

Université Fédérale



Toulouse Midi-Pyrénées

**GEODE**  
GÉOGRAPHIE DE L'ENVIRONNEMENT

 UNIVERSITÉ TOULOUSE  
Jean Jaurès

UFR DE GEOGRAPHIE, AMENAGEMENT,  
ENVIRONNEMENT ET DEVELOPPEMENT

Parcours Géographie des changements environnementaux et paysagers.

## **Inventaire, typologie et analyse spatiale des opérations de restauration dans le bassin versant de la Garonne**

Rapport de stage d'initiation à la recherche de Master 1

Réalisé du 3 avril au 26 mai 2017 au sein de l'Unité Mixte de Recherche  
GEODE – Géographie de l'environnement (UMR 5602 – CNRS / Université Toulouse Jean  
Jaurès)

Soutenu le 4 septembre 2017

Valentin Thiec  
Sous la direction de Philippe Valette et Mélodie David

## **Remerciements**

Ce mémoire/rapport est le résultat d'un long cheminement et d'une rencontre. J'ai rencontré ma tutrice de stage au cours de l'année lors d'un cours s'intitulant « Rewilding rivers ».

En préambule je tiens à remercier mon entourage et surtout ma tendre aimée pour m'avoir épaulé, soutenu et encouragé, afin de mener à bien ce projet, travail indispensable pour valider le Master 1 de géographie.

Je tiens à remercier mon maître de stage ainsi que ma tutrice pour leurs encadrements, leurs disponibilités, leurs écoutes et leurs conseils sur la démarche à adopter pour réaliser le travail demandé. Je les remercie pour leurs accueils chaleureux au sein du Laboratoire GEODE.

Je remercie Hugues Barcet pour ses conseils et son aide à la réalisation de cartes sous Arcgis ainsi que toute l'équipe du Laboratoire pour son accueil chaleureux.

Enfin, Je remercie mes collègues « stagiaires », avec qui nous avons beaucoup échangé, construit et avancé pour nos stages respectifs.

# Sommaire

Remerciements.....	2
Résumé.....	5
Abstract.....	6
I- Introduction.....	7
I – Etat des connaissances sur la restauration des cours d’eau en France et dans le bassin versant de la Garonne.....	10
I-A Historique de l’aménagement des cours d’eau.....	10
I-B L’essor du paradigme de la restauration des cours d’eau.....	13
I-C La restauration, une pratique plurielle.....	16
I-D Etats des lieux des opérations de restauration en France.....	20
II- Démarche méthodologique pour l'inventaire, la classification et l'analyse spatiale des opérations de restauration dans le bassin de la Garonne.....	23
II-A Inventaire des opérations de restauration.....	25
Recherche par mots clés.....	25
Contact des syndicats de rivières.....	28
II-B Construction d’une grille d’analyse.....	30
Renseignement de la base de données sous Excel.....	30
II-C Mise en place d’une typologie.....	32
Gestion des espèces invasives.....	33
Valorisation des sites, ouverture aux publics.....	33
Collecte de déchets.....	33
Gestion des atterrissements.....	34
Suppression des embâcles.....	34
Restauration des annexes hydrauliques.....	35
Entretien de la ripisylve.....	35
Restauration de la ripisylve.....	36
Préservation des champs d’expansion de crues.....	36
Suppression/arasement d’ouvrages.....	37
.....	37
Mise en défens des berges.....	37
II-D Travail cartographique sous Arcgis.....	37
III-Résultats.....	39
III-A Chronologie des opérations de restauration.....	39
III-B Répartition des opérations de restauration dans le bassin de la Garonne.....	40
III-C Typologie des opérations.....	43
Conclusion.....	49
Références.....	50

