retour du poisson avant les années 2000 bien qu'il s'agissait d'une utopie pour la population. L'objectif est atteint en 1995 où la remontée du premier saumon est enregistrée à Iffenzheim (Figures 9 et 10). « Saumon 2020 » a l'objectif plus ambitieux de maintenir une population de saumons dans le Rhin et de le faire remonter jusqu'à Bâle. D'après Philippe Goetghebeur, Directeur de l'Agence de l'Eau Rhin Meuse, « le retour du saumon n'est pas une fin en soi. C'est l'arbre qui cache la forêt : derrière tous ces investissements, c'est la reconquête du bon état sur l'ensemble des masses d'eau, le retour à des milieux fonctionnels qui rendent de manière pérenne et durable des services en termes d'autoépuration, de régulation des inondations, en potabilité de l'eau, ... » (Salmon comeback 2015).

Le saumon a toujours été un symbole d'une eau de qualité. Ce poisson est remarqué quant à sa biologie particulière qui le pousse à nager des centaines de kilomètres pour retourner sur son lieu de naissance. Ainsi, il traverse tous les pays d'Europe et représente le lien de solidarité entre ces pays (Schaeffer 2016). Il existe d'autres grands poissons comme le silure, l'esturgeon et le brochet mais ils n'ont pas la même connotation que le saumon.

Jusqu'à présent, les alevinages et l'installation de passes à poissons de l'aval vers l'amont (Iffenzheim en 2000, Gamsheim en 2006 et Strasbourg en 2016) ont permis d'atteindre les objectifs des programmes de la CIPR. Chaque année, un à deux millions de saumons juvéniles sont relâchés dans le bassin du Rhin. Une partie de ces alevins est issue de saumons adultes de retour. Les passes à poisson sont conçues dans l'approche de l'amélioration continue (Schaeffer 2016). Par exemple, la première passe à poisson d'Iffenzheim avait une double entrée pour tout type de poisson (la plus grande d'Europe) avec une chute d'eau de 30 cm. Une antenne de détection a été mise en place pour comprendre le comportement des poissons. Puis Gamsheim, la chute d'eau a été réduite à 25 cm où un nombre de poisson plus important a été enregistré. Un enrochement naturel a été installé mais il a été emporté par le courant alors qu'il permettait de ralentir les écoulements et servait de cachette pour les anguilles qui ne sont pas de bonnes nageuses. Enfin, à Strasbourg la passe à poisson a bénéficié d'une chute d'eau de 20 cm et d'un récif artificiel en béton. La passe à poisson d'Iffenzheim doit être modifiée sur le modèle de la passe à poisson de Strasbourg pour faciliter le passage des poissons.

2.2.1.2. Controverses sur les passes à poissons

Selon l'association Saumon-Rhin¹⁹, « les poissons n'empruntant pas la passe à poissons d'Iffenzheim passeraient par l'écluse ». Ainsi, selon les recensements de Saumon-Rhin en 2013, il y aurait trois fois plus d'individus adultes qui passeraient par l'écluse que par la passe à poissons. Un aménagement qui a coûté plus de 10 millions d'euros serait donc beaucoup moins efficace qu'une simple écluse s'interrogent les associations regroupées au sein de l'Observatoire de la continuité

¹⁹ Cette association réintroduit les populations de poissons migrateurs dans le bassin rhénan, puis prend en charge le suivi de leur évolution dans leur milieu naturel. En parallèle, des actions de communication sont menées pour sensibiliser le grand public à la nécessité de sauvegarder les espèces sensibles des cours d'eau. <http://www.saumon-rhin.com>

écologique. Pour 2013-2018, les Agences de l'eau ont provisionné près de 2 milliards d'euros à consacrer à la continuité écologique. S'y ajoutent d'autres financements publics par les collectivités territoriales et divers établissements à caractère administratif ou scientifique. L'Observatoire de la continuité²⁰ dénonce ces pratiques.

2.2.1.3. Des suivis rigoureux

Les suivis sont indispensables pour confirmer l'efficacité des passes à poissons. Ils sont même obligatoires et sont vérifiés par l'administration. « Il faut prouver que ça marche dans le temps » (Schaeffer 2016). Pour effectuer les suivis, il existe plusieurs méthodes qui sont la surveillance vidéo, le piégeage par nasse et parfois le marquage des saumons. En 2015, 228 saumons atlantiques ont franchi l'ouvrage d'Iffezheim, et 158 ont été enregistrés à Gambenheim. L'objectif en 2020 pour la CIPR est d'arriver à une migration de retour entre 7.000 à 21.000 saumons adultes soit une population en équilibre naturel (« CIPR: Rhin 2020 » 2016).

2.2.1.4. Les difficultés rencontrées pour le retour de la continuité

Les freins pour rétablir la continuité piscicole sur le Rhin sont principalement administratifs et politiques car « la France veut faire plaisir à tout le monde » (Schaeffer 2016). L'Etat souhaite pouvoir concilier les différents usages de l'eau qui parfois se contredisent comme la négociation des droits d'eau entre le Vieux Rhin et le Grands Canal d'Alsace. Un autre frein est le déséquilibre écologique provoqué par les lâchers d'alevins de saumons qui sont des proies pour les truites arc-en-ciel et le chabot. Résultats : la population de chabots a été multipliée par dix alors que le taux de survie des alevins de saumon chutait brutalement (« Observatoire de la Continuité Ecologique - » 2016). Ce problème est dû à une mauvaise concertation entre les différents acteurs piscicoles sur le Rhin. De plus, les rares saumons qui ont réussi à remonter dans le delta du Rhin sont pêchés (plus de 10 000 par an) par les Hollandais et les agents de l'ONEMA n'ont jamais pêché de saumon adulte dans aucun des affluents du Rhin depuis le début des années 90.

2.2.1.5. Une pression nationale et internationale pour le retour du saumon à Bâle en 2020

La réglementation telle que la DCE et la pression internationale peuvent promouvoir l'apparition de nouveaux projets (Schaeffer 2016). Par exemple, Alsace Nature avec les fédérations de pêches suisses vont manifester contre EDF et les mairies pour dénoncer l'inaction et l'inefficacité des collectivités territoriales. Un autre exemple est Salmon comeback qui est une campagne dénonçant EDF et ses mesures de compensation qui ne vont pas assez loin.

2.2.1.6. L'émergence d'autres projets

D'autres programmes européens sont élaborés en faveur de la continuité piscicole. Les Pays Bas souhaitent le retour de l'Esturgeon et les allemands prévoient grâce à un programme LIFE la réintroduction de l'Alose sachant que son habitat est déjà présent (Schaeffer 2016). En France, seul le retour du Saumon à Bâle en 2020 importe mais « quelles seront ses nouvelles ambitions sur le long terme ? » s'interroge la responsable de la mission « Axe rhénan » pour la valorisation des opérations de restaurations sur la bande rhénane sur la scène international (Erb Marchal 2016).

²⁰ L'observatoire rassemble des collectifs et apporte un regard critique sur la continuité écologique <http://continuite-ecologique.fr/>

Tableau 6 : Nombres et durées (nombre de jours) des mises en eau du polder d'Erstein de janvier 2004 à septembre 2008 (données : VNF d'après Schmitt et al. 2008).

	2004	2005	2006	2007	2008 jusqu'en septembre
Rétentions de crues	1 (2)			1 (2)	
Submersions écologiques		1 (12)*	1 (6)		
Redynamisations de <i>Giessen</i>	1 (4)	4 (5)	9 (79)	10 (53)	8 (42)

* submersion écologique partielle due à une phase de réglage de la prise secondaire et de l'ouvrage de vidange principal (cf. infra).

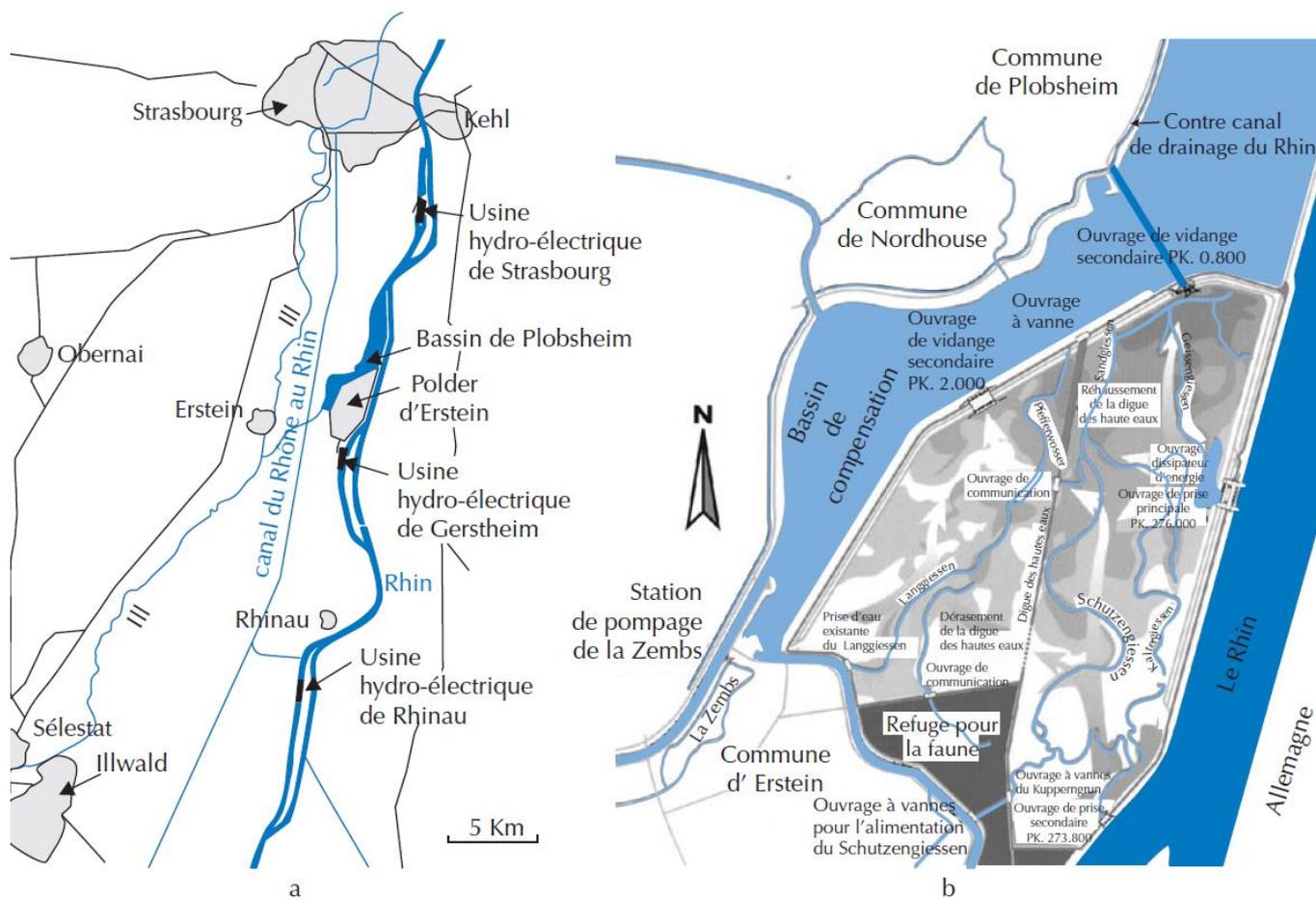


Figure 11 : Carte de localisation du polder d'Erstein (a) et des différents aménagements du polder (b) (Sources : a. A. Bouzégahia ; b. VNF d'après Schmitt et al. 2008)

2.2.2. Un cas particulier de restauration : entre écrêtement des crues et redynamisation de giessen

La restauration d'anciens bras peut être un enjeu en soi ou un objectif secondaire. Dans ce second cas, des polders peuvent être submergés dans le but de redynamiser des giessen présents à l'intérieur. C'est le cas du polder d'Erstein.

La protection de la population contre les inondations était l'un des objectifs qui a encouragé la mise en place des différents aménagements sur le Rhin. Mais les riverains, surtout sur la rive allemande, ne sont pas encore à l'abri de crues importantes. Les crues ont lieu généralement entre juin et juillet suite à la fonte des neiges dans les Alpes (Schmitt 2016). Suite à la Convention en 1982, l'Allemagne a élaboré le Plan Intégré Rhin qui prévoit une capacité de rétention de 270 millions de mètres cube en 2030 pour une protection suffisante. Aujourd'hui, la capacité maximale de rétention est de 178 millions de m³ entre les deux rives. Nos voisins germaniques ont déjà exploité et aménagé tous les espaces susceptibles d'écrêter les crues (Lebeau 2016). En France, deux polders (d'Erstein et de la Molder) ont été créés dans cet objectif. Il existe d'autres dispositifs qui sont les reculs de digues, les casiers et bassins de rétention, les espaces de réserves et les barrages (Serouilou 2015).

Le polder d'Erstein est le dispositif de rétention le plus important (600 ha avec 7,8 millions de m³ de rétention pour 25 millions d'euros financés entièrement par l'Allemagne) sur le Rhin côté français (Schmitt et al. 2008). Le premier objectif est l'écrêtement des crues et le second est d'ordre écologique où la redynamisation des bras secondaires a été envisagée par des associations environnementales (Alsace Nature et CSA). Pour répondre à ces objectifs, le débit du Rhin est à prendre en compte. Lorsque son débit est supérieur à 1 550m³/s (50 jours par an), il est possible de redynamiser les giessen (Tableau 6). Les submersions écologiques peuvent être envisagées si le débit du Rhin dépasse 2 000m³/s. L'écrêtement des crues se fait à partir de 3 600m³/s. Cette dernière modalité a été mise en œuvre en 2004 dans le cadre de son inauguration puis en 2007 dans le cadre d'une alerte aux inondations. Lorsque le polder est mis en eau pour un débit supérieur à 2 000m³/s, le plan de secours spécialisé (PSS) avec l'accord du Préfet est déclenché pour évacuer les personnes présentes sur le site. En Allemagne les démarches sont beaucoup plus légères et les inondations écologiques sont imposées par la Loi (Lebeau 2016).

Le bilan technique est assez négatif en matière de redynamisation (Lebeau 2016). Le polder « fonctionne comme une "baignoire" où l'on ouvre un robinet d'un côté au moment de la crue (Figure 11), on attend que ça se remplisse, on ferme le robinet pour ouvrir celui de l'autre côté pour la vidange dont le débit est faible pour le vider rapidement ». En effet, avec un débit de vidange à 15 m³/s, il faut trois jours pour vider le polder. Pendant ce temps-là, le polder est « hors service ». Il ne faut pas qu'il y ait une nouvelle crue dans ce laps de temps.

Les inondations écologiques dans le polder d'Erstein sont statiques ce qui va provoquer les colmatages des sédiments dans les giessen. En période « creuse », le débit des bras secondaires est entre 6 et 7 m³/s, ce qui est très faible. EDF n'accepte pas de céder plus de m³ gratuitement car selon leurs estimations, un débit de 1 m³/s pendant un an équivaut à 100 000 € (Lebeau 2016). Un autre point négatif est la période de mise en eau du polder. VNF, l'organisme en charge de la gestion de l'ouvrage ne peut pas faire d'inondation entre le 15 juillet et le 15 août pour des raisons administratives. Il existe aussi des tensions entre les parties prenantes. Par exemple, d'après les scientifiques, les mises en eau du polder ne sont pas assez fréquentes (Schmitt et al. 2008). D'autre part les chasseurs font alors pression sur les communes car « il ne faut pas noyer le gibier ».

Tableau 7 : Enjeux fondamentaux et objectifs généraux pour les sites Rhin, Ried et Bruch de l'Andlau du DOCOB

Domaine	Enjeux	Objectifs
Revitalisation des zones alluviales	Préserver ou restaurer la dynamique fluviale et l'inondabilité des milieux rhénans et profiter de la capacité des forêts rhénanes à épurer les eaux d'infiltration et à absorber l'énergie des crues	Accroître les apports d'eau du Rhin dans les massifs alluviaux au plus près du régime hydrologique du Rhin, en vue des bénéfices attendus : apport des ressources minérales et organiques, dynamique fluviale, sélection des espèces
	Préserver ou retrouver le caractère alluvial des milieux rhénans et plus particulièrement des forêts, garantir le retour ou le maintien des espèces caractéristiques des milieux rhénans et préserver la mosaïque de milieux naturels	Dynamiser les écoulements d'eau dans les massifs alluviaux pour favoriser les phénomènes d'érosion et <u>rajeunir</u> des habitats aquatiques et forestiers
	Préserver dans les Rieds le caractère humide des prairies, des zones palustres (roselières ...) et des forêts alluviales sous la dépendance des inondations par débordement ou des remontées de la nappe phréatique	Rétablir la continuité écologique des milieux aquatiques et les échanges d'eaux entre les zones alluviales et les cours d'eau : circulation et migration de la faune et de la flore, processus d'auto épuration des eaux, recharges et soutien du niveau de nappe phréatique, apport des ressources minérales et organiques
	Redonner aux cours d'eau de la bande rhénane et des Rieds un haut potentiel d'accueil pour la faune piscicole	
Naturalité et biodiversité des habitats aquatiques	Favoriser les processus dynamiques dont dépendent les habitats aquatiques	Accroître, dans le respect des exigences socio-économiques et de sécurité, la diversité du milieu physique des cours d'eau et de leur ripisylve
	Préserver et retrouver les bonnes conditions d'expression de la biodiversité de ces milieux	Améliorer la qualité physico-chimique des eaux d'écoulement superficielles et souterraines
		Assurer la conservation des milieux d'eau stagnante

Le suivi du polder d'Erstein est réalisé sur 5 ans et analyse les facteurs abiotiques (hydrologies, hydro-chimique et géomorphologie) et biotiques. Ils permettent de comprendre l'évolution de la forêt alluviale suite aux inondations écologiques et arrivent au même constat que Monsieur Lebeau (Schmitt et al. 2008).

L'avenir est incertain pour des aménagements dont l'objectif principal est la protection contre les crues. Sur le polder d'Erstein, une étude de faisabilité est en cours pour accélérer la vidange du site.

2.2.3. Politiques de préservation des milieux naturels : Directives européennes environnementales

L'Europe a élaboré la Directive Habitat en 1992 et de la Directive Oiseau en 2009 qui a permis de mettre en place le réseau Natura 2000. Il s'agit d'un ensemble de sites naturels européens, terrestres et marins, identifiés pour la rareté ou la fragilité des espèces sauvages, animales ou végétales, et de leurs habitats. La bande rhénane en fait aujourd'hui partie et sa gestion est effectuée au travers d'un cahier des charges intitulé « Document d'orientation » (DOCOB)²¹. Ce document présente d'abord l'état des lieux naturels et socio-économiques puis établit les objectifs de gestion de la réserve, pour la conservation du patrimoine naturel, l'information et la sensibilisation du public, le travail réalisé en collaboration avec les acteurs locaux et des fiches-actions.

La gestion de ces espaces Natura 2000 est financé grâce à la mise en place de programmes européens comme le programme LIFE « Rhin Vivant ». Les DOCOB concernant la bande rhénane ont été élaborés dans ce cadre en 2007.

Les enjeux fondamentaux et les objectifs généraux (Tableau 7) pour les sites Rhin, Ried et Bruch de l'Andlau (bande rhénane) s'inscrivent à une échelle globale, sur le long terme et dans la continuité des efforts consentis depuis plusieurs décennies pour la préservation des richesses naturelles de la bande rhénane et des Rieds²². Deux volets ont été identifiés :

- la fonctionnalité alluviale (revitalisation des zones alluviales)
- la naturalité et biodiversité des habitats aquatiques

En amont de ces enjeux fondamentaux et objectifs généraux, la connaissance des habitats et des espèces, de leur écologie et de leur évolution (dynamique de population) est fondamentale. Celle-ci permet d'appréhender le bon fonctionnement de l'écosystème. Il sera donc possible de qualifier l'état de dégradation d'un habitat et mettre en place, si nécessaire, des mesures de restauration.

Un suivi a été prévu pour évaluer les actions mises en œuvre sur la bande rhénane (Figure 12). Une action a été entièrement dédiée au retour d'expérience, dix ans après les travaux de restauration, intitulée « Evaluation des modifications d'habitats forestiers et aquatiques induites par la restauration de l'Eiswasser ». Depuis, aucun document n'indique que cette action l'ait été réalisée. D'après le directeur de l'Agence de l'Eau Rhin-Meuse, l'objectif des DOCOB étaient de définir des pistes d'actions. Malheureusement, il n'y a pas eu de financement pour concrétiser ces actions.