## Table des illustrations

Figure 1 : Le bassin versant de la Garonne.....	9
Figure 2 : Les ouvrages Girardon et leurs impacts.....	13
Figure 3: Graphique chronologique représentant les documents techniques en fonction de la présence dans leurs titres des termes d'aménagement, d'entretien, de restauration.....	16
Figure 4 : Calculs de spécificités inter-AE sur l'emploi des termes « réhabilitation », « renaturation » et « restauration ».....	19
Source : La restauration des cours d'eau en France et à l'étranger : de la définition du concept à l'évaluation de l'action.....	19
Figure 5 : Epis rocheux.....	21
Figure 6: Densité de projets à l'échelle des bassins hydrographiques.....	22
Figure 7 : Carte de répartition des documents techniques produits au sein des grands bassins hydrographiques.....	24
Figure 8: Schéma explicatif du protocole de recherche.....	25
Figure 9: Carte de la réparation des sites gérées par la CATEZH Garonne.....	27
Figure 10 : Carte interactive des sites d'actions du SMBV2A.....	29
Figure 11 : Tableau illustrant le moyen d'obtention de données relatives à des opérations de restauration et le types d'informations recueillies.....	30
Figure 12 : Manque d'information concernant le Salat.....	31
Figure 13 : Extrait du dossier de demande de subvention des travaux réalisés en 2014 sur le Lot...	32
Figure 14 : Une partie de ma grille d'analyse sur Excel.....	33
Figure 15 : Grille de recensement présente dans l'article de Morandi et Piégay.....	33
Figure 16 : Les 11 variables retenues pour construire la grille d'analyse.....	34
Figure 17 : Manque d'information sur la rivière du Dropt.....	34
Figure 18 : Certaines actions de restauration pas totalement précises concernant les communes concernées par ces actions.....	41
Figure 19 : Représentation du nombre total d'action de restauration par cours d'eau (Classement par débit et par nombre d'opération).....	43
Figure 20 : Répartition des actions de restauration dans le bassin versant de la Garonne.....	44
Figure 21 : La collecte des déchets et la gestion des espèces invasives dans le bassin versant de la Garonne.....	45
Figure 22 : La valorisation des sites et les actions à définir dans le bassin versant de la Garonne...	46
Figure 23 : L'entretien de la ripisylve et la préservation des champs d'expansion de crues dans le bassin versant de la Garonne.....	47
Figure 24 : La mise en défens des berges et la gestion des atterrissements dans le bassin versant de la Garonne.....	48
Figure 25 : La restauration des annexes hydrauliques et la suppression d'ouvrages dans le bassin versant de la Garonne.....	49
Figure 26 : La restauration de la ripisylve et la suppression des embacles dans le bassin versant de la Garonne.....	50

## Résumé

**Thème.** Le stage s'est déroulé au sein du Laboratoire GEODE, à l'Université Toulouse Jean Jaurès, dans le cadre du Master 1 Géographie des changements environnementaux et paysagers. Le sujet est la restauration des cours d'eau dans le bassin versant de la Garonne. **Objectifs.** Le but de ce stage est d'identifier les communes concernées par des opérations de restauration dans le bassin versant de la Garonne. De plus, il s'agit d'analyser l'organisation spatiale ainsi que les objectifs des opérations de restauration dans le bassin versant. Il s'agit également de montrer quelles sont les types d'actions menés sur les principaux cours d'eau composant le bassin versant de la Garonne. **Méthodes.** Une recherche par mots clés (« restauration », « rivière » et le nom du cours) est effectuée à partir du moteur de recherche Google. Les dix premières pages sont systématiquement analysées afin de recenser les informations relatives aux opérations accomplies ou en cours. Pour palier à l'hétérogénéité des informations disponibles, certains syndicats de rivières sont également contactés par mail ou par téléphone. Ces syndicats peuvent fournir de nombreuses données grâce à des rapports décrivant leurs actions de restauration dans leurs périmètres d'intervention. La mise en place d'une typologie est effectuée, afin de classer les informations obtenues lors de l'inventaire pour ensuite regrouper ces informations situées dans le descriptif des travaux au sein de grands types d'actions de restauration. Au final, 13 cartes sont réalisées dans le cadre de ce stage. **Résultats.** Au total, 318 actions de restauration sont répertoriées entre 2000 et 2017 dans le bassin versant de la Garonne. L'Aveyron est le cours d'eau comprenant le plus d'actions de restaurations, c'est-à-dire 95 actions répertoriées sur les 318. Trois types d'actions de restauration semblent être privilégiés sur les cours d'eau du bassin versant de la Garonne. Ce sont la suppression des embâcles, la restauration et l'entretien de la ripisylve. Ces actions sont présentes sur la plupart des cours d'eau. Les villes de grande taille telles que Rodez, Milau, Auch ou encore Pamiers concentrent un nombre d'action de restauration élevé.