²¹ <http://www.alsace-champagne-ardenne-lorraine.developpement-durable.gouv.fr/docob-general-des-sites-natura-2000-rhin-ried-a4058.html>

²² Le Ried est la plaine où s'écoulait l'ancien lit du Rhin. Sur ce territoire, des espèces d'intérêt général peuvent être identifiées comme la cigogne blanche (oiseau), la loutre d'Europe (mammifère), le sonneur à ventre jaune (amphibien), la lamproie de Planer (poisson) et la lucarne Cerf-volant (insecte)

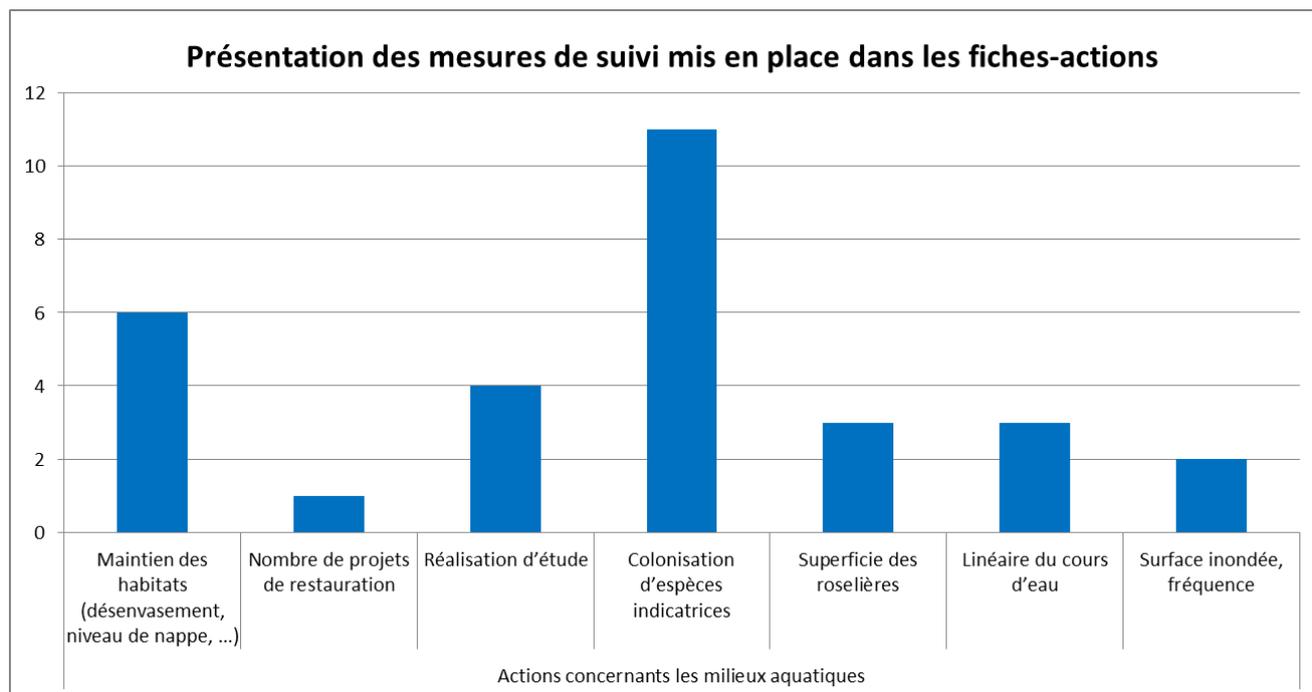


Figure 12 : Présentation des mesures de suivi dans les DOCOB de la bande rhénane (Source : DOCOB)

2.3. Outils en faveur de la restauration à l'échelle locale

2.3.1. Les associations environnementales promouvant des actions pour les élus et le grand public

A l'échelle locale, deux associations ont été mises en place : Alsace Nature en 1965 et le Conservatoire des Sites Alsaciens²³ en 1976. Celles-ci ont pour rôle de protéger les milieux naturels et sensibiliser les politiques et le grand public (Piquette 2014). Elles ont été mises en place sous l'impulsion d'un pionnier en matière de restauration, Roland Carbiener, qui a rédigé de nombreux travaux sur l'écologique et l'hydromorphologique du Rhin et ses forêts alluviales. Ces deux associations peuvent être considérées comme les lanceurs d'alertes. Elles peuvent mener des actions de sensibilisation auprès des élus, des professionnels et du grand public. Ces actions peuvent être sous forme de visites, de présentation ou de supports de communication.

2.3.2. Outils réglementaires de la gestion de l'eau

Le SDAGE (Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux) est apparu avec la loi sur l'eau de 1992, qui précise que cet outil « fixe pour chaque bassin ou groupement de bassins les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau ». Les SAGE (Schéma d'aménagement et de gestion des eaux) sont des documents de planification mis en place par une démarche volontaire ou qui découle du SDAGE. Ils sont aujourd'hui élaborés en accord avec les objectifs de la DCE.

Le SAGE III Nappe Rhin²⁴ comprend un chapitre intitulé « Préservation et restauration de la qualité et de la fonctionnalité des écosystèmes aquatiques » et l'un de ses trois enjeux concerne sur la restauration des milieux humides exceptionnels, parmi lesquels la Bande Rhénane et le Ried Centre Alsace. Les objectifs de cet enjeu sont de :

- restaurer la qualité des cours d'eau et satisfaire durablement les usages ; les actions porteront sur la restauration et la mise en valeur des lits et des berges, la restauration de la continuité longitudinale et le respect d'objectifs de débit en période d'étiage.
- renforcer la protection des zones humides, des espaces écologiques et des milieux aquatiques remarquables ;
- prendre en compte la gestion des eaux dans les projets d'aménagement et le développement économique ;
- assurer une cohérence globale entre les objectifs de protection contre les crues et la préservation des zones humides ;
- limiter les risques dus aux inondations par des mesures préventives, relatives notamment à l'occupation des sols ;

Le tableau (Tableau 8) ci-contre résume les indicateurs mesurant la réalisation de l'objectif de restauration des milieux aquatiques. Depuis 2010, il n'y a pas eu d'évolution.

²³ Cette association vise à préserver des espaces naturels par la mise en œuvre de la maîtrise foncière et d'usage (acquisition, location, convention de gestion). www.conservatoire-sites-alsaciens.eu/fr/

²⁴ <http://www.sage-ill-nappe-rhin.alsace/> Le SAGE est composé du Plan d'Aménagement et de Gestion Durable (PAGD), d'un règlement et ses documents cartographiques.

Intitulé		Valeur à l'état initial	Année initiale	Valeur à l'état intermédiaire	Année intermédiaire	Objectif fixé par le SAGE	
Restauration des écosystèmes aquatiques	SINR-22	Zones humides remarquables protégées	52%	2005	58%	2010	/
	SINR-23	Linéaire d'anciens bras du Rhin restaurés	79.5 Km	2000 à 2005	85 Km	2010	/
	SINR-24	Anciens méandres de l'III restaurés	0	2005	2	2010	/
	SINR-25	Mortalité des poissons migrateurs à la dévalaison sur le Rhin et l'III	III : 22 % de saumons et 67% d'anguilles Rhin : 81% d'anguilles	2005	III : 22 % de saumons et 67% d'anguilles Rhin : 81% d'anguilles	2010	/
	SINR-26	Franchissabilité à la montaison des ouvrages sur le Rhin et l'III pour les poissons migrateurs	Pour les salmonidés : III : 51 % Rhin : 12 %	2005	Pour les salmonidés : III : 51 % Rhin : 29 %	2010	100% en 2008 pour l'III, 2015 pour les autres



Indicateurs de suivi du SAGE ILL-NAPPE-RHIN - APRONA juin 2012

Tableau 8: Présentation des indicateurs de suivi du SAGE III Nappe Rhin pour répondre à l'objectif « Restauration des écosystèmes aquatiques »

2.4. Programme de financement européen : LIFE « Rhin Vivant »

Le programme LIFE est l'instrument financier de la Commission européenne permettant de soutenir des projets dans les domaines de l'environnement et du climat. Dans les années 2000, il a été mobilisé afin de financer des opérations de restauration des milieux alluviaux rhénans.

Le programme LIFE « Rhin Vivant » se compose de cinq volets (D. Meyer 2016). Le premier, volet A, concerne l'état des connaissances sous l'impulsion de Michelle Trémolière²⁵. Il permettra de financer la rédaction du référentiel des habitats de la bande rhénane, les documents d'objectifs Natura 2000 et des plans de gestion des rivières phréatiques. Le volet B porté par le CSA sur la maîtrise foncière a été abandonné (Irlinger 2016). L'une des raisons est directement en lien avec le manque d'animation. Le volet C décrivait les opérations de restauration en détail. En général ces opérations ont été choisies selon les motivations des porteurs de projets. Le volet D présentait les mesures d'entretien des milieux secs et le dernier volet proposait différentes mesures en termes d'animation, de pédagogie et de sensibilisation comme la création de sentiers.

Ce programme a choisi de réaliser sept opérations de restauration dont le maître d'œuvre a été VNF (Lebeau 2016). Celles-ci ont été sélectionnées grâce à la réactivité des porteurs de projets : soit il s'agissait de collectivités saisissant l'opportunité de réaliser une opération en faveur de l'environnement, soit il s'agissait d'une réserve qui avait une opération ambitieuse dans son programme de gestion mais n'ayant pas les moyens financiers pour la réaliser. Au cours de la conduite de projet, des imprévus ont lieu :

- Dans l'île de Rhinau, des premiers ouvrages sans vanne dit passifs ont été mis en place sur le Rhin pour améliorer l'intervention naturelle d'une crue (enjeu technique). Il a fallu apprendre à faire des ouvrages noyés qui restent fixes lors les crues.

- Sur le giessen entre Rhinau-Daubensand, des ouvrages hydrauliques étaient mal placés. Aux abords de ces ouvrages, des écosystèmes intéressants se sont développés. Des débats ont eu lieu entre l'ONCFS, l'ONEMA et les associations de protection de l'environnement pour trouver un accord sur l'état de référence (enjeu écologique) : fallait-il maintenir ces écosystèmes ou en faire abstraction et maintenir l'idée de redynamiser le milieu avec la crainte de perdre cet écosystème ? Au cours du chantier, des réunions étaient ouvertes à tous.

- Dans la forêt du Neuhorf à Strasbourg, la digue de protection des hautes eaux a été percée. Après réflexion, elle aurait pu servir pour répondre aux enjeux de la compétence GEMAPI mais « sur le moment personne ne s'est posée la question » car aurait pu servir de protection contre les crues du Rhin.

- A la Wantzenau, une espèce protégée, la loche d'étang, a été découverte suite à une pêche électrique de l'ONEMA. Sa présence était unique dans la région. Il a donc fallu modifier le tracé du chenal au travers de la forêt. Mais aujourd'hui, « on n'est même pas sûr qu'elle y soit encore. » car aucune pêche électrique n'a été effectuée pour confirmer sa présence.

²⁵ Michèle Trémolieres est professeur en botanique, écologie et mycologie à l'Université de Strasbourg

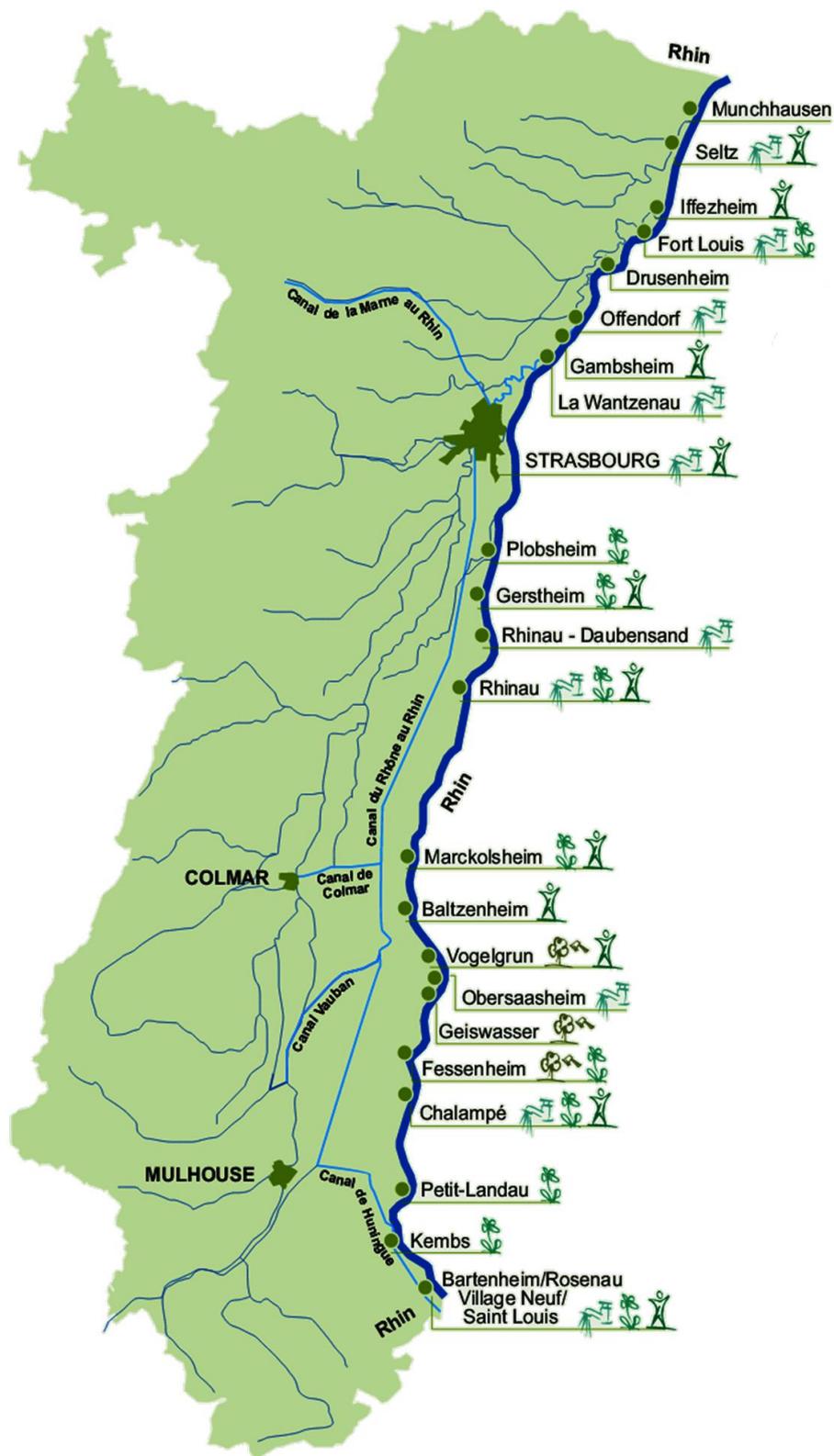


Figure 13 : Présentations des opérations de restauration sur le Rhin Supérieur (Source : Plaquette de présentation "Programme Life Rhin Vivant, Restaurer les milieux naturels du Rhin" 2002)

- Lors de l'opération de restauration à Offendorf, il y a eu un problème sur la mise en service de la passe à poisson rustique. Au lieu d'avoir une chute de l'eau de 30 cm, elle avait une chute d'eau de 40 cm. « Elle ne marche pas aussi bien que ce que l'on attendait » (Lebeau 2016).

- Dans le delta de la Sauer, un acteur clé a été l'association de pêche de Seltz. Le projet a été en grande partie géré par les pêcheurs.

Ces opérations peuvent être replacées sur la carte ci-contre (Figure 13). Ils sont représentés par le logo du robinet ouvert. Ce logo signifie des zones de travaux de restauration de cours d'eau.

Plusieurs remarques sont à souligner (Lebeau 2016). En cas de destruction de zones humides, d'autres étaient aménagées à surface égale et à proximité. De plus, chaque projet a généré un avenant de 20 à 30% suite à des changements d'idées ou à des imprévus. Par exemple, à Offendorf, un cours d'eau était mal alimenté suite à un ouvrage non fonctionnel. Le maire a exigé une prise d'eau supplémentaire et il a fallu percer la digue. Un coût supplémentaire de 100 000€ ont été ajoutés dans le projet. D'autre part, les collectivités territoriales n'entretiennent pas les cours d'eau. Des embâcles se forment et empêchent le bon fonctionnement des ouvrages sur le cours d'eau. Une dernière difficulté d'ordre administrative commune à ces opérations est la négociation des droits car la frontière du domaine public de l'état et de la commune qui n'est pas bien définie. De plus, il est possible de puiser dans le contre canal de drainage et dans le Rhin à partir d'un débit de 1 550 m³/s. Mais le débit dans les giessen est toujours trop faible pour redynamiser les cours d'eau (1 à 2 m³/s). D'un point de vue écologique, les opérations de restauration sont favorables à l'implantation des espèces invasives ce qui nécessite un suivi très pointilleux les premières années afin de limiter leur prolifération.

Le programme a été prolongé jusqu'en 2009 pour trouver un accord sur le suivi à long terme des opérations réalisées (D. Meyer 2016). Plusieurs réunions ont eu lieu mais n'ont pas abouti à un accord malgré de nombreux échanges et l'élaboration de la méthodologie d'évaluation des opérations de création ou recréation de bras dans la bande rhénane en 2007. Aucune des parties prenantes n'était prête à s'impliquer financièrement (Irlinger 2016). De plus la méthodologie présentée était trop complexe à mettre en place. « On voulait faire trop bien, trop idéaliste avec un ensemble d'indicateurs trop importants ». Le coût estimé pour effectuer un suivi scientifique s'élevait à près d'un tiers du coût total de l'opération.

Le changement de personnel à la Région est peut être aussi l'une des causes qui a fait échouer ce projet de suivi. Un autre facteur qui a sans doute participé à l'échec de ce projet est le fait que l'Europe n'impose pas de suivi post opération.

Le Conservatoire des Sites Alsaciens (CSA) souhaite aujourd'hui effectuer un suivi dix ans après les travaux (Irlinger 2016). Ce suivi sera mené en partenariat avec des scientifiques de l'Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement et l'Université de Strasbourg. Un suivi physico-chimique, piscicole, des invertébrés et de la végétation seront réalisés afin de comprendre l'évolution du milieu. Les suivis sont choisis selon les compétences des scientifiques motivés par la question. Mais il sera encore incomplet car il manquera le volet hydraulique et des dynamiques des sédiments et d'autres groupes faunistiques. Sur le Rhin, les opérations bénéficiant d'un suivi sont le polder d'Erstein, l'île du Rhin à Kembs dans le cadre du renouvellement de la concession d'EDF et l'île du Rohrschollen.



Figure 14 : Localisation des travaux (Source : Plaqueette LIFE + « Ile du Rohrschollen » EMS)

D'autres interrogations restent en suspens (D. Meyer 2016)²⁶ par rapport à ces opérations de restauration telles que l'appropriation de ces opérations par les élus et la population. D'autre part, il faudrait pouvoir expliquer aux gens les services rendus par la bande rhénane qui est (1) l'écrêtement des crues ce qui permet d'éviter les inondations donc sécurité et protection de la population et (2) la purification de l'eau par la nappe phréatique (transfert contaminants nappe-eaux de surface).

2.5. LIFE + « Ile du Rohrschollen » (2010-2015)

Rohrschollen est une île artificielle classée en Réserve Naturelle Nationale depuis 1997, située à proximité de Strasbourg qui est gérée par la ville de Strasbourg. Elle abrite un milieu devenu rare en Europe : la forêt alluviale rhénane. Suite aux aménagements du Rhin, les milieux naturels de l'île s'assèchent et se modifient. La forêt alluviale perd son caractère pionnier et évolue vers une forêt à bois dur, les cours d'eau dont le Bauergrundwasser s'ensavent, les plans d'eau se comblent (Serouilou 2016).

Le programme LIFE + mené par l'ex communauté urbaine de Strasbourg, aujourd'hui l'Eurométropole de Strasbourg, en partenariat avec EDF (négociation des droit d'eau) a pour objectif de mettre en place des conditions permettant au milieu de se recréer de lui-même, par le retour d'inondations régulières. Pour y parvenir, des travaux impressionnants (Figure 14) ont été mis en œuvre pour un coût total de 4,2 millions d'euros (Schmitt 2016).

La digue du canal a dû être percée (1). Un chenal de connexion a été creusé (2), entre le Rhin canalisé et l'anastomose du Bauerngrundwasser (ancienne annexe hydraulique déconnectée dans sa partie amont). Plutôt que de remobiliser des sédiments pollués, mieux vaut construire un nouveau chenal. Un ouvrage hydraulique permet d'injecter des débits (réserve de 20 à 30 m³/s) variables pouvant atteindre 80 m³.s⁻¹ en fonction des crues du Rhin. À l'aval, un ouvrage de restitution (3) permet d'améliorer la connectivité hydraulique, piscicole et sédimentaire entre le Bauerngrundwasser et le Vieux Rhin. Le site peut ainsi recouvrer des inondations dynamiques et morphogènes.

Les démarches de suivi n'ont pas été négligées : en termes de financement (300 000€) et scientifique. La diversité des études de suivi est très importante : études historique et paléoenvironnementale, suivi géomorphologique, suivi hydraulique et hydrologique, suivi hydrogéologique et écologique. Une thèse a aussi été financée pour réaliser un retour d'expérience. Il est également prévu que les chercheurs élaborent un programme de suivi allégé, qui pourra être réalisé dans les prochaines années par l'équipe qui effectue les suivis courants au niveau de la faune et de la flore de la réserve naturelle (Schmitt 2016).

2.6. Un autre programme européen : INTERREG « Redynamisation du Vieux Rhin » (2009-2012)

Un déficit sédimentaire existe depuis longtemps dans la vallée du Rhin (Schmitt 2016). Aujourd'hui, il est renforcé, en partie, suite à l'emplacement d'ouvrages hydroélectriques sur le Vieux Rhin et contribue à la disparition des habitats et des frayères. Pour répondre au déficit sédimentaire, deux projets ont été mis en place : INTERREG « Redynamisation du Vieux Rhin » ou il s'agissait de combler le déficit sédimentaire du fleuve en réintroduisant des graviers de différents calibres dans le lit.

²⁶ Ancienne maire de Rhinau



Figure 15 : L'île du Rhin au barrage hydraulique EDF de Kembs (Photo Ph. Lortscher)

Pour y parvenir, des graviers ont été mis en circulation dans le lit du fleuve. Le premier consistait à remettre en circulation du gravier dans le lit du fleuve. Un premier essai a été réalisé avec un débit de 800 m³/s or le Vieux Rhin peut contenir un débit de 4 000 m³/s. Ce projet est le fruit d'une demande des associations et de l'université de Fribourg. L'étude a coûté 700 000€ et n'est pas encore achevée. En revanche, la phase expérimentale est aujourd'hui terminée et la région Alsace cherche un porteur de projet pour poursuivre ce projet (Blum 2016)²⁷. L'une des options serait de créer une structure supra-communale capable de porter un projet européen. Dans les idées de projets, l'une consiste à creuser le lit moyen (rive française) de 40 cm de profondeur sur 80 m de large et 40 km de long pour (1) récupérer les graviers et (2) servir de zone pour écrêter les crues. Les granulats récupérés pourraient soit être vendus, ce qui ne semble pas la meilleure solution, soit utilisés pour lutter contre l'érosion en aval des barrages (Lebeau 2016). La plupart des opérations en cours ou prévues se situent en Allemagne.

2.7. « Erosion maîtrisée » d'EDF

Porté par EDF, le projet vise à permettre au fleuve d'éroder la berge de l'île du Rhin grâce à la mise en place d'épis transversaux. Peu de résultats ont été constatés jusqu'à présent. « Ça marche moins bien que prévu » car au lieu d'éroder 10 000 m³ prévu par les modèles, le fleuve n'en a transporté que 1 000 m³ (Schmitt 2016). Deux problèmes ont été mis en évidence. Le premier est la présence d'anciens blocs d'enrochement présents dans la berge et le second est la présence d'un poudingue (mélange de roches conglomérées dans une matrice extrêmement résistante) au fond du lit.

2.8. Renouvellement de la concession EDF : Ile du Rhin à Kembs

Dans le cadre de son renouvellement de concession en 2010, EDF s'est engagé à mettre en œuvre des mesures compensatoires qui se composent de cinq projets ²⁸ :

- La renaturation (Figure 15) de plus de 100 hectares sur l'île du Rhin (ancien champ de maïs où, grâce à des photographies historiques, l'ancien tracé du bras a été redécouvert) ;

- Augmentation significative du débit réservé (de 20 m³/s à 52 m³/s pour la période hivernale, et jusqu'à 150 m³/s l'été) ;

- Construction d'une nouvelle centrale de 8,4 MW ;

- Rétablissement des apports naturels de graviers dans le fleuve qui s'effectue par une érosion maîtrisée des berges ;

- Circulation des espèces animales assurée par la réalisation de deux nouvelles passes à poissons et d'une passe à castors.

« EDF joue le jeu dans le cadre du renouvellement de la concession » (Schmitt 2016). Il s'agit de l'un des plus gros chantiers de restauration écologique (5,7 millions d'euros uniquement pour la renaturation de l'île du Rhin et de 20 millions d'euro pour le coût total) sur le Rhin supérieur avec Rohrschollen et le polder d'Erstein. Le site sera géré par l'association de la Petite Camargue Alsacienne en tant que réserve naturelle.

Cependant, au cours de la conduite de projet, deux tensions sont apparues. Elles ont été identifiées grâce à une recherche dans les archives de la presse :

²⁷ Chargé de mission « Milieux aquatiques » à la Région Alsace

²⁸ <http://alsace.edf.com/wp-content/uploads/2015/06/DP-Kembs-juin-2015.pdf>

Evolution chronologique des différents types d'opérations dans le temps sur le Rhin supérieur

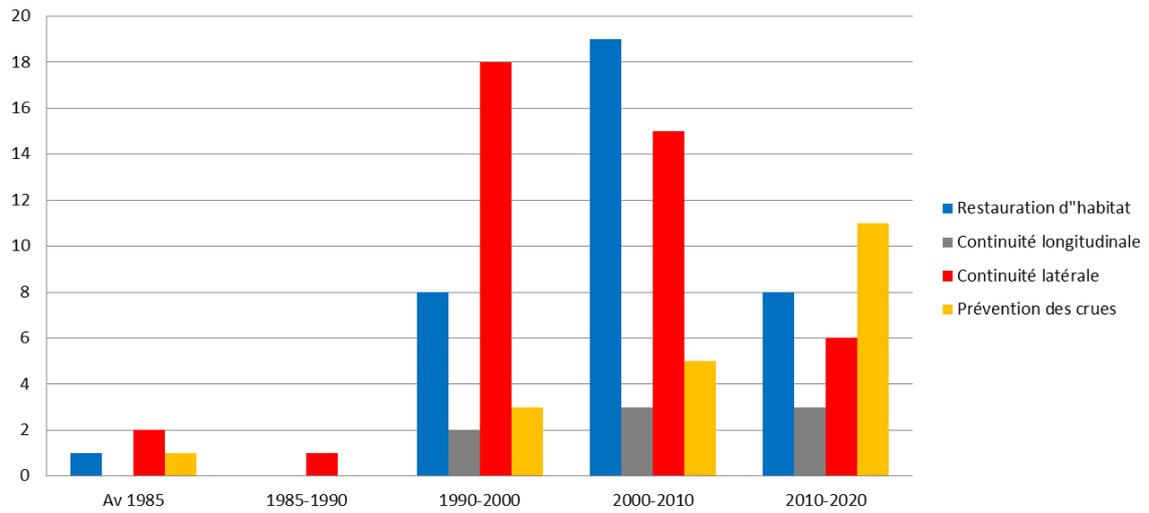


Figure 17 : Evolution des enjeux des projets de restauration dans le temps (Source : Observatoire du Rhin)

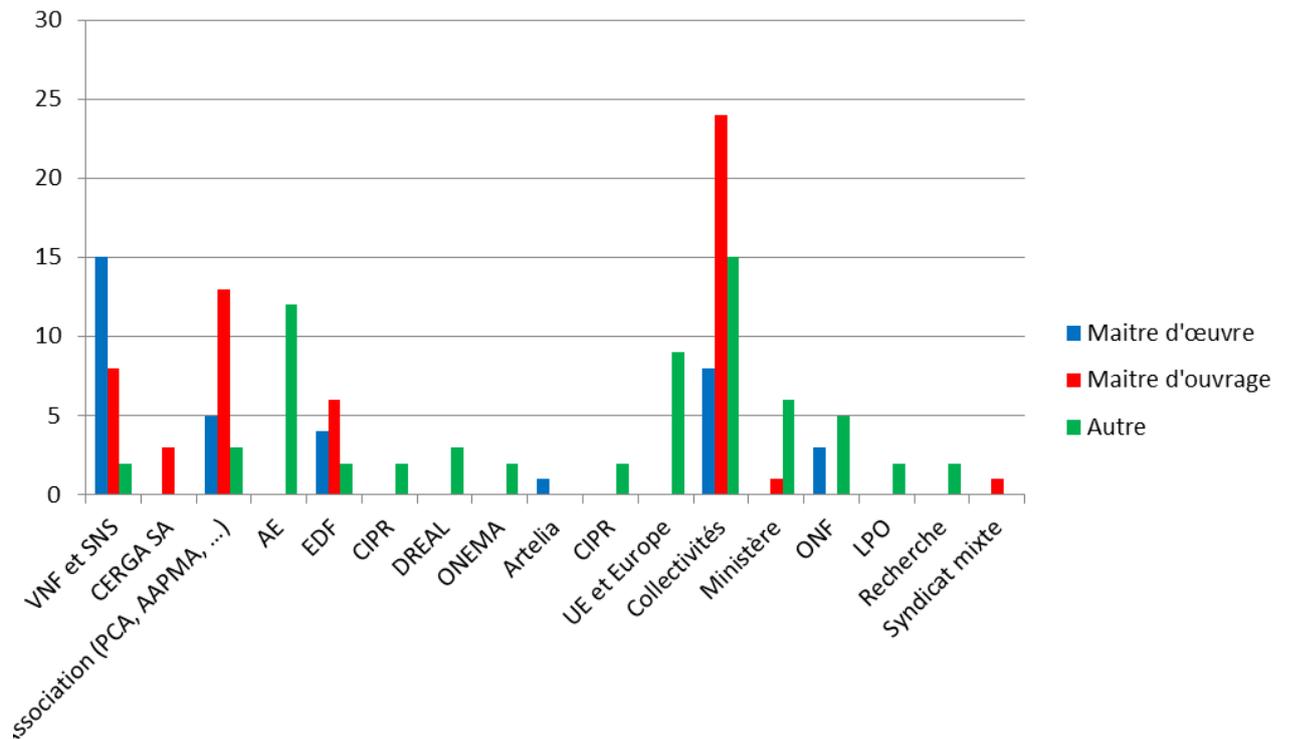


Figure 16 : Identification des acteurs principaux (Source : Observatoire du Rhin)

- la durée de la concession qui est de 25 ans alors qu'EDF aurait souhaité l'avoir pour 50 ans. En 2020, la « clause de rendez-vous » avec l'Etat permettra de faire un état des lieux.

- le débit réservé qui sera de 52 m³/s au lieu de 100m³/s comme le préconisent les associations de protection de l'environnement. En s'appuyant sur les études de l'IRSTEA, Jean-Charles Galland, directeur eau-environnement de l'unité de production hydraulique Est explique que le débit minimal se situe dans la fourchette de 40 à 60 m³/s.

D'après Alsace Nature et des fédérations suisses de protection de l'environnement, EDF ne va pas assez loin (Schaeffer 2016). Cela a débouché fin en 2015 à une conférence organisée par Salmon Comeback pour rappeler aux parties prenantes que le saumon doit pouvoir remonter jusqu'à Bâle sans intervention humaine.

3. Les grands enjeux et acteurs de la restauration

3.1. Présentation de l'observatoire et évolution des enjeux de la restauration

L'Observatoire du Rhin²⁹ a été réalisé par Jordane Serouilou dans le cadre du projet REX. Plusieurs analyses complémentaires ont pu être effectuées. La première (Figure 16) présente l'évolution chronologique des différents types d'opérations dans le temps sur le Rhin supérieur pour comprendre les enjeux principaux sur ce territoire. Les projets sont classés en quatre catégories : la continuité latérale qui correspond à la reconnexion directe de giessen au Rhin, la continuité longitudinale avec la mise en place de passe à poisson principalement, la restauration d'habitats telle que les zones humides et la protection contre les crues avec des opérations favorisant la rétention d'eau (barrage, polder, bassins de rétention). Une opération peut avoir plusieurs objectifs comme par exemple la restauration de zones humides qui sert à la fois la restauration d'habitats et la protection contre les crues. La majorité des projets de restauration d'habitat et de continuité latérale ont été réalisés entre 1990 et 2010. Ils sont aujourd'hui en diminution. En revanche, la continuité longitudinale et la prévention contre les crues sont en augmentation depuis les années 1990. Cette tendance pourrait être due (à la future compétence GEMAPI) à la pression de l'Allemagne pour limiter inondations et aux accords internationaux.

3.2. Les principales parties prenantes de la restauration

La seconde analyse (Figure 17) porte sur les acteurs participants aux projets de restauration. Ils se répartissent entre les financeurs comme l'Agence de l'eau, les maîtres d'ouvrages comme les collectivités territoriales, associations ou EDF et VNF et les maîtres d'œuvres comme VNF, EDF, les conseils départementaux. Un maître d'ouvrage peut aussi être maître d'œuvre. Les acteurs les plus actifs en maîtrise d'ouvrage sont les collectivités territoriales (Région Alsace, conseils départementaux du Bas Rhin et du Haut Rhin, les communautés de communes et les communes). Les associations de protections de l'environnement et de la pêche sont aussi très actives pour porter des projets. VNF et la Service de Navigation de Strasbourg (SNS aujourd'hui VNF) sont aussi des acteurs importants car ils sont en charge de la gestion de certains ouvrages hydrauliques comme le polder d'Erstein. EDF, dans le cadre du renouvellement de sa concession en 2010, s'est engagé à réaliser des mesures compensatoires à Kembs.

²⁹ <http://obs-rhin.engees.eu/> a été créé en 2015 dans le but de répertorier toutes les opérations (143) réalisées sur le Rhin Supérieur en France comme en Allemagne. Il classe les différentes opérations par fiche. Chaque fiche présente les informations disponibles sur le projet.

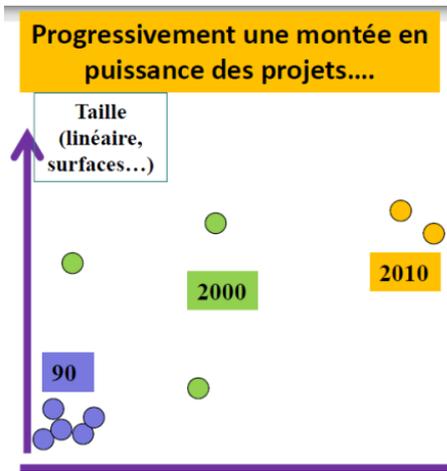


Figure 18 : Evolution de l'ambition des projets de restauration (Source : AERM « « Quels objectifs hydro-morphologiques pour la mise en œuvre de la Directive Cadre sur l'Eau dans le contexte transfrontalier du Rhin. Bilan des travaux engagés depuis 20 ans – perspectives » 2016)

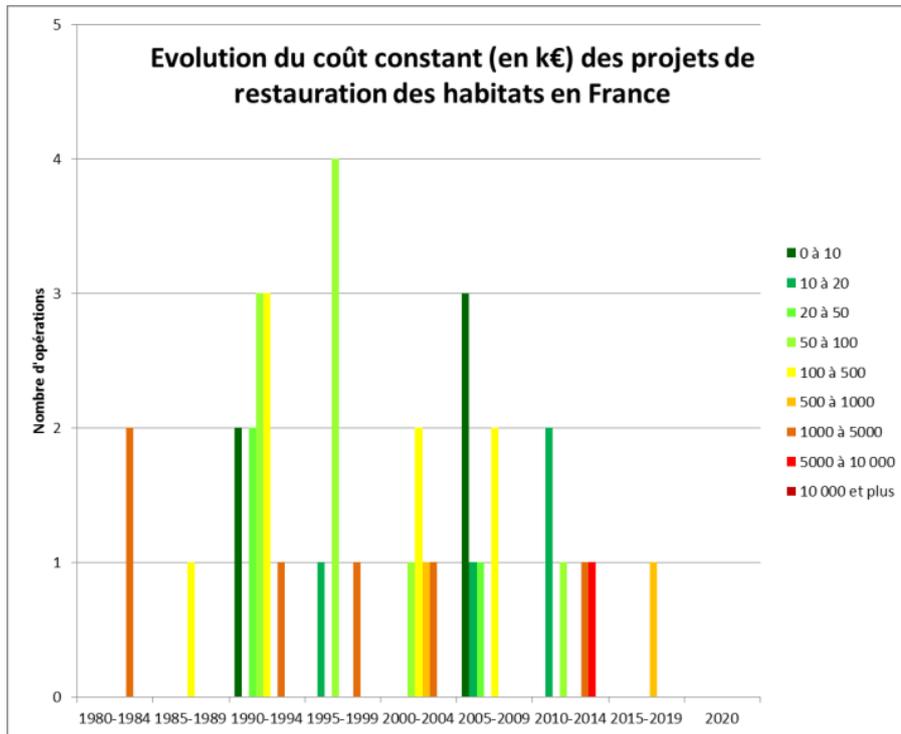


Figure 19 : Source : Observatoire du Rhin

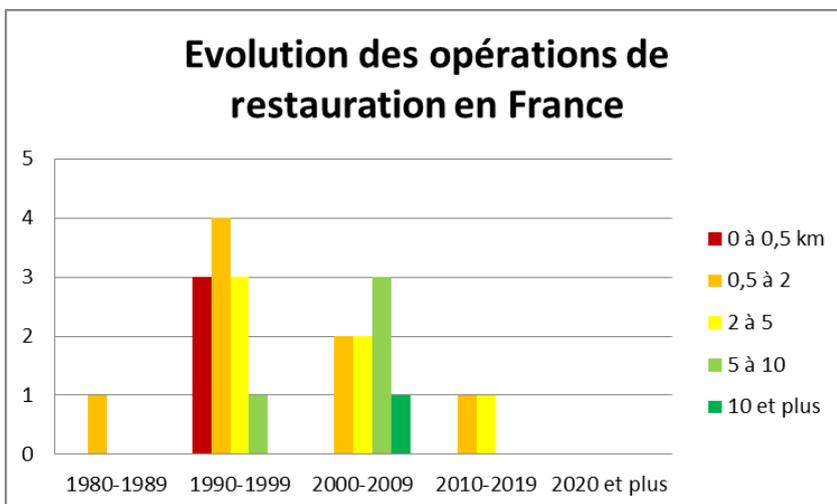


Figure 20 : Source : Observatoire du Rhin

Au total, il existe plus d'une centaine d'acteurs (communes comprises) dans le domaine de la restauration écologique sur le Rhin supérieur.

Ces premières analyses ont permis de déterminer quels acteurs il fallait rencontrer tels que la Région, l'Agence de l'eau Rhin-Meuse, le Conservatoire des Sites Alsaciens, la DREAL, EDF et VNF, la fédération de pêche et celle de pêche, l'ONF, l'association Saumon-Rhin et la chambre d'agriculture, l'Université de Strasbourg dans un premier temps. Puis quatre études de cas ont été sélectionnées pour faire un retour d'expérience.

3.3. Vers des projets plus ambitieux ?

L'Agence de l'Eau Rhin Meuse avance l'hypothèse suivante : « Les opérations de restauration sont devenues de plus en plus ambitieuses au cours du temps. » (Figure 18). A l'aide des données de l'Observatoire du Rhin, il s'agira d'élaborer un graphique similaire malgré le peu de données quantitatives présentes dans la base de données.

Lorsque les projets (Figure 13), toutes catégories confondues, sont passés de l'euro courant à l'euro constant (prise en compte de l'évolution du pouvoir d'achat), il y a toujours eu des projets nécessitant un financement important (en orange). Le nombre de projets ayant reçu un financement plus faible ont été nombreux jusque dans les années 2000 puis une tendance à s'essouffler. En lisant le graphique, on remarque que :

- Des projets conséquents (1 à 5 millions) tous les 10 ans.
- en 2014, deux 2 gros projets (valeur 1 à 10 millions) ont été mis en œuvre,
- auparavant, plusieurs projets de faible valeur (en 1990 et 2005 : nombreux projets d'une valeur de 10 000 à 500 000 euros.).