**Mots clés :** Restauration de cours d'eau, Bassin versant de la Garonne, Inventaire, SIG (Arcgis), Typologie.

## Abstract

**Theme.** The internship carried out as part of my 4<sup>th</sup> year university in “Geography of the environmental and landscaped changes”, took place in the GEODE Laboratory, in Jean Jaurès Toulouse University. The subject is “the restoration of streams in the pond overturning of the Garonne”. **Goal.** The goal of this internship is to identify the municipalities affected by those operations of restoration in the pond overturning of the Garonne. Moreover, it’s about analyzing the spatial organization and the objectives of the operations of restoration. It’s also about showing what kinds of actions are taken on the main streams composing the pond overturning the Garonne. **Methods.** Key words are Googled (“restoration”, “river”, and the name of the stream). The first 10 pages are systematically analyzed to list all the information related to accomplished or current operations. For landing in the heterogeneousness of the available information, some labor syndicates of rivers are also contacted by e-mail or by telephone. Those labor syndicates can give many datas thanks to the reports describing their restoration actions in their intervention perimeter. A typology is put in place in order to classify the information obtained during the inventory. Then, those information are classified in type of actions of restoration. At the end, 13 themes have been seen during this internship. **Results.** In total, 318 actions of restoration have been listed between 2000 and 2017 in the stream overturning of the Garonne. The Aveyron is the stream counting the most important number of actions of restoration: 95 actions are listed on 318. 3 types of actions of restoration seem to be privileged on the stream overturning of the Garonne: - The deletion of the jams, the restoration and the maintenance of the ripisylve. Thos actions take place on most of the streams. Big cities such as Rodez, Milau, Auch or Pamiers have an important number of actions of restoration.

**Keywords :** Stream restoration, pond overturning of the Garonne, Inventory, SIG, Typology

## I- Introduction

La notion de « restauration de cours d'eau » désigne les opérations réalisées sur les cours d'eau et les zones humides associées, afin de réparer des dommages, des dysfonctionnements ou d'améliorer l'existant (Astee, 2013). La restauration est définie par Aronson et al. (1995) comme « la transformation intentionnelle d'un milieu pour y rétablir l'écosystème considéré comme indigène et historique. Le but de cette intervention est de revenir à la structure, la diversité et la dynamique de cet écosystème ». L'objectif de cette pratique est de permettre à l'écosystème de recommencer à évoluer comme s'il n'avait jamais connu de perturbation (Astee, 2013). Cependant, la restauration ne correspond plus uniquement à un retour en arrière. Actuellement, il est envisageable de créer de nouvelles fonctions écologiques (Astee, 2013). Lorsque l'on parle de restauration, les activités humaines sont mises en cause (pollution, modifications morphologiques etc). Ces pratiques ont causé des changements qualifiés de « négatifs » pour les écosystèmes (Lêveque, 2016). Ces activités humaines impactent les services écosystémiques, définis comme les « avantages que l'homme obtient des écosystèmes » (De Groot et al., 2007). De ce fait, afin de préserver ces services, les acteurs de la gestion des cours d'eau, s'appliquent depuis quelques décennies à mettre en place des projets visant à restaurer les écosystèmes et leurs fonctionnalités (David, 2017). Le but de la restauration n'est pas d'éradiquer l'homme de la surface de la Terre, mais de trouver un compromis entre la libre expression des processus écologiques et l'usage des systèmes écologiques (Lêveque, 2016). Il ne s'agit pas de privilégier la nature au dépens de l'homme, mais de travailler à rendre conciliable l'usage et la préservation des écosystèmes (Astee, 2013). Le concept de restauration apparaît dans les années 1980 dans un contexte de démonstration des effets concernant les aménagements lourds des cours d'eau, d'acquisition de nouvelles connaissances scientifiques sur l'écologie et l'émergence des considérations environnementales (Dany, 2016).