Le second graphique (figure 14) présentant l'évolution des opérations de restauration sur la rive française montre l'évolution du linéaire restauré (en km) qui tend à devenir de plus en plus important au cours du temps mais en notant une évolution du nombre de projet plus faible, ce qui est en adéquation avec l'hypothèse de l'Agence de l'Eau. En effet, des gros projets comme à Kembs (2014/2016) ou Rohrschollen (2013/2015) ont permis de restaurer des linéaires de cours d'eau important. Cependant, d'après l'Agence de l'Eau, les projets de cette envergure ne seront plus mis en place car ils ont tous étaient réalisés sur le Rhin. Il se peut donc que l'ambition des opérations de restauration dans les prochaines années soit à la baisse sauf si le programme INTERREG « Redynamisation du Rhin » prend un nouveau souffle ou qu'un autre programme européen à l'échelle de la bande rhénane voit le jour.

Pour conclure, de nombreux outils (juridiques, réglementaires, scientifiques, associatifs, ...) peuvent être mobilisé pour retrouver le bon fonctionnement d'un écosystème tout en protégeant les riverains. Sur le Rhin, tous les acteurs (publics et privés) sont concernés et sensibilisés depuis l'accident de Bâle en 1986. Les parties prenantes doivent aujourd'hui s'associer et se coordonner afin de préserver leur patrimoine naturel et culturel.



Figure 21 : Présentation du Rhin avant et après la correction de Tulla (Paillereau et Dillmann 2006)

RETOUR D'EXPERIENCE SUR QUATRE ETUDES DE CAS

Quatre études de cas pour ont été sélectionnées pour réaliser le retour d'expérience. Il s'agit du delta de la Sauer dans le Nord de l'Alsace, la forêt d'Offendorf, l'île de Rhinau et l'Eiswasser. Des freins et des leviers pourront être identifiés grâce à l'analyse de ces opérations.

1. Etudes de cas sur le Rhin Supérieur

1.1. Le delta de la Sauer

1.1.1. Contexte et enjeux

Historiquement, Seltz et Münchhausen ont été construites sur des berges hautes pour être épargnées par les crues du Rhin. Pourtant, suite aux aménagements de Tulla au XIX^{ème} siècle, et aux activités traditionnelles comme le fauchage de l'herbe dans les forêts alluviales (Paillereau et Dillmann 2006), l'ancien bras du Rhin n'était plus alimenté en eau (Figure 21) par le fleuve mais uniquement par les remontées de nappe, très insuffisant pour maintenir le bon fonctionnement d'une forêt alluviale rhénane au stade pionnier. Mais les cours d'eau étaient entretenus jusqu'à 1983 par les pêcheurs professionnels qui retiraient les embâcles permettant d'éviter les envasements précoces des cours d'eau. La pêche a toujours été une activité importante sur ce territoire. Aujourd'hui, la mission de l'association de pêche de Seltz est de « léguer un patrimoine naturel décent à nos générations futures ». Le delta de la Sauer est déjà classé réserve naturelle depuis 1997.

Sur le Delta, d'autres activités économiques étaient présentes : l'artisanat du bois (la ville de Seltz héberge encore aujourd'hui le dernier vannier) et l'agriculture entre le fauchage et le pâturage (Paillereau et Dillmann 2006).

1.1.2. Travaux réalisés

La restauration des giessen, sur ce territoire, a été initiée par l'association de pêche de Seltz présidée par Monsieur Hoffman en partenariat avec le CSA. Elle se charge de maintenir et de créer si nécessaire des frayères en menant des opérations de désenvasement à l'aide de bénévoles, membres de l'association. Les vases sont ensuite analysées en laboratoire. Si elles sont saines, elles sont utilisées pour rehausser les berges. Monsieur Hoffman est aussi en charge de l'entretien des berges et de l'entretien des points d'eau et des cours d'eau de la réserve. Le CSA quant à lui, s'occupe de l'application de la réglementation de la réserve.

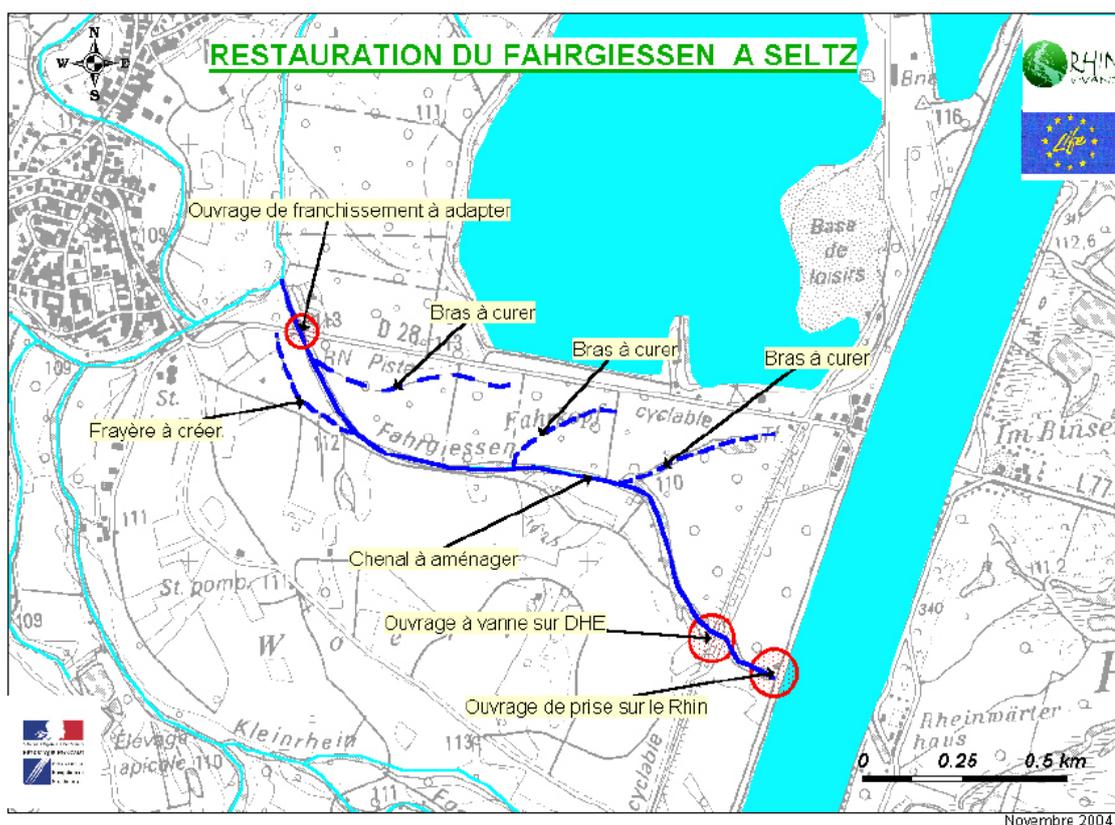


Figure 22 : Présentation des travaux sur le Fahrgiessen (Source : Renaturation et remise en connexion d'ancien bras du Rhin, anonyme, mention Rhin Vivant, communiqué par XX, non daté)

Tableau 9: Fiches d'identité de deux opérations de restauration sur le Delta de la Sauer (Source : Observatoire du Rhin)

Catégories	Fahrgiessen	Kleirhein
Périodes	2005-2006	1993-1998
Maitre d'ouvrage	Communauté de communes du delta de la Sauer	Communauté de communes du delta de la Sauer
Maitre d'œuvre	AAPMA de Seltz + Bénévoles	
Menace	Envasement	
Objectifs	Reconnexion du Rhin Redynamisation du giessen	Reconnexion entre la Sauer et le Rhin Redynamisation du giessen
Programme	LIFE « Rhin Vivant »	Saumon 2000
Cout total	428 382 €	305 000 €
Financement	AAPPMA de Seltz: 5%	AAPPMA de Seltz: 10%

Le programme LIFE a permis à l'association de débloquer des financements pour réaliser des travaux de désenvasement importants sur la Fahrgiessen (Figure 22), mettre en place de nouveaux ouvrages hydrauliques avec l'installation d'une prise d'eau sur le Rhin (sous la digue de correction) et deux ouvrages de franchissement de la route d'accès et de la digue des hautes eaux et une frayère (Serouilou 2016 ; A. Meyer 2012). Le coût total de ces travaux s'est élevé à 428 382 € (Tableau 9) pris en charge à hauteur de 5 % par l'association (« APP Seltz, Fahrgiessen... » 2016). Le tableau ci-contre résume les opérations qui ont été menées sur le Fahrgiessen (Tableau 9) et le Kleinrhein.

1.1.3. Le bénévolat, un atout indispensable sur ce territoire

Pour maintenir des cours d'eau viables pour la vie aquatique, l'association propose à ses membres de participer à des journées en bénévolat pour curer les différents giessen et les plans d'eau de la réserve, nettoyer les berges, étêter les saules, etc. Ces heures sont ensuite déduites du coût total du permis de pêche qui est 109€. Par exemple, si un membre donne 4 heures de son temps, les taxes du permis de pêche lui seront déduites, ce qui correspond à 93€ au final (« AAPPMA Seltz, Carte de pêche... » 2016). Les carpistes qui veulent pêcher de nuit ont aussi la possibilité d'avoir une réduction en donnant 28 heures de bénévolat sur l'année (Hoffman 2016).

1.1.4. Bilan

Le président de l'association de pêche est une personne très engagée dans les problématiques environnementales et plus précisément il se bat quotidiennement en faveur du « bien-être » du poisson (Hoffman 2016). Il veille à ce que les zones de frayères des poissons soient en eau au début du printemps pour permettre la reproduction du poisson. Selon lui, l'un des problèmes sur ce territoire est le manque total de soutien politique. Les communes de Seltz et de Münchhausen n'ont pas intégré les enjeux de la restauration écologique et ont tendance à s'opposer aux souhaits de l'association qui aimerait provoquer des inondations écologiques plus vastes et plus longues. Si cela arrivait, les agriculteurs, constatant que leurs cultures sont submergées iraient directement se plaindre à la mairie. D'autre part, les pêcheurs ont soulevé le problème des rejets de pollution d'origine agricole dans les cours d'eau. Une rencontre de concertation en 2000 a eu lieu entre l'association et la chambre d'agriculture mais aucun accord n'a été trouvé.

Depuis la création de la réserve, l'association doit aussi effectuer des demandes d'autorisation auprès de la DREAL ou de la DDT pour lancer une action de restauration. Le CSA est toujours en faveur de ces projets car ces derniers sont profitables à l'environnement.

Le tableau suivant résume les difficultés et les atouts dont le territoire dispose dans le cadre de la réalisation d'opérations de restauration.

Difficultés	Atouts
Pas de soutien politique	Une association dynamique
Conflit d'usage avec les agriculteurs	Des financements provenant du prix du permis et par un financement européen (pour le Fahrgiessen)
	Des membres prêts à donner de leur temps

TRAVAUX

OUVRAGES

- 8- Aménagement des buses : mise en place de vannes
- 7- Création du gué 1 et d'une passerelle
- 6- Création du gué 2 et d'une passerelle
- 5- Création du gué 3 et d'une passerelle
- 4 - Construction d'un ouvrage de prise dans la darse et création d'un chenal
- 3- Redimensionnement de l'ouvrage de franchissement
- 2- Construction d'un ouvrage de prise, d'un ouvrage de passage de la digue des hautes eaux et création d'un chenal
- 1- Réalisation de travaux d'entretien sur l'ouvrage de prise existant

GENIE ECOLOGIQUE

- Création de mares à batraciens
- Mise en lumière des roselières
- Enlèvement d'embâcles
- Curage de bras, recalibrage et création de frayères
- Réalisation d'un seuil
- Ouverture du bras et mise en place d'une passerelle
- ◆ Gestion de ripisylve

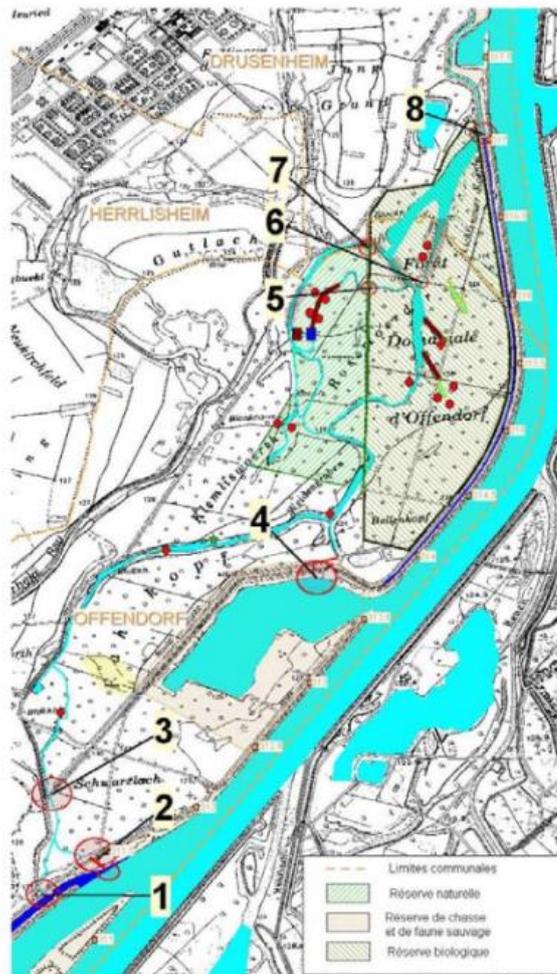


Figure 23 : Plan des travaux dans la forêt d'Offendorf (Source : Renaturation et remise en connexion d'ancien bras du Rhin, anonyme, mention Rhin Vivant, communiqué par XX, non daté)

Tableau 10 : Fiches d'identité l'opération de restauration dans la forêt d'Offendorf (Source : Observatoire du Rhin)

Catégorie	Rossmoerder
Période	2002-2005
Maitre d'ouvrage	Commune d'Offendorf
Maitre d'œuvre	Service de la Navigation de Strasbourg (SNS) Office National des Forêts (ONF) Conservatoire des Sites Alsaciens (CSA)
Menace	Appauvrissement de la forêt alluviale
Objectifs	Reconnexion au Rhin Redynamisation du giessen
Programme	LIFE "Rhin vivant"
Cout total	944 723€
Financement	Europe et Alsace: 48% Ministère de l'écologie: 25% CG du Bas-Rhin: 17% Commune d'Offendorf: 10%

1.2. La forêt d'Offendorf

1.2.1. Contexte et enjeux

La forêt alluviale d'Offendorf, après les aménagements du Rhin qui se sont terminés dans les années 70, n'était plus « lavée » comme le mentionnaient les anciens (Hommel 2016). Les inondations écologiques lors des crues du Rhin ont été supprimées ce qui a provoqué une banalisation de la forêt. Le Rossmoerder, ancien bras du Rhin, était menacé de disparaître à cause d'un débit trop faible qui provoquait l'envasement du lit. Pourtant, pour la population locale, cette forêt alluviale avait plusieurs fonctions dans cette région pauvre : économique (bois de chauffe, cueillette, ...) et sociale (plantes médicinales, mythes et croyances, ...). Il était donc indispensable de la protéger et de redynamiser le Rossmoerder. L'état de fonctionnement que le porteur de projet souhaite retrouver est une forêt correspondant à celui du Rhin de Tulla.

La création de la réserve naturelle sur 60 ha en 1989 et la classification en 1996 des 450 ha restant en forêt de protection est un premier pas vers la protection de cet habitat fragile (Hommel 2016). Il permet dans un premier temps de limiter les différents usages économiques dans le périmètre mais ce n'est pas suffisant car la création de la réserve ne permet pas à la forêt de maintenir son état pionnier. Une opération de redynamisation et de reconnexion du giessen était donc indispensable.

1.2.2. Travaux réalisés

Le programme LIFE Rhin Vivant, a permis de financer, à hauteur de 944 723 €, une phase de travaux (Figure 23 et tableau 10) permettant l'entrée d'un débit plus important dans le Rossmoerder par la mise en place de trois vannes (1, 2 et 4) sur la carte. Malheureusement ce débit d'entrée ne peut pas être plus élevé que de 10 m³/s car la vidange se fait directement dans le contre-canal de drainage dont le débit maximal est de 7 m³/s.

Au cours de ces travaux, réalisés par VNF, la vanne de la passe à poisson rustique a été installée trop en hauteur par rapport au niveau du fleuve ce qui provoque un arrêt de fonctionnement 4 mois dans l'année. Un second imprévu a été constaté lors de la percée de la berge des hautes eaux qui reposait sur un matériau très instable : le « schlame ». La commune a donc dû financer la consolidation de la berge par l'introduction de béton hydrofuge (Hommel 2016).

Aujourd'hui, des relevés faune-flore constatent le retour d'une biodiversité remarquable et les pêcheurs ont aussi souligné l'apparition en quelques mois d'eaux plus poissonneuses. Il manque des données faune-flore avant l'opération pour constater l'apparition de nouvelles espèces. Il n'y a pas encore de suivi sur l'évolution des sédiments du giessen ce qui pourrait être intéressant pour comprendre son dynamisme (Hommel 2016).

1.2.3. Bilan

Dans la forêt d'Offendorf, la commune prévoit une inondation écologique à l'année bien qu'elle soit compliquée à anticiper entre les différentes parties prenantes. Pour remédier à ce problème, le maire de la commune a désigné un conseiller pour coordonner et trouver une date qui convient aux parties prenantes. Depuis une quinzaine d'années, seulement trois ou quatre inondations écologiques ont eu lieu. Pour réaliser une inondation, il faut 36 heures de remplissage pour arriver à une hauteur d'eau de 20 cm.

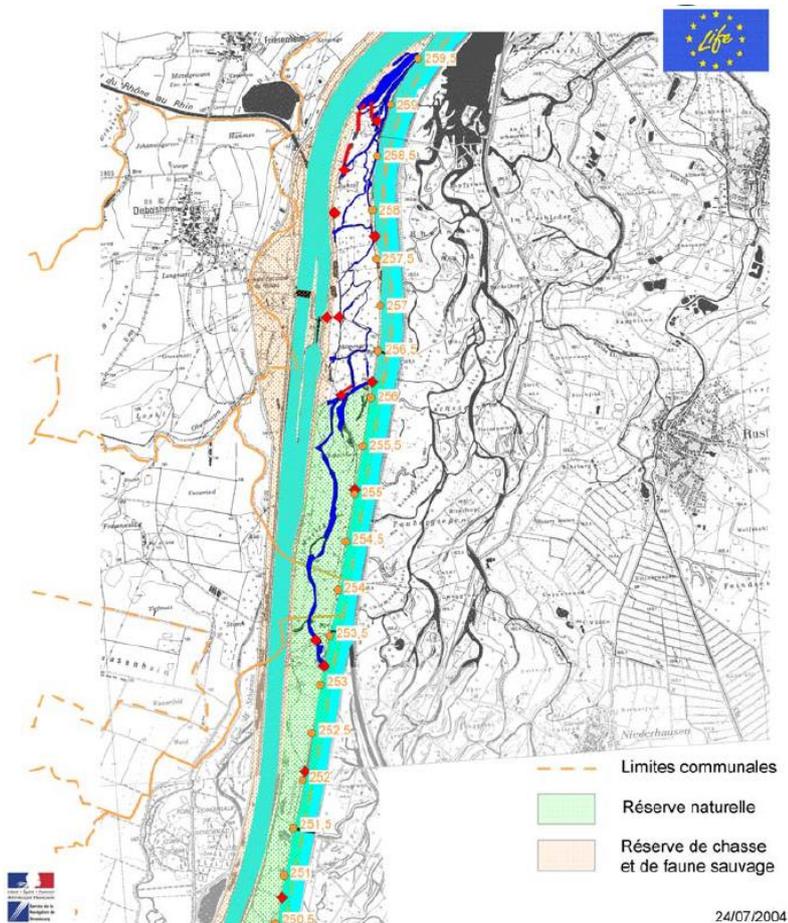


Figure 24 : Présentation des travaux sur l'île de Rhinau (Source : Renaturation et remise en connexion d'ancien bras du Rhin, anonyme, mention Rhin Vivant, communiqué par XX, non daté)

Tableau 11 : Fiche d'identité de l'opération de restauration sur l'île de Rhinau (Source : Observatoire du Rhin)

Catégorie	Schaftau
Période	2004-2005
Maitre d'ouvrage	Commune de Rhinau
Maitre d'œuvre	Service de la Navigation de Strasbourg (SNS) Office National des Forêts (ONF) Conservatoire des Sites Alsaciens (CSA)
Menace	Appauvrissement de la forêt alluviale
Objectifs	Reconnexion au Rhin Redynamisation du giessen
Programme	LIFE "Rhin vivant"
Cout total	741 110 €
Financement	Union européenne: 45% Ministère en charge de l'environnement: 25% CG du Bas-Rhin: 10% Commune de Rhinau: 6% CG du Haut-Rhin: 2%

La redynamisation du Rossmoerder est donc une étape importante pour maintenir une forêt alluviale pionnière. Ces travaux ont pu avoir lieu grâce aux financements européens et à la motivation d'un maire ayant une forte sensibilité environnementale. Un autre avantage indirect de la restauration, le maire a constaté qu'en préservant l'environnement et en améliorant le cadre de vie, le nombre de demandes d'installation de nouveaux habitants est en augmentation (Hommel 2016).

En 2015, 3,5 ha de zone tampon ont été rachetés par la commune. Ce terrain doit être, dans un avenir proche, renaturé avec des haies et les cours d'eau seront restaurés permettant une meilleure circulation de l'eau.

Le tableau suivant résume les difficultés et les atouts dont le territoire dispose dans le cadre de la réalisation d'opérations de restauration.

Difficultés	Atouts
Techniques (niveau passe à poisson et schlame dans la berge)	Financements LIFE
Financière (faire un avenant pour l'introduction de béton hydrofuge pour consolider la digue)	Commune avec un maire dynamique et moteur
Humain et politique (coordination entre les parties prenantes : ONF-CSA-pêcheurs-chasseurs-VNF-riverains)	Appui du CSA

1.3. L'île de Rhinau

1.3.1. Contexte et enjeux

Cette île artificielle a été créée en 1963 avec la construction de la centrale hydroélectrique. Aujourd'hui, le site est l'un des plus représentatifs des forêts alluviales rhénanes sur 240 ha, soumis aux crues et dont une partie est classée en réserve naturelle.

Mais, suite aux travaux de canalisation, cette forêt était menacée et se transformait peu en peu en forêt de bois dur. Le programme LIFE a permis de réaliser des travaux pour garder son caractère de forêt alluviale. Pour convaincre des élus locaux et la population, la commune de Rhinau avait déjà effectué des travaux de renaturation sur le Breintsandgiessen. Ces derniers ont fortement impressionné les locaux « Pendant les travaux, les anciens allaient tous les jours sur le chantier pour voir l'état d'avancement. » (D. Meyer 2016) alors que ce bras était dans un état critique d'envasement : 20 cm d'envasement par an.

Toujours dans le cadre du programme LIFE « Rhin Vivant », la commune de Rhinau a pu obtenir des financements européens pour mettre en place des actions de restauration (Figure 24 et Tableau 11) sur l'île de Rhinau afin de redynamiser un giessen à la frontière entre la réserve et le reste de l'île : le Schafteu.

1.3.2. Travaux réalisés

Le Schafteu a bénéficié de travaux de désenvasement sur un linéaire de 7,5 km. La prise d'eau sur le Vieux Rhin a été agrandie. Il y a eu trois abaissements de digues, la création de mares à batraciens et la réalisation de gués et de ponts (Serouilou 2016). Globalement, les interventions humaines sont été faibles. La gestion des embâcles se fait à l'aide d'une barque à fond plat. Il n'y a pas eu de négociation de droits d'eau car l'ensemble du débit est restitué en aval.

1.3.3. Bilan

Tous les giessen ont été redimensionnés et interconnectés afin de pouvoir laisser passer une barque à fond plat. Ils sont d'ailleurs aujourd'hui exploités pour le développement touristique afin de mettre en valeur l'identité rhénane. Les projets de restauration s'inscrivent très bien dans le développement économique et le tissu social du territoire.

Pour les questions de sécurité, les gens doivent prendre leur responsabilité en cas de crue et d'inondation écologique. Une barrière et des panneaux ont été installés pour prévenir les promeneurs.

Un avenant a dû être réalisé suite à une estimation trop « optimiste » des marchés publics. Le coût final initial de ces travaux était de 741 112 € mais en rajoutant l'avenant, il s'élève à plus de 800 000 € (D. Meyer 2016).

Le suivi se fait uniquement dans la réserve naturelle. Il est réalisé par le CSA et se concentre sur un suivi faune-flore. L'absence de financement ne permet pas de réaliser plus de type de suivi. Cependant, les pêcheurs ont souligné le retour de la perche qui avait disparu depuis des années.

La commune de Rhinau a aussi pris en charge des travaux de restauration du giessen de Daubensand. La commune de 400 habitants, dont il dépend, n'a pas les moyens financiers pour porter un projet de cette envergure, Rhinau s'est donc proposée pour animer la maîtrise d'ouvrage, faisant preuve de solidarité entre élus.

Le tableau suivant résume les difficultés et les atouts dont le territoire dispose dans le cadre de la réalisation d'opérations de restauration.

Difficultés	Atouts
Financière (faire un avenant pour corriger les marchés publics)	Financements LIFE + auto-financement
Démarches administratives très lourdes (demande d'autorisations)	Commune avec un maire dynamique et moteur et bonne communication
	Appui du CSA
	Volonté de faire découvrir le patrimoine naturel de l'île de Rhinau
	Première expérience réussie de renaturation dans le passé
	Solidarité entre communes

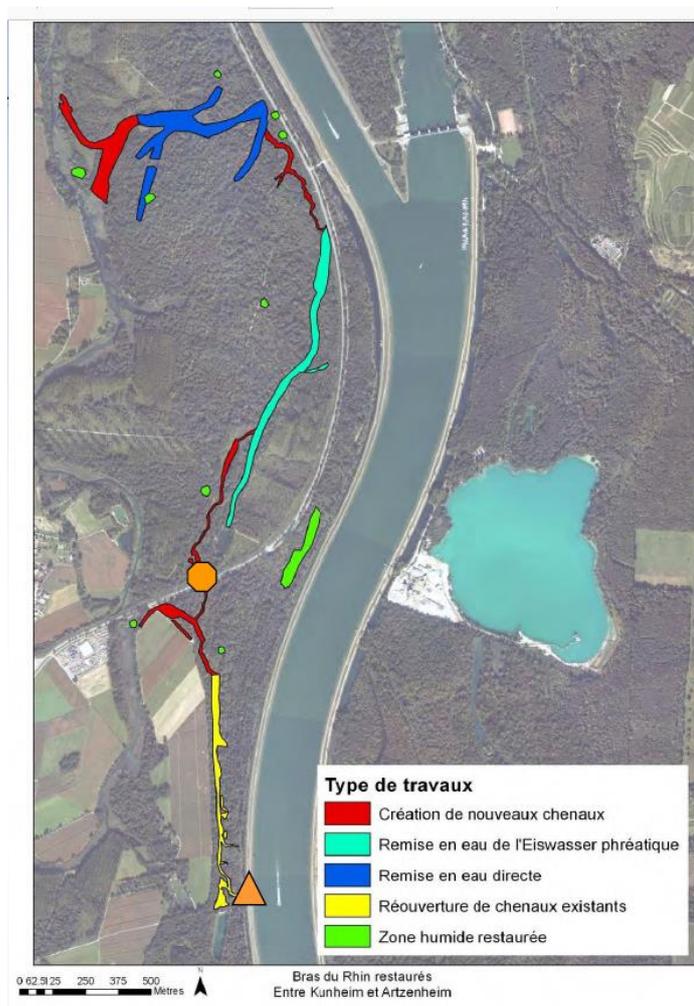


Figure 25 : Présentation des travaux sur l'Eiswasser (Source : Renaturation d'anciens bras du Rhin entre Kunheim et Artzenheim, Cécile KLEIN et Samuel AUDINOT, mention IRMA Interreg, communiqué par le conseil départemental du Haut-Rhin, 2012)

Tableau 12 : Fiche d'identité de deux opération de restauration dans le Haut Rhin à Kunheim (Source : Observatoire du Rhin)

Catégorie	Eiswasser
Période	2004-2005
Maitre d'ouvrage	Conseil Général du Haut-Rhin
Maitre d'œuvre	Service de la Navigation de Strasbourg (SNS) Electricité De France (EDF)
Menace	Envasement très important
Objectifs	Reconnexion au Rhin Redynamisation du giessen
Programme	IRMA - INTERREG IIC
Cout total	1 524 500€
Financement	Union européenne: 40% Etat (DIREN Alsace): 33% Agence de l'eau: 17% Conseil Général du Haut-Rhin: 10%

1.4. L'Eiswasser

1.4.1. Contexte et enjeux

Il s'agit d'un territoire dans le Haut-Rhin où l'Eiswasser, ancien bras du Rhin, avait complètement disparu, comblé par les sédiments puis la terre suite aux aménagements sur le fleuve. Face à ce constat, le conseil départemental du Haut Rhin a décidé de restaurer ce bras grâce aux financements IRMA³⁰ (Interreg Rhine-Meuse Activities), programme de financement européen dans les années 2000. La forêt avait perdu sa richesse alluviale d'antan et de nombreuses zones humides avaient disparu.

En recréant ce bras, l'objectif principal était de diversifier les milieux en améliorant la fonctionnalité du milieu alluvial entre Kuenheim et Artzenheim. Comme pour les projets précédents, il s'agissait de renaturer, reconnecter et remettre en eau d'anciens chenaux et d'optimiser les droits d'eau existants. De plus, un objectif ambitieux voulait permettre au bras d'être alimenté par des débits pouvant varier en fonction de celui du Rhin. Ce dernier point était une nouveauté par rapport aux projets cités précédemment.

1.4.2. Travaux réalisés

Après une étude topographique, de la nappe phréatique et écosystémique pour définir le meilleur tracé possible, une connexion a été faite sur le Rhin avec la mise en place d'une prise d'eau (représenté par le triangle sur la Figure 25). Celle-ci est gérée de façon à faire varier les débits entrants.

Au total, plus de 12 km de linéaire ont été restaurés, des mares à batraciens ont été installées et des passages sécurisés pour les mammifères semi-aquatiques ont été aménagés. Le montant des travaux s'est élevé à 1 524 500 € (Tableau 13).

1.4.3. Bilan

Des inventaires faune-flore ont démontré l'efficacité de la restauration par le retour d'un certain nombre d'espèces comme le castor ou le martin pêcheur. Cependant, le conseil départemental n'a jamais réussi à se coordonner avec les autres parties prenantes pour faire varier le débit de la vanne et provoquer des inondations écologiques suite à des craintes des riverains.

Le tableau suivant résume les difficultés et les atouts dont le territoire dispose dans le cadre de la réalisation d'opérations de restauration.

Difficultés	Atouts
Coordination et accord entre les parties prenantes pour faire varier les débits	Financements LIFE + auto-financement
	Diversification des habitats et variation du débit d'entrée

³⁰ <http://www.irma-programme.org/>

Le principal objectif est de limiter sur le bassin Rhin-Meuse les inondations et de favoriser le développement économique et social de ce territoire. Il s'agit d'un programme de financement européen.

1.5. Bilan global

Chaque cas a été considéré comme une réussite par les porteurs de projets car ils répondent aux objectifs de l'époque : redynamiser les giessen et les reconnecter au Rhin. De façon général, tous les projets de restauration sur la bande rhénane ont été menés jusqu'à leur terme et sont considérés comme des réussites. L'un des points fort de ces projets est qu'ils s'inscrivent dans l'histoire du territoire (Bouni 2014). De plus, ils s'inscrivent globalement dans le projet de territoire (Ile de Rhinau et Offendorf). Cependant, plusieurs problèmes récurrents persistent tels que :

- l'absence de suivi des effets de l'opération sur l'écosystème qui limite l'évaluation de l'efficacité des opérations de restauration. Dans les faits, il existe quatre niveaux de suivi : le niveau zéro correspond à l'absence de suivi sur le site. Un premier niveau de suivi est effectué lorsque des retours informels sont fournis par les usagers tels que les pêcheurs constatant le retour de poissons comme sur le delta de la Sauer ou sur l'île de Rhinau. Dans les réserves naturelles, le CSA procède à des inventaires faunistiques et floristiques, selon leur moyens financiers, qui permet de déterminer la présence ou non d'une espèce spécifique et de suivre l'évolution d'une population comme sur l'île de Rhinau. Il s'agit du second niveau de suivi. Enfin, le dernier niveau de suivi est réalisé avec une grande rigueur scientifique et prend en compte une multitude d'aspects (physique, chimique et biologique) comme sur l'île du Rohrschollen. Cependant, il manque tout le suivi en sciences humaines (impression des riverains, indicateurs de bien être, ...) qui permettrait un suivi complet de l'opération de restauration mais qui n'a jamais été réalisé.

- la nécessité de mettre en place des lois de manœuvres où l'Etat désigne un organisme responsable de la gestion des ouvrages hydrauliques. Sur le Rhin, VNF a été désigné pour effectuer cette mission. La question se pose dans la date d'ouverture des vannes et qui peut convenir à toutes les parties prenantes.

- un débit encore insuffisant et un nombre d'inondations trop restreint dû à la configuration de la bande rhénane (technique) et à des conflits d'usages importants.

D'autre part, dans tous les cas, chacun aura développé sa stratégie selon des objectifs propres. De plus, ces opérations ont pu être effectuées grâce à des financements européens. Sans ces derniers, la situation serait peut-être encore en train de se dégrader mais ce n'est pas suffisant. Bien que les projets soient de plus en plus ambitieux, il faudrait aujourd'hui reprendre chaque cas et proposer des actions qui redynamiseront les giessen avec peu d'interventions humaines. Pour cela, il faudrait par exemple rassembler les acteurs du territoire lors d'un séminaire pour présenter les opérations déjà réalisées et inciter les acteurs à poursuivre. Et dans un second temps, proposer aux participants de réfléchir à des scénarios pour, dans un futur proche, améliorer le débit des giessen et maintenir des forêts alluviales rhénanes. Parce qu'il s'agit ici d'un élément essentiel de l'identité de la bande rhénane, d'un patrimoine naturel à protéger.

De plus, une réflexion sur la valorisation de ces opérations à l'échelle nationale doit être entreprise selon la responsable de la mission « Axe Rhéan » de la DREAL François Erb Marchal (Erb Marchal 2016). L'exemple du développement touristique de l'île de Rhinau respectueux de l'environnement peut être une idée. La commune de Rhinau a aménagé des canaux pour permettre de passage de barques à fonds plat dont les passages journaliers sont limités. Cette activité permet aux touristes et aux riverains d'appréhender les enjeux de protection de ce patrimoine naturel.

Pour aller plus loin, ces cas peuvent être comparés avec les actions du grand plan Loire Nature qui finance des actions sur les forêts alluviales de l'Allier.

2. La conduite de projet sous contraintes

2.1. Les freins de la restauration

Bien que ces projets se soient déroulés il y a bientôt plus de 15 ans, les difficultés rencontrées à l'époque peuvent avoir pris de l'importance de nos jours comme c'est le cas par exemple du volet administratif. En revanche, la technicité et les améliorations dans le génie écologique se sont affinées. Grâce à ces études de cas via les entretiens et la recherche bibliographique, il a été possible de définir différents freins d'ordre économique ou financier, politique, administratif et technique. Ils peuvent être liés à l'organisation de notre société ou bien émerger directement de l'échelle locale.

2.1.1. Les freins financiers

Dans le volet financier, il peut y avoir des freins sur :

- la faible capacité d'autofinancement des maîtres d'ouvrages pour des projets conséquents. Bien qu'ils aient droit à des subventions, les maîtres d'ouvrages doivent être capables de financer le projet à hauteur de 20%. De plus, avant de lancer les travaux, ils doivent s'engager en préfinançant l'ensemble de l'opération. Une autre difficulté spécifique aux communes est la récupération de la TVA au bout de 2 ans alors que la TVA des projets fait par les communautés de communes est récupérée au bout d'un trimestre. Ceci peut bloquer des projets de certaines communes.

- la réalisation d'avenants au moment des travaux qui varie entre 20 et 30% du coût final de l'opération. Ceci peut être dû à une mauvaise estimation des travaux ou à des imprévus qui surgissent au moment du chantier.

- la poursuite du projet avec la réalisation d'un suivi. Celui-ci est très peu analysé en amont du projet et s'il est prévu, son budget peut passer pour financer les avenants. Pour les porteurs de projet, il ne s'agit pas d'une étape essentielle. Mais il existe des solutions comme les programmes de recherche qui peuvent être ciblés sur le suivi.

2.1.2. Les freins politiques

Dans les freins politiques, qui fait référence à la volonté des parties prenantes, des difficultés peuvent être rencontrées pour :

- choisir le maître d'ouvrage et savoir qui possède la ou les compétences nécessaires pour gérer le projet. La solution se trouve-t-elle dans la compétence GEMAPI destinée aux communes ? Non car selon le directeur de l'Agence de l'Eau Rhin Meuse, la gestion du fleuve restera une compétence de l'Etat (Goetgebeur 2016).

- sensibiliser les élus et accroître la communication des enjeux sur la restauration. Seuls les retours d'expériences réussis permettent de dépasser cette difficulté. En cas de non soutien politique, les projets sont en général moins bien acceptés.

- coordonner les parties prenantes pour limiter les conflits d'usages. Il s'agit là de faire passer l'intérêt général avant tout, ce qui n'est pas une chose facile (D. Meyer 2016). L'une des solutions consiste à rassembler les différentes parties prenantes autour d'une table et d'exposer chaque point de vue. Parfois, ce n'est pas suffisant.

2.1.2.1. Gestion hydraulique des ouvrages

Sur le Rhin, la gestion des ouvrages hydrauliques est effectuée par VNF, désigné par l'Etat via des lois de manœuvre. Celles-ci sont élaborées selon les enjeux des différentes parties prenantes et les conditions hydrauliques du fleuve. Ces lois de manœuvres définissent les périodes d'ouverture de ces vannes. Des acteurs sont en faveur de l'ouverture des vannes qui connectent des bras secondaires au fleuve pour permettre des submersions écologiques. Il s'agit du CSA et d'associations naturalistes, des élus ayant assimilés les enjeux environnementaux de la restauration, les scientifiques et certains pêcheurs. Une réflexion sur la gestion de ces ouvrages doit être envisagée pour limiter les conflits d'usages en présence des différentes parties prenantes.

2.1.2.2. Droits d'eau

L'essentiel des débits du Rhin (1550 m³/s), depuis le traité de Versailles a été attribué à EDF pour l'exploitation de ses usines hydroélectriques. Il est extrêmement difficile de négocier avec eux pour permettre à quelques mètres cubes de circuler dans les bras secondaires. D'après leurs estimations qui sont confidentielles, pour un mètre cube non turbiné, ils perdraient environ 100 000 €. Il existe un cas où la négociation n'est pas essentielle : lorsque l'eau est déviée entre deux barrages où environ 80% du débit sera restitué (Hommel 2016).

2.1.2.3. Conflits d'usages : la chasse, le bois, l'agriculture et les riverains

De façon générale, les submersions écologiques engendrent des conflits d'usages entre parties prenantes dont les plus actives sont :

- les chasseurs qui accusent les inondations écologiques des noyages de gibiers. Or ce gibier sait nager et prend l'habitude de ces submersions. Il existe trois solutions : le dédommagement des chasseurs, solution non durable, la proposition de baux de chasse plus intéressants ou la création d'îlots de protection qui consiste à installer des buttes qui serviront de refuge pour le petit et le gros gibier ;

- les pêcheurs qui sont très en faveur de la redynamisation car elle permet le renouvellement des poissons. Mais ils craignent aussi la formation de poches d'eau où les poissons pourraient rester prisonniers et donc mourir. La solution est de faire des inondations de courtes durées (Hommel 2016) ;

- les agriculteurs qui ne veulent pas d'eau dans leur champ. En cas d'inondation des champs, les cultures peuvent être perdues. Des alternatives pourraient être mise en place : des dédommagements peuvent être versés aux exploitants ou des cultures résistantes à l'eau comme le riz.

- les riverains pour qui l'apparition de poches d'eaux stagnantes peuvent aussi être favorables à la prolifération des moustiques. De plus, lors de la vidange du polder d'Erstein, les riverains ont constaté la présence d'eau dans leur cave et leur jardin. Cependant aucune étude n'a montré un lien entre la vidange du polder et l'eau dans les jardins (Schmitt 2016).

2.1.3. Les freins administratifs

Dans les freins d'ordre administratif, la principale difficulté, d'après les élus (D. Meyer 2016), réside au sein de notre société « hyper protectionniste » pour se protéger contre tout accident. Ceci engendre des procédures administratives très lourdes, des dossiers à constituer très volumineux (études préalables, demandes de subventions, marchés publics, ...) et des délais de réponse important.

Tableau 13 : Résumé des freins et leviers principaux (Source : Petit C.)

Aspect	Freins	Leviers
FINANCIER	Coût total de l'opération Faible capacité d'auto-financement des porteurs de projet	Accord de subventions
POLITIQUE	Légitimité du porteur de projet Sensibilité des élus	Selon l'expérience ou la compétence Retour d'expériences d'anciennes opérations Intégration du contexte historique
SOCIAL	Conflits d'usage : - Perte de gibier ; - Inondations de champs agricoles ; - Poches d'eau (condamne les poissons et prolifération de moustique) ; - Sécurité des riverains	- Création d'îlots refuge, baisse des baux de chasse et dédommagement aux chasseurs ; - Contractualisation de MAE, indemnisation et adaptation des cultures ; - des inondations fréquentes permettent d'éviter les eaux stagnantes ; les animaux (poissons ou gibiers) s'habituent à ces submersions écologiques ; - mise en place de mesures de sécurité et responsabilisé les promeneurs
ADMINISTRATIF	Démarches importantes	Motivation du porteur de projet
TECHNIQUE	Erreurs de calcul Prolifération d'espèces invasives Absence de suivi	Acquérir de l'expérience Surveillance des espèces pionnières (intervention du génie végétal) Débloquer des programmes scientifiques

2.1.4. Les freins techniques

Les freins d'ordre technique ne sont pas les plus importants. Il peut quand même y avoir un doute dans le choix du maître d'œuvre et de sa légitimité. L'un des imprévus les plus communs est d'origine humaine avec par exemple une erreur de calcul sur une vanne (Lebeau 2016), la rendant alors inutilisable. Le second est de dire que la restauration sera favorable au développement d'espèces invasives, ce qui est le cas pour 90% des opérations de restauration. D'où le fait de surveiller et de suivre l'évolution du milieu dans ces premières années de recolonisation de l'espace.

2.1.5. Les autres freins existants

Il peut exister d'autres freins qui n'ont pas été évoqués dans la réalisation des opérations citées précédemment mais ayant été mis en évidence par l'OMENA (ASTEE 2013) :

- le manque d'information des maîtres d'ouvrages peut entraîner la rédaction d'un mauvais cahier des charges. L'une des solutions a été la rédaction de la norme Afnor homologuée en 2012 qui explique aux porteurs de projets les démarches à suivre (AFNOR 2012) ;

- la difficulté de la maîtrise foncière. Dans les cas étudiés, les terrains appartiennent aux communes et sont en général exploités par l'ONF qui est le gestionnaire des forêts communales mais pas le propriétaire. La gestion du foncier est donc plus simple et il y a donc très peu de négociation à faire ;

- concilier génie civil et génie écologique considérés comme deux visions opposées alors qu'elles devraient être pensées comme complémentaires. Les travaux de génie civil sont effectués au début de l'opération et permettent de réaliser des actions que le génie écologique ne pourrait pas faire comme par exemple la mise en place de nouvelles vannes dans la digue ;

- la difficulté à bien définir les objectifs du projet voir à les quantifier et d'établir des indicateurs. La DCE peut être une solution mais ses indicateurs d'évaluations ne sont pas assez ambitieux.

Il faudrait réaliser une analyse plus précise de ces freins et les pondérer pour les hiérarchiser et pour pouvoir agir pour limiter leurs effets sur la prise de décision finale.

2.2. Les leviers en faveur de la restauration

Certains leviers ont déjà été évoqués précédemment car pour un frein identifié, il peut exister un ou plusieurs leviers (Figure 26). Ces leviers sont nécessaires pour réussir une opération de restauration.

D'un point de vue financier, il existe de nombreuses aides et subventions attribuées à plusieurs échelles : européennes, nationales (agences de l'eau), régionales et parfois locales en provenance du département. Les subventions peuvent financer entre 80% et 100% du projet selon la politique de l'Agence de l'Eau. Par exemple, l'Agence Rhin Meuse propose des financements allant à 100% pour des projets de restauration des milieux aquatiques. De plus, des programmes scientifiques peuvent être lancés dans le cadre de la réalisation du suivi. Par exemple, le GRAIE (Groupe de Recherche Rhône Alpes sur les Infrastructures et l'Eau) a pu mettre en œuvre un suivi scientifique sur 15 ans via un programme de recherche « RhôEco » à l'échelle de Rhône entre 2000 et 2015 (GRAIE 2015).

Pour le volet technique, les recherches ont bien évolué et aujourd'hui, les génies civil et écologique sont complémentaires dans la réalisation de travaux de restauration. Les retours d'expérience d'opérations réussies contribuent aussi à encourager les porteurs de projets.

Les leviers politiques sont très importants car ils sont déterminants dans la prise de décision. Dans ces leviers, il faut prendre en compte l'engagement de certains acteurs qui peuvent avoir la volonté de vouloir améliorer le cadre de vie. C'est le cas pour les élus en général. Le bénévolat est aussi un levier important comme c'est le cas sur le delta de la Sauer. Lorsqu'aucun acteur ne souhaite porter un projet, la législation incite fortement par plusieurs directives et lois à mettre en œuvre des opérations sous peine d'amendes.

Un dernier argument en faveur de la restauration écologique est le changement climatique. Celui-ci est une question de plus en plus fréquente dans notre quotidien. Dérèglement climatique, catastrophes naturelles, montées des eaux, émissions des gaz à effets de serre sont des problèmes de plus en plus visibles. A l'échelle de la bande rhénane, les étés sont de plus en plus secs et les hivers, de plus en plus humides. Ici, le climat est donc de plus en plus extrême.

Or, ce sujet n'est jamais évoqué au cours des opérations de restauration alors que celles-ci pourraient justement être conçues contre ce changement global. En effet, les forêts alluviales ont pour caractéristique de pouvoir écrêter les crues, stocker et filtrer les gaz à effet de serre et en cas de fortes chaleur, servir de réservoir de biodiversité en maintenant un micro-climat. Des études sont nécessaires pour prouver ces constats. La lutte contre le changement climatique serait donc un argument de poids en faveur de la restauration des milieux alluviaux en s'appuyant sur la notion de services écosystémiques qui est un concept encore peu connu dans la sphère des professionnels.

Pour conclure, l'étude de ces quatre cas ont permis de définir deux visions de la restauration : curage versus inondations écologiques. De plus, divers obstacles et leviers ont pu être identifiés et complétés par la recherche bibliographique.

Tableau 14 : Résultats du suivi du polder sur 5 ans

Modifications	Résultats
Hydrologique	<ul style="list-style-type: none"> - L'alimentation phréatique apportant des eaux moins eutrophes - Les débits d'échange rivière-nappe ont régulièrement augmenté
Géomorphologique	<ul style="list-style-type: none"> - Les submersions ont favorisés le nettoyage des berges ainsi que la mise en place de phénomène de sapement et de raclage - Tendance généralisée à l'envasement des linéaires aval des trois Giessen étudiés
Qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> - « Bonne » à « très bonne qualité » de l'eau vis-à-vis d'une pollution par les métaux lourds mais une contamination aux halogénés polycycliques aromatiques (HPA) a été décelé - Amélioration généralisée de la diversité faunistique et de la qualité hydrobiologique des Giessen
Ecosystèmes forestiers	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de variation notable de la composition et de la richesse floristique espèces pionnières continuent à souffrir de l'absence d'inondations de forte compétence - Une tendance vers des conditions plus humides semble s'amorcer - La densité de la population de chevreuils a fortement diminué alors que celle des sangliers s'est stabilisée
Ecosystèmes aquatiques	<ul style="list-style-type: none"> - La qualité écologique des cours d'eau du polder fondée sur leur composante piscicole est globalement médiocre aucun effet négatif ni positif significatif sur les populations et les peuplements d'amphibiens - la composition des peuplements de macro-invertébrés benthiques indique une amélioration des conditions du milieu dès la première mise en eau du polder d'Erstein
Exotiques invasives	<ul style="list-style-type: none"> - Les plantes exotiques invasives (ou susceptibles de le devenir) semblent peu nombreuses dans le polder

PERSPECTIVES : QUELLE CONDUITE DE PROJET POUR DEMAIN ?

Grâce au retour d'expérience des quatre opérations étudiées, deux visions de la restauration ont pu être identifiées : via le curage ou via des inondations ou submersions écologiques. Dans une bonne conduite de projet, l'une des étapes à prendre en compte est celle de l'évaluation. Les quatre opérations précédentes seront donc évaluées selon les connaissances acquises lors des entretiens et des données obtenues. Enfin, un dernier paragraphe permettra de faire une comparaison entre la conduite de projet effectuée il y a 15 ans et une gestion de projet actuel.

1. Entre deux modèles de gestion : entre gestion naturelle et gestion « à la main »

Ces deux visions ont été identifiées pour la restauration de bras secondaires au travers de la reconnexion que fleuve et à l'augmentation du débit dans ces bras fortement envasés. Lorsque le bras ne présente aucune activité humaine sur ses rives, il est assez facile de mettre en place des inondations écologiques. Alors qu'en présence humaine et lorsque les conflits d'usages sont trop forts, des actions plus ponctuelles peuvent être mise en œuvre.

1.1. L'entretien naturel « à coup de crues »

D'après les scientifiques, un débit plus important est nécessaire dans les bras secondaires qui ont été déconnectés du Rhin pour permettre un bon fonctionnement écologique des milieux alluviaux rhénans. Cet argument peut être aussi utilisé en faveur de l'écrêtement des crues dans les espaces alluviaux pour maintenir le fonctionnement d'une forêt alluviale. Seul un suivi sur le long terme permettra de déterminer l'efficacité de cette action. Les seuls éléments de suivi scientifique (Schmitt et Schnitzler 2009) à moyen terme (sur 5 ans) ont été réalisés sur le polder d'Erstein (Tableau 14). Ce suivi devrait se poursuivre au-delà de 5 ans afin d'avoir une vision sur le long terme.

Sur l'île du Rohrschollen, un observatoire scientifique a été mis en place depuis un an avec l'Eurométropole de Strasbourg. Celui-ci permet de suivre les évolutions hydro-morphologiques, de la faune et de la flore de l'île. Aujourd'hui, les travaux effectués sur l'île sont considérés comme un modèle de restauration sur la bande rhénane car ils ont permis, grâce à la réalisation d'une vanne et d'un chenal, d'inonder l'île plusieurs semaines dans l'année lorsque le Rhin est en crue. Ces inondations sont plus faciles à mettre en place d'autant qu'il n'y a pas d'activité humaine ni d'habitation dans ce périmètre. L'enjeu du foncier et de sa maîtrise est donc indispensable pour assurer ce type d'action.

1.2. L'entretien manuel « à coup de pelles »

Lorsque les conflits d'usages sont trop importants et qu'il n'est pas possible de réaliser des inondations écologiques, d'autres solutions existent. L'un des rôles des inondations est de curer/nettoyer les giessen naturellement. Quand ce n'est pas possible, il faut le faire manuellement à condition d'avoir une structure porteuse et motivée pour gérer les travaux. Le bénévolat est un atout dans ce type de mission. L'association de pêche de Seltz a même été jusqu'à installer des pompes qui brassent l'eau pour remettre les sédiments en suspension et limiter ainsi l'envasement dans deux de ses étangs de pêches.

L'un des problèmes de cette vision réside dans le devenir des vases qui est assez aléatoire. Dans un premier lieu, il faut une autorisation de la DREAL ou de la DDT pour pouvoir curer les cours d'eau. Un échantillon de ces vases est envoyé au laboratoire pour analyser la composition et vérifier qu'elles ne sont pas contaminées par des polluants type métaux lourds ou autres. Si elles le sont, elles doivent être envoyées dans un centre spécialisé de décontamination. Si elles sont saines, elles peuvent être utilisées pour rehausser des berges ou servir d'engrais dans des champs. Mais concrètement, les usages sont très limités : les champs reçoivent déjà les boues des stations d'épurations. Si elles sont remises en eau, elles resteront bloquées au pied du premier barrage en aval.

Quant au suivi de ces giessen, les démarches de suivi se font de manière pragmatique, de façon aléatoire et « à l'œil » des pêcheurs pour l'évolution de la population de poissons. Un suivi scientifique rigoureux aurait un coût bien trop important pour une commune ou même une association. Ne pourrait-il pas être réalisé par des bénévoles avec un protocole simplifié dans le cadre de sciences participatives ?

2. Notions d'état de référence, durabilité et définition d'indicateurs d'évaluation

Une étape importante d'un projet de restauration est la sélection d'un écosystème de référence. Dans ces études de cas, l'état de référence était le Rhin de Tulla, après la rectification. Il s'agit d'une approximation de l'état souhaitable, une norme choisie parmi plusieurs états alternatifs possibles et accessibles par une succession d'étapes appelée trajectoire (Cristofoli et Mahy 2009). Quand la trajectoire désirée est réalisée, l'écosystème manipulé ne requiert plus d'assistance extérieure pour assurer sa santé et son intégrité future (hormis une éventuelle gestion courante dans le cas d'habitats semi-naturels), on dit que l'écosystème est en équilibre. Dans ce cas, la SER (2004) annonce que la restauration peut être considérée comme achevée (Cristofoli et Mahy 2009). Dans le cas de la restauration sur la bande rhénane, l'état de référence était le Rhin de Tulla ou un fonctionnement le plus naturel possible. Il s'agit donc d'un état historique qui a pu être retrouvé à l'aide de cartes historiques (Cristofoli et Mahy 2009). Cet état de référence doit intégrer le contexte paysager et les capacités de gestion de la population locale (ASTEE 2013). Si la réflexion sur le choix de la référence n'est pas bien pensée, par la suite, il pourra y avoir des difficultés dans l'évaluation de l'opération (Morandi et al. 2014).

La durabilité de l'action est fonction de la résilience et de l'intervention humaine. Cela ne veut pas dire que l'entretien est inutile.

Dans tout projet de restauration, il est important de définir des objectifs clairs et précis (Morandi et al. 2014). Ces objectifs peuvent être définis à différentes échelles écologiques : populations, communautés, processus écologiques et services de l'écosystème. Le suivi des restaurations est essentiel pour en évaluer le succès et évaluer la réalisation de leurs objectifs (Cristofoli et Mahy 2009). Ces objectifs peuvent être qualitatifs ou quantitatifs. Ces derniers permettent une évaluation du projet plus précise pour d'identifier les difficultés, apporter des solutions pour y remédier et les éviter dans des projets futurs.

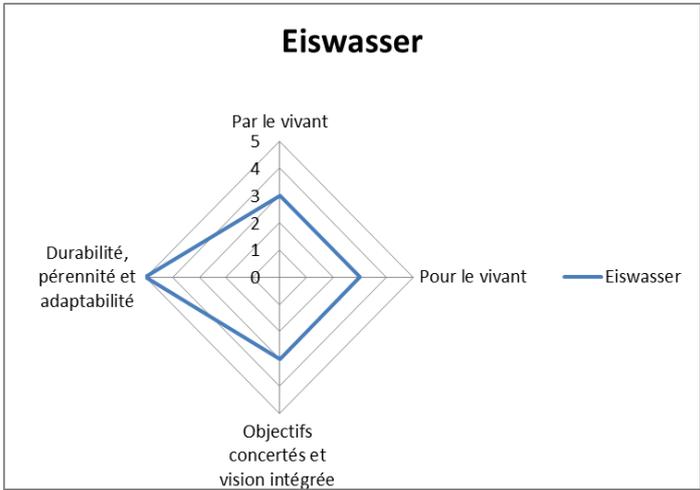
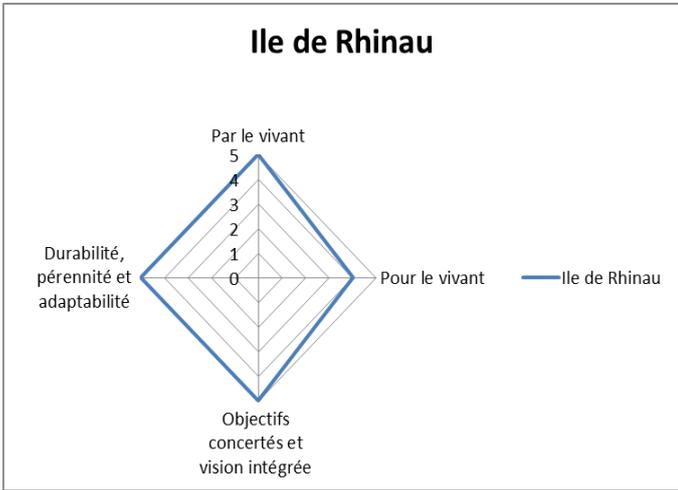
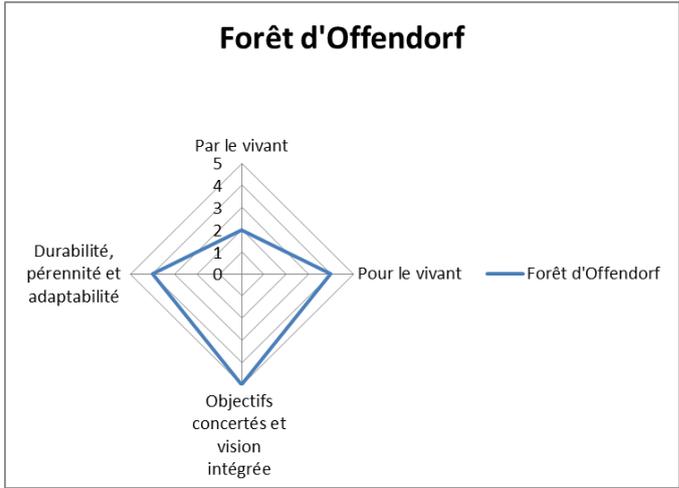
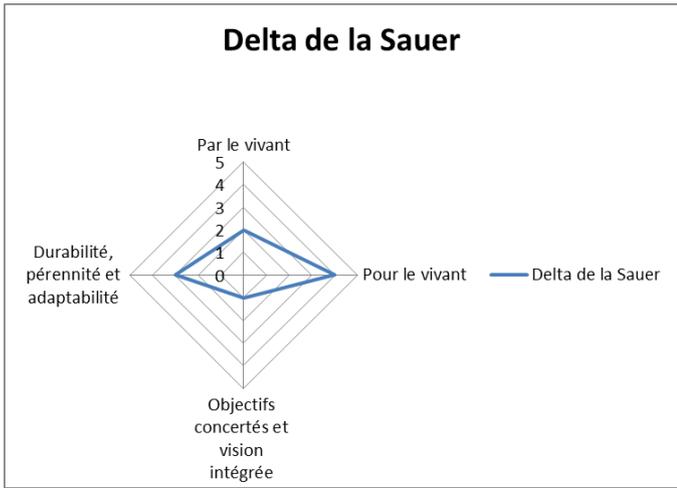


Figure 26 : Schéma d'évaluation des études de cas sur le Rhin Supérieur (Source Petit C.)

3. Evaluation des quatre études de cas selon ces notions

Les quatre études de cas sont évaluées (Figure 26) selon quatre critères proposés par l'ONEMA (ASTEE 2013). Quatre indicateurs sont utilisés pour comprendre l'intégration de l'opération au territoire d'un point de vue environnemental, social et économique :

- « Par le vivant » : les principes du génie écologique appliqués dans l'opération sont-ils inspirés des mécanismes qui gouvernent les systèmes écologiques ?

- « Pour le vivant » : les pressions ou les altérations sur le milieu ont-elles été réduites voir supprimées pour préserver l'existence et maintenir le bon fonctionnement des écosystèmes ?

- « Objectifs concertés et vision intégrée » : les démarches de restauration écologique s'inscrivent-elles dans une politique territoriale durable en équilibre entre le développement économique et le tissu social ?

- « Durabilité, pérennité et adaptabilité » : l'écosystème est-il résilient ?

Cette évaluation se fera sur une échelle de 1 à 5 (1 : pas du tout et 5 : tout à fait) et se fera selon l'appréciation de la stagiaire et de ses connaissances sur les différents cas.

3.1. Delta de la Sauer

L'association de pêche de Seltz gère ses cours d'eau de manière à avoir une grande diversité de poissons pour les pêcheurs. Ceci permet donc de remplir l'objectif « pour le vivant » avec une note de 4 car la pression de l'envasement est surveillée de près mais les inondations écologiques sont trop rares. Par contre « Par le vivant » a reçu une note de 2 car les opérations de restauration avec des engins du génie civil comme la pelleuse n'appliquent pas les principes du génie écologique. Par contre vouloir faire circuler un débit plus important dans le cours d'eau est un mécanisme naturel.

En matière de durabilité, l'Homme devra toujours être présent pour entretenir et surveiller l'état du milieu. Cependant après chaque opération de restauration ou simplement de curage, l'écosystème reconquis rapidement le milieu. D'où la note de 2 pour ce critère. Enfin, le dernier indicateur se situe à 1 car l'association n'a aucun soutien des élus et des autres parties prenantes sur ce territoire. Ces opérations s'inscrivent uniquement dans une démarche de protection de la nature en partenariat avec le CSA.

3.2. Forêt d'Offendorf

Ce projet s'inscrit très bien dans le territoire car la commune a porté cette opération dans le but d'améliorer le bien-être de ses habitants. C'est la raison pour laquelle « Objectifs concertés et vision intégrée » à la note maximale. Concernant la durabilité, la note de 4 a été donnée dans le cadre où la commune met en place chaque année des inondations écologiques dans la forêt d'Offendorf pour l'entretien du giessen.

L'indice « Par le vivant » a reçu 2, la même note que pour le cas du delta de la Sauer pour la même raison. L'opération de restauration du Rossmoerder a été réalisée suite aux attentes des anciens pour qui la forêt signifie beaucoup. C'est pourquoi la note obtenue est de 4. Elle aurait été maximale si la confirmation des inondations écologiques avait été faite.

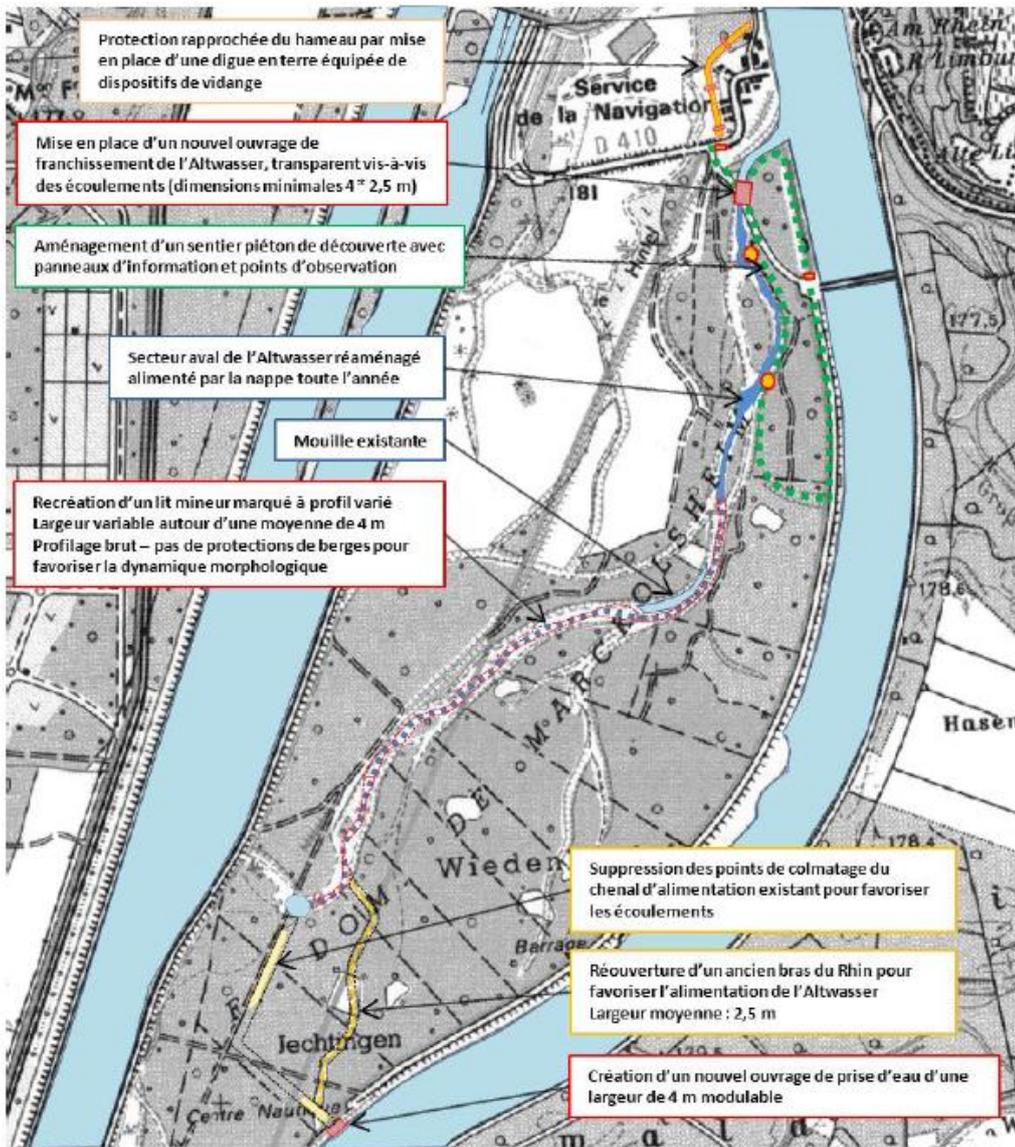


Figure 27 : Prévion des travaux de restauration de l'Altwasser (Source : Artelia)

Tableau 15 : Carte d'identité du projet de l'Altwasser (Source Petit C.)

Catégorie	Altwasser
Période	2016
Maitre d'ouvrage	Communauté de communes de Marckolsheim
Maitre d'œuvre	ARTALIS
Menace	Disparition du giessen
Objectifs	Reconnexion au Rhin Redynamisation du giessen
Programme	
Cout total	610 000€
Financement	Agence de l'eau: 60% Région Alsace: 10% EDF : 5 % Communauté de communes de Marckolsheim: 25%

3.3. Ile de Rhinau

Les opérations de restauration de Rhinau peuvent être considérées comme un modèle en matière d'intégration du projet dans le projet de territoire. Le seul problème souligné dans cette évaluation est pour le critère « Par le vivant » où la commune a voulu connecter tous les giessen entre eux, favorisant la prolifération d'espèces invasives et le trouble de la tranquillité de la vie animal lors du passage des barques touristiques (même si leur nombre est limité).

3.4. Eiswasser

Une opération qui prévoit une variation du débit du giessen selon celui du Rhin a permis l'attribution d'une note de 5 à l'indice de durabilité. Néanmoins, ce type d'action n'a jamais été mis en place, ce qui apporte une note de 3 pour le critère sur l'insertion du projet dans le territoire car les différentes parties prenantes n'ont jamais su se coordonner pour faire varier le débit et créer des inondations écologiques.

De l'eau circule à nouveau dans l'Eiswasser limitant ainsi son envasement mais ce n'est pas suffisant ce qui donne un 3 à l'indice « Pour le vivant ». La dernière note « Par le vivant » est aussi de 3 car les interventions en génie civil ont été peu nombreuses mais il n'y a pas d'inondation écologique pour garantir le bon fonctionnement de la forêt alluviale.

4. La conduite de projet aujourd'hui : l'Altwasser

Cette partie vise à comprendre si la conduite de projet a pu évoluer. Si oui, dans quelle direction ?

Le début du projet remonte aux années 2000 et le dossier a été repris en 2012 (Spitz 2016). Il avance très lentement. A l'origine, deux personnes portaient le projet : un employé de l'ONF et un ancien vice-président de la Communauté de communes de Marckolsheim ayant la fibre écologiste. Le porteur de projet de la Communauté de Communes souhaite aujourd'hui concilier les forêts alluviales et le développement économique.

L'écosystème de référence pour cette opération est le Schafteu sur l'île de Rhinau. Le bureau d'étude regrette qu'il n'y ait pas eu de suivi pour comprendre l'évolution du milieu. Cependant ils ont pu constater que le débit du giessen avait augmenté, une reprise de l'activité morphologique a été soulignée et qu'au cours de pêches électriques, des espèces rhénanes sont revenues.

Pour les avancées du projet l'enquête publique va commencer le 28 septembre. Les dossiers réglementaires ont déjà été rendus (police de l'eau, autorisation pour les travaux et déclaration d'intérêt général). Pour la gestion du foncier, l'île est en grande partie en propriété privée et appartient à EDF qui est très favorable au projet (image verte de l'entreprise).

Quant aux travaux, il s'agit de rendre fonctionnelle la prise sur le Vieux Rhin (Figure 27 et 14). Celle-ci permet l'entrée d'eau à partir d'un débit de 2500 m³/s. De plus, un enrochement contribue au mauvais fonctionnement de la vanne (ARTELIA 2012). Par endroit, le lit fait 16 mètres de large, il faudra donc le resserrer, recréer le lit mineur, une pente et le remettre en eau. Les matériaux, principalement composés de graviers, pourront être valorisés. Les analyses des sédiments ont décelé la présence d'un hydrocarbure datant de l'accident de Bâle en 1986. Mais cela n'empêchera pas de valoriser les sédiments.

Tableau 16 : Détails du suivi sur l'opération de l'Altvasser ((Source ARTELIA)

Type de suivi N : année des travaux	Actions	Protocole
Hydromorphologie ³¹ Tous les 2 ans sur 10 ans	Prise de photos du site	
	Mesure du colmatage grossier de surface	protocole ARCHALBAUD <i>et al.</i>
	Description de la ripisylve	
Biologique Sur 10 ans : N-1 puis à partir de N+3	d'échantillonnage des macroinvertébrés	protocole IBGN NF T90-350
	Pêches électriques (pas obligatoire)	
Physico-chimique Sur 6 ans à partir de N+3	pH, O2 dissous et taux de saturation (cycle 24h), conductivité	
	Température	
	DBO5, DCO, NKJ, NH4+, NO3-, NO2, PO43-.	

Tabl. 13 - Estimation du coût du programme de suivi des travaux du Grémillon

Année	N-1	N	N+3	N+4	N+5
CARHYCE	-	2 000 €	2 000 €		2 000 €
IBGN	-		2 200 €	2 200 €	2 200 €
Physico-chimie	-		200 €	200 €	200 €
Rédaction de rapport annuel	1 500 €	1 500 €	1 500 €	1 500 €	1 500 €
Coût/année (€ HT)	1 500 €	3 500 €	5 900 €	3 900€	5 900€
Coût total suivi scientifique (€ HT)			20 700 €		

Figure 28 : Source : Artelia

³¹ Le document préconise d'utiliser le protocole **CARHYCE2** (CARactérisation de l'HYdromorphologie des Cours d'Eau) qui est en voie de devenir le protocole de diagnostic physique de référence sur le plan national.
http://www.onema.fr/IMG/pdf/guide_technique_carhyce.pdf

Les enjeux anthropiques sont très faibles sur l'île : il y a très peu d'habitants et une base nautique qui sera impactée lors des travaux car la route sera bloquée mais ceux-ci seront réalisés en hiver. Aujourd'hui, ces personnes ne sont pas encore informées du projet. Il n'y a pas de loisir ou d'activité récréative donc pas de conflit d'usage. La communication se limite à quelques articles dans le bulletin trimestriel intercommunal car le projet avance très lentement. Les riverains s'intéressent très peu au projet car ils ne sont pas concernés.

A la fin des travaux, le but sera d'intervenir le moins possible, de ne pas avoir un flux continu et de se rapprocher du toit de nappe. L'idée est de réaliser des inondations écologiques pour dynamiser le giessen comme sur l'île du Rorschollen. Mais il n'y aura pas d'affichage pour prévenir les passants. Ce qui va compter, c'est le nombre de jour en eau du giessen. En matière de suivi, il a été prévu dans les études préalables (ARTELIA 2015) et repose sera sur trois composantes : biologique (faune-flore), physique et chimique (Tableau 15). Le coût du suivi n'est pas intégré dans le coût total de l'opération (Figure 28). La Communauté de communes a une convention annuelle avec l'ONF pour mener des actions de sensibilisation du grand public (15 000 €). Le futur suivi rentrera dans cette convention (Spitz 2016). Cependant la priorité est la réalisation des travaux.

En comparant la conduite de ce projet avec des opérations réalisées il y a 15 ans, la conduite mis en œuvre est similaire. Cependant, les dossiers du bureau d'étude ARTELIA insiste fortement sur les résultats de l'opération (ARTELIA 2012).

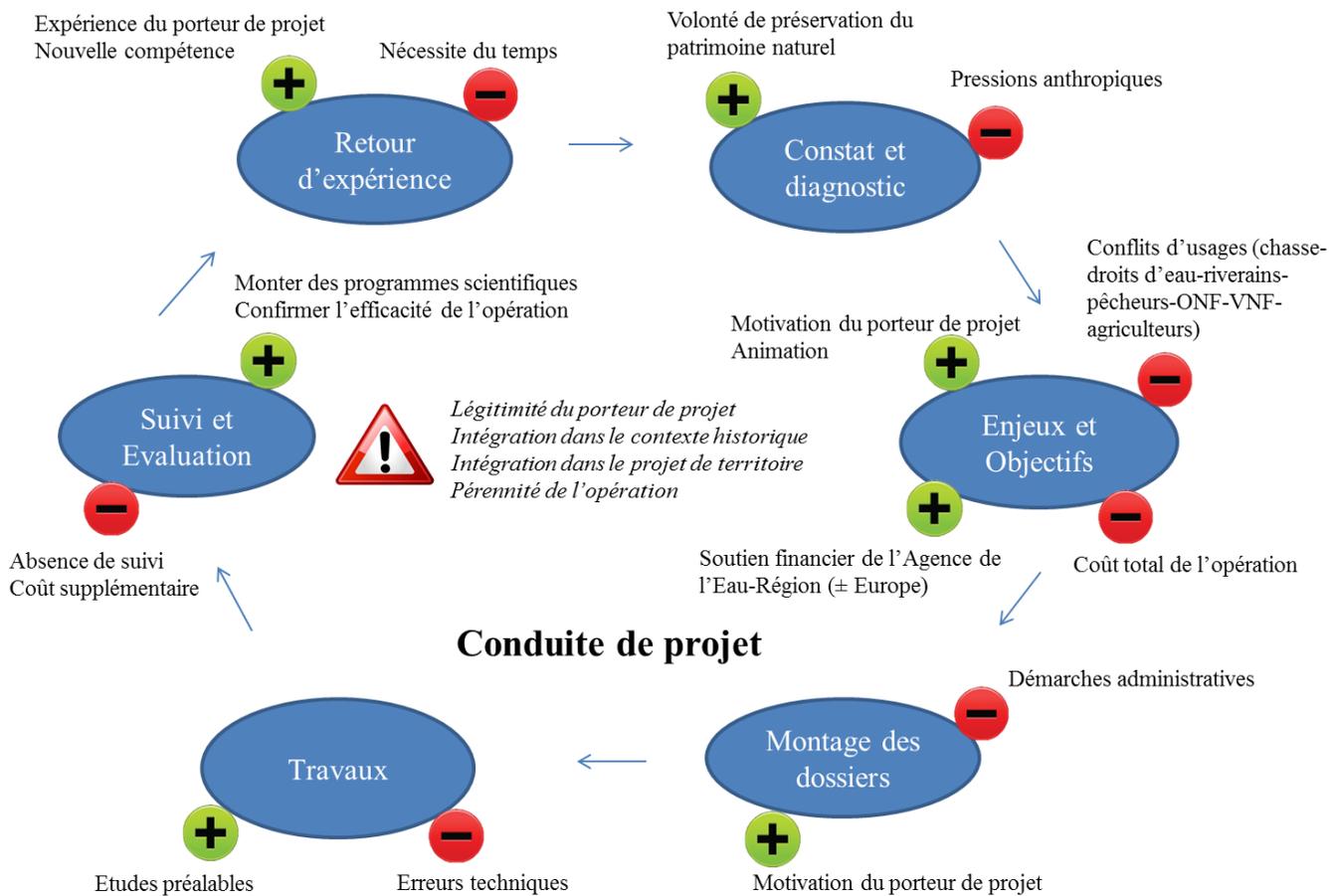


Figure 29 : Conduite globale de projet (Source : Petit C.)

CONCLUSION

La restauration sur le Rhin connaît de nombreux obstacles qui peuvent être levés avec patience et persévérance. Le retour d'expérience, malgré une mise en œuvre encore faible (Morandi et Piegay 2011), permet de démontrer l'efficacité de l'opération mais aussi de sensibiliser et motiver de nouveaux porteurs de projet. Sur le territoire français, les Agences de l'Eau et l'ONEMA (Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques) s'intéressent de plus à plus à cette question.

Pour la conduite de projet, des améliorations sont envisageables (Bouni 2014). La première porte sur l'acceptabilité et la reconnaissance du porteur de projet. Ce dernier dispose de plusieurs outils tels que l'histoire du territoire et la maîtrise du foncier. La seconde correspond à la place du projet de restauration dans l'histoire de la rivière et dans les politiques d'aménagements. Il s'agit de démontrer la pertinence sociale et économique du projet sur le territoire. Ces deux améliorations peuvent jouer sur la pérennisation du projet et ont été soulignées lors de la conduite de projet des quatre opérations (Figure 29). Une autre piste intéressante, côté scientifique, est l'intégration des actions de restauration des écosystèmes aux paysages (vision systémique) ou bien l'utilisation d'espèces indicatrices précoces de la réussite de la restauration écologique (Dutoit 2014). Cette dernière idée permettrait de réduire les coûts de suivi des opérations. Le Rhin étant un fleuve international, il serait intéressant de confronter les approches françaises et allemandes en matière de restauration.

Une approche globale et systémique est toujours indispensable, car toutes les fonctions des écosystèmes aquatiques sont liées entre elles et conditionnent les services que ces écosystèmes peuvent rendre à l'Homme. La compréhension de ces relations est donc un préalable nécessaire pour une mise en œuvre raisonnée de toute intervention (ASTEE 2013). De plus, la volonté politique est le principal pilier de la conduite de projet où les professionnels et les élus agissent en partenariat avec les scientifiques.

BIBLIOGRAPHIE

- AFNOR. 2012. « X10-900PR Génie Ecologique - Méthodologie de conduite de projet appliqué à la préservation et au développement des habitats naturels - Zones humides et cours d'eau ».
- ARTELIA. 2012. « Restauration de l'Altwasser sur l'île de Marckolsheim Etude de faisabilité hydraulique ».
- ARTELIA. 2015. « Restauration de l'Altwasser sur l'île de Marckolsheim Rapport d'Avant-Projet ».
- ASTEE. 2013. *Ingénierie écologique appliquée aux milieux aquatiques Pourquoi? Comment?* Ouvrage collectif sous la coordination de Bernard Chocat.
- Blouin, M. 2014. « Définir l'ingénierie écologique: quels enjeux? », *Ingénierie écologique: action par et/ou pour le vivant ?*, 0: 20-33.
- Bouni, C. 2014. « Comment développer un projet ambitieux de restauration d'un cours d'eau Retour d'expérience en Europe, un point de vue des sciences humaines et sociales ». Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie.
- Bouni, C, Gaëlle Chevillotte, Agathe Dufour, et Jean-Baptiste Narcy. 2012. « Etude comparative de projets de restauration des cours d'eau Analyse transversale des études de cas européennes et française ». ONEMA et Asca.
- Carbiener, R. 1983. « Le grand ried central d'Alsace : écologie et évolution d'une zone humide d'origine fluviale rhénane ». *Bull. Ecol.*, n° 14.4: 249-77.
- Clewell, A.F, et J Aronson. 2010. « Restauration écologique : principes, valeurs et structure d'une profession émergente », Actes Sud, Arles.
- Cottet, M, et al. 2014. « Traquer le regard, vers une caractérisation des bénéfices sociaux induits par les travaux de restauration écologique en territoire urbain », HAL édition. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01098183>.
- Cristofoli, S, et Mahy. G. 2009. « Restauration écologique : contexte, contrainte et indicateurs de suivi », Biotechnol. Agron. Soc, Environ édition.
- Dutoit, T. 2014. « Restauration écologique : quelles recherche mener pour agir non seulement pour mais aussi par le vivant ». In *Ingénierie écologique Action par et/ou pour le vivant?*, Editions Quae, 83-96. 78026 Versailles.
- Germaine, M-A, et Barraud. R. 2013. « Les rivières de l'Ouest de la France sont-elles des infrastructures naturelles? Les modèles de gestion à l'épreuve de la Directive-Cadre sur l'eau », *Natures Sciences Sociétés*, 21: 373 à 384.
- GRAIE. 2015. « Le suivi scientifique de la restauration hydraulique et écologique du Rhône RhônEco ». Evaluer et comprendre pour mieux agir. [Http://www.graie.org/graie/graiedoc/doc_telech/brochure_RhonEco_restauracion_ecologique.pdf](http://www.graie.org/graie/graiedoc/doc_telech/brochure_RhonEco_restauracion_ecologique.pdf).
- Katz, E. 2003. « The big lie : human restoration of nature », *Environmental Ethics. An Anthology*, 8. Backwell Publishing, Oxford ,
- Larrère, R. 2014. « Questions éthiques à propos de la restauration écologique ». In *Ingénierie écologique Action par et/ou pour le vivant*, Editions Quae, 43-50. 78026 Versailles.

- Meyer, A. 2012. « Processus et dynamique de la recolonisation et de la biodiversité dans les bras du Rhin et autres cours d'eau restaurés de la plaine d'Alsace après reconnexion ». Ecologie, Université de Strasbourg.
- Morandi, B. 2014. « La restauration des cours d'eau en France et à l'étranger : de la définition à l'évaluation de l'action. Eléments de recherches applicables ». Sciences Humaines et sociales mention Géographie, ENS de Lyon - Université de Lyon. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01126880/document>.
- Morandi, B, et Piegay. H. 2011. « Les restauration des rivières sur internet : premier bilan ». *Natures Sciences Sociétés*, EDP Sciences édition. <http://www.cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2011-3-page-224.htm>.
- Morandi, B, Piegay, H. Nicolas Lamouroux, et Lise Vaudor. 2014. « How is success or failure in river restoration projects evaluated? Feedback from French restoration projects ». *Journal of Environmental Management*.
- Paillereau, D, et Dillmann, E. 2006. « Etude Historique des milieux naturels du delta de la Sauer », janvier, 70 p.
- Piquette, E. 2014. « Le Rhin: "projet" local? Les modalités d'appropriation sociale d'un espace fluvial complexe ». Strasbourg.
- Prévo, A-C, et Geijzendorffer, I. 2016. « Biodiversité, services écosystémiques et bien être ». In *Valeurs de la biodiversité et services écosystémiques Perspectives interdisciplinaires*, Editions Quae, 219.
- Schmitt, L, Lebeau M, Trémolières, M. et al. 2008. « Le "polder" d'Erstein : Objectifs, aménagements et retour d'expérience sur cinq ans de fonctionnement et de suivi scientifique environnemental (Rhin, France) ». *Ingénierie n° spécial*, 67-84.
- Schmitt, L, et Schnitzler, A. 2009. « Synthèse générale : Le polder a-t-il retrouvé la fonctionnalité d'une zone alluviale inondable ». <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00661266>.
- Serouilou, J. 2015. « Retour d'expérience des projets de restauration écologique le long de l'axe rhénan supérieur ». Mémoire de fin d'étude. Strasbourg: ENGEES. Centre de documentation ENGEES.
- Tricart, J. et Bravard, J-P. 1991. « L'aménagement des trois plus grands fleuves européens : Rhin, Rhône et Danube. Problèmes et méfaits ». *Annales de Géographie*, Numéro du Centenaire, n° 561-562: pp 668-713. doi:10.3406/geo.1991.21654.
- Uehlinger, U. et al. 2009. « The Rhine River Basin ». In *Rivers of Europe*, 199-245. Academic Press. Konstanzer Online-Publikations-System (KOPS) https://kops.uni-konstanz.de/bitstream/handle/123456789/7202/2008_Uehlinger_et_al_ChapterRhine_proofs1.pdf?sequence=1.

WEBOGRAPHIE

- « AAPPMA Seltz, Carte de pêche... » 2016. Consulté le 1 septembre. <http://app-seltz.eu/cartepeche.asp>.
- « APP Seltz, Fahrgiessen... » 2016. Consulté le 1 septembre. <http://app-seltz.eu/travaux3.asp>.
- « CIPR: Rhin 2020 ». 2016. Consulté le 13 avril. <http://www.iksr.org/fr/cooperation-internationale/rhin-2020/index.html>.
- « Observatoire de la Continuité Ecologique - ». 2016. *Observatoire de la Continuité Ecologique*. Consulté le 17 juin. <http://continuite-ecologique.fr/>.
- Salmon comeback. 2015. « Summit Atlantique Salmon ». Consulté le 21 avril. <http://www.salmoncomeback.org/fr/>
- Serouilou, J. 2016. « Observatoire du rhin ». *Site de l'Observatoire du Rhin*. Consulté le 13 avril. <http://obs-rhin.engees.eu/>.

ENTRETIENS

- Blum, Christian. 2016. Région Alsace.
- Erb Marchal, Françoise. 2016. DREAL.
- Goetgehebur, Philippe. 2016. Agence de l'eau Rhin Meuse.
- Hoffman, Gérard. 2016. Association de pêche de Seltz.
- Hommel, Denis. 2016. Commune d'Offendorf.
- Irlinger, Jean-Pierre. 2016. Conservatoire des Sites Alsaciens.
- Lebeau, Marc. 2016. Voies Navigables de France.
- Meyer, Danièle. 2016. Commune de Rhinau.
- Rehm, Bernard. 2016. DREAL.
- Schaeffer, Frédéric. 2016. Saumon Rhin.
- Schmitt, Laurent. 2016. *Visite de l'île du Rohrschollen et de Kembs*.
- Spitz, Céline. 2016. Communauté de communes de Marckolsheim.

ANNEXES

1. Ecologie de la forêt alluviale rhénane

D'après l'ouvrage d'Annick Schnitzler-Lenoble avec la collaboration de Roland Carbiener
« Forêts alluviales d'Europe »

Une forêt alluviale est un milieu pionnier se situant sur les alluvions d'un cours d'eau. Lors d'une crue, elle peut être inondée et son écosystème doit donc être adapté à ce type de phénomène. Les fonctions des forêts alluviales sont multiples et peuvent se décliner sous forme d'écosystèmes comme le rôle de zone tampon pour l'eau pour écrêter les inondations.

La forêt alluviale est très riche en termes de diversité d'espèces par unité de surface. Il s'agit d'un milieu le plus rare en France et en Europe tempérée, ce qui renforce leur valeur patrimoniale, et comptent pour une part importante de la biodiversité forestière.

À la différence de la végétation ripisylve qui en fait partie, mais qui reste relativement étroite, la forêt alluviale se développe en « forêt plus ou moins inondable » et humide sur des dizaines à centaines de mètres du cours d'eau et autour de bras morts, et peut parfois être synonyme de jungle en Europe grâce à ses lianes (houblon *Vitis vinifera*), lierre grimpant arborescent appelé clématite qui lui confère cette spécificité.

Ces forêts jouent un rôle majeur pour l'épuration naturelle de l'eau et de l'air, et offrent un habitat (dont frayères pour les poissons) à de nombreuses espèces de plantes et lianes, champignons et animaux.

2. Compléments d'hydro-géomorphologie

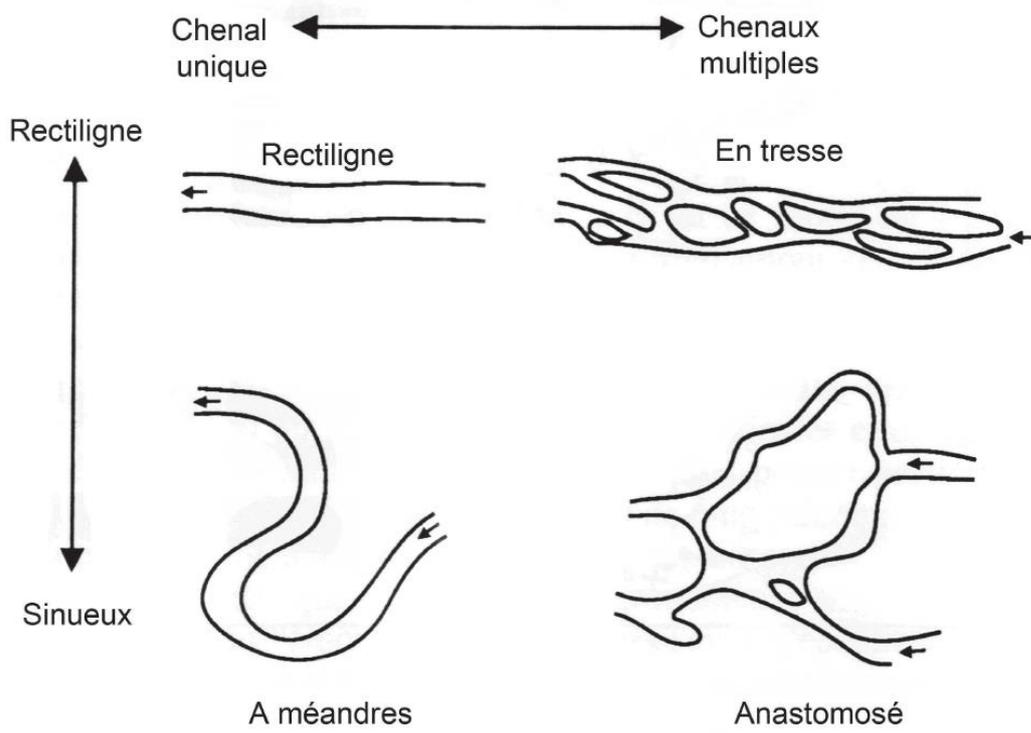


Figure 30 : Types de styles fluviaux selon la sinuosité et le nombre de chenaux (Source : Amoros et Petts 1993)

3. Méthode de recherche

La recherche de références avec uniquement la requête « restauration écologique » est bien trop vaste. Il faut donc trouver d'autres mots clés plus précis. La première étape de cette stratégie repose sur la recherche de ces mots clés en lien avec la restauration écologique (restauration écologique, rivière/cours d'eau, évaluation, retour d'expérience, conduite de projet, ingénierie écologique, Rhin supérieur, compensation ou encore, bénéfiques et milieux aquatiques) puis, ce sujet ayant une portée internationale, il est intéressant de traduire ces mots clé en anglais (ecological restoration, river, assessment, experience feedback, project management, environmental engineering, Upper Rhine, compensation, benefices and aquatic environments). Le thésaurus TermScience a permis de trouver des synonymes mais nous garderons ces mots ci-dessus pour réaliser les requêtes.

La seconde étape vise à analyser les acteurs/auteurs (Agence de l'eau, IRSTEA,...) concernés par la restauration écologique des milieux aquatiques et selon quelle échelle (locale, régionale, nationale ou internationale) puis le type de document (publication scientifique, dossier d'aide de financement, document technique d'appui à l'action et documents relatifs aux projets réalisés) susceptible de nous intéresser (Morandi 2014). Pour la recherche de publication scientifique à l'échelle internationale, plusieurs bases de données ont été utilisées : google scholar, web of science ou science direct. D'autres bases de données existent et pourront être exploitées tout au long du stage comme Scirus, Scopus, CiteSeer ou encore WorldCat. Des revues internationales comme « Journal of Environmental Management », « Ecological Engineering » ont publié des articles pertinents pour cette synthèse. Quant aux publications scientifiques françaises, les bases de données theses.fr et cairn.info ont été mobilisées mais il en existe d'autres comme RefDoc de l'Institut de l'information scientifique et technique (Inist) du CNRS et SUDOC, le Système Universitaire de Documentation. Des plateformes telles que Cémadoc d'IRSTEA ont aussi été parcourues pour accéder aux éditions Quae. Les documents techniques d'appui à l'action sont aussi des documents intéressants pour cette synthèse. Ils sont souvent le résultat d'un travail conjoint entre les acteurs de terrain et les scientifiques. Ils servent également d'interface entre différents types d'acteurs dans la mesure où ils s'adressent bien souvent à plusieurs lecteurs (Morandi 2014). Pour les consulter, deux méthodes ont été effectuées : au centre de documentation et par internet via le moteur de recherche Google. Le principal acteur est l'ONEMA qui publie de nombreux documents techniques ainsi que les Agences de l'eau. Les dossiers d'aides financières des Agences de l'Eau n'ont pas été analysés par manque de temps bien qu'il s'agisse d'une ressource intéressante. Ils permettent d'apporter des éléments de connaissance des pratiques de « restauration de cours d'eau ». Les documents les plus récents (inférieur à 5 ans) ont été privilégiés.

Le choix des références a été réalisé dans le but d'obtenir une grande diversité de type d'articles (articles scientifiques, mémoires de fin d'étude, thèses, rapports de projet, sites internet, ...) et de diverses sources (Editions Quae, ...). La plupart des références sont françaises car, après un approfondissement dans la littérature internationale, les idées principales émises dans la littérature française font écho à la littérature internationale. Des auteurs comme Bertrand Morandi sont présents dans plusieurs références car ils possèdent une très bonne expertise dans la restauration des milieux aquatiques. Plusieurs références, présélectionnées par les maitres de stage, m'ont aussi été recommandées. En effet, les documents traitant du Rhin sont tous archivés dans le centre de documentation de l'ENGEES.

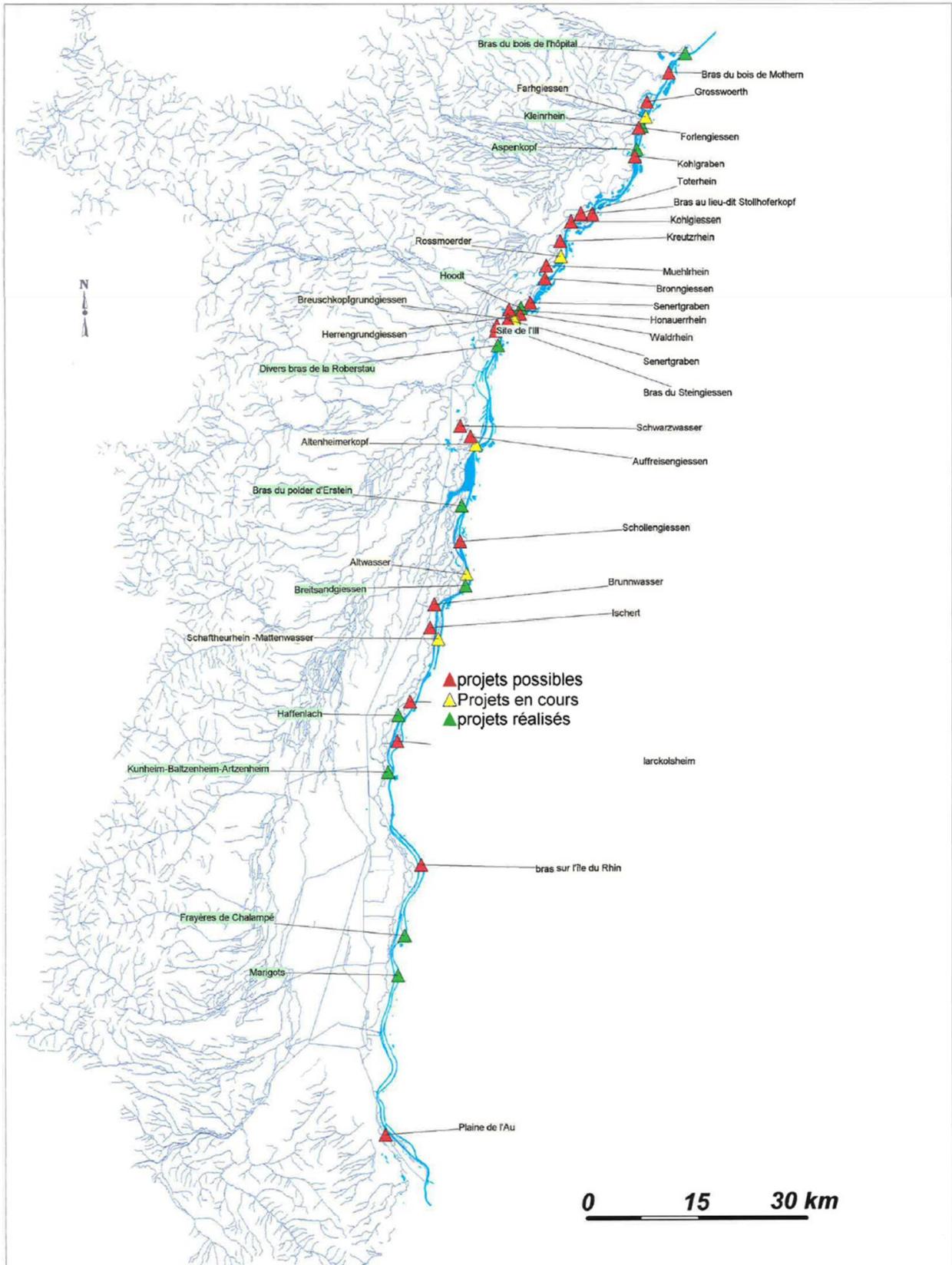
Les difficultés rencontrées étaient : la lecture elle-même qui pouvait sembler longue et fastidieuse, la redondance des idées et l'identification d'articles internationaux pertinents pour la réalisation de la synthèse. Ces derniers seront exploités dans le mémoire de fin d'étude afin d'y approfondir la discussion des résultats. Une autre difficulté réside dans la méthode de synthèse elle-

même où parfois les idées des articles sont trop détaillées. Une dernière difficulté consiste à identifier les différents éléments bibliographiques pour obtenir une liste bibliographique complète.

L'un des points positifs identifiés est le soutien de mes maitres de stage qui ont été volontaires pour la relecture et m'ont confié des tâches variées à effectuer au cours de ces deux premiers mois. L'accès aux documents aura aussi été un point essentiel pour réaliser cette synthèse. Un autre point positif est le fait de rendre dans les temps cette synthèse bibliographique.

4. Carte des opérations réalisées et prévues

ACTIONS DE RESTAURATION DES ANCIENS BRAS DU RHIN





VetAgro Sup

PETIT, Coralie, 2016, « Restauration des milieux alluviaux rhénans sur le Rhin Supérieur : État des lieux, retours d'expérience et perspectives », 41 pages, mémoire de fin d'études, Clermont Ferrand, 2016.

STRUCTURE D'ACCUEIL ET INSTITUTIONS ASSOCIEES:

- ♦ Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de l'Environnement à Strasbourg (ENGEES)

ENCADRANTS :

- ♦ Maître de stage : BARBIER, Rémi (IRSTEA-ENGEES)
- ♦ Tuteur pédagogique : DEPRES, Christophe

OPTION : Ingénierie du Développement du Territoire

RESUMÉ

La bande alluviale rhénane est considérée comme la seconde zone humide de France après la Camargue classé Natura 2000 et zone Ramsar. Afin de retrouver un bon fonctionnement écosystémiques de ses milieux, de nombreuses opérations (environ 140) dans les forêts alluviales rhénanes ont été mises en place depuis les années 1990 sous l'impulsion d'associations environnementales puis de la législation comme la DCE. Quelle est la situation actuelle ? En 1986, un grave incident environnemental a permis une prise de conscience internationale des enjeux liés à la bande rhénane. Depuis, des programmes de financement européens ont été lancés pour restaurer les bras annexes en les reconnectant au Rhin. Des politiques de continuité écologique adoptent des objectifs ambitieux tels que le retour du saumon à Bâle en 2020.

En réalisant les retours d'expérience sur quatre études de cas, il a été possible de mettre en évidence, les freins (conflits d'usage, manque de volonté politique) et les leviers (subventions, porteur de projet moteur) nécessaires pour une conduite de projet cohérente. Afin d'évaluer l'efficacité d'une action, l'étape de suivi scientifique (biologique, physique et chimique) est essentielle. De plus, il a été mis en évidence qu'en quinze ans de conduite de projet, les dossiers mettent mieux en valeur l'attente et les résultats de l'opération.

Mots clés :

Rhin Supérieur, Restauration, Giessen, Conduite de projet, Inondations écologiques, Conflits d'usages

Cote documentation VetAgro Sup :