Le concept de « restauration des cours d'eau » est devenue un concept couramment utilisé, de nombreux travaux sont réalisés sur ce sujet (Adam, Debais et Malavoi, 2007 ; Morandi et Piégay, 2011 ; Morandi, 2014 ; Dany, 2016 ). Sur le terrain, les projets de restauration des cours d'eau sont désormais de plus en plus fréquents et ambitieux (Datry, 2011).

La restauration des cours d'eau est une notion ambiguë. Parler de restauration pose question, car restaurer un objet c'est chercher à lui redonner son aspect originel. Or, dans le cas d'une rivière

cette notion est ambiguë car l'état originel reste à définir (Rotillon, 2016). La question « quelles natures voulons nous ? » est toujours d'actualité (Van der Leeuw, 2003). Quel est l'état que l'on souhaite atteindre ? Celui de notre enfance ou de la période pré-industrielle ? (Lêveque, 2016). De plus, un nombre important de définitions est proposé pour définir le concept de restauration (Osborne et al., 1993 ; Larsen, 1996). Les scientifiques se retrouvent embarrassés lorsque vient le moment de définir les termes utilisés dans ces définitions (Lêveque, 2016). De plus, il est difficile de définir un état supposé naturel pour nos rivières qui sont dénaturées depuis des millénaires et actuellement renaturées (Rotillon, 2016). Dans son article (Astee, 2013) parle d'un système de référence qui doit décrire l'idéal à atteindre. Cette référence peut être définie à partir de mesures effectuées sur des sites existants et proche des sites à restaurer où elle peut être bâtie à dire d'expert (Astee, 2013).

Le territoire d'étude étudié dans le cadre de ce stage est le bassin versant de la Garonne. Il est le principal cours d'eau du Sud-Ouest de la France mais également le troisième fleuve français par son débit moyen (Nguyen, 2014). La Garonne est un cours d'eau franco-espagnol, qui prend sa source dans le Val d'Aran et se jette dans l'océan Atlantique après un parcours de 525 km. Elle traverse quatre départements français et 217 communes riveraines dont certaines agglomérations importantes telles que Toulouse, Agen, Bordeaux ou encore Saint-Gaudens (Quillat, 2007). Le bassin versant de la Garonne (Figure 1) s'étend sur 56 000 km<sup>2</sup>, ce qui correspond à 10 % du territoire français. Ce bassin est soumis à deux influences climatiques, il occupe une position de carrefour climatique (Agosta, 2007). Le long de son parcours, la Garonne profite de nombreux affluents comme l'Aveyron, le Gers, le Lot, le Tarn ou encore la Save. La majeure partie des nombreux cours d'eau représentés sur cette carte (Figure 1) sont sélectionnés afin de réaliser un inventaire des opérations de restauration. La Garonne, le Tarn, le Gers, l'Ariège, le Lot, l'Aveyron, la Gimone, le Salat, le Dropt ainsi que l'Arrat sont choisis dans le cadre de ce stage. De ce choix découle l'inventaire des opérations de restauration portant sur des cours d'eau différents de part leurs tailles par exemple. En effet, le Tarn et le Lot sont les principaux affluents de la Garonne, néanmoins des cours d'eau de taille plus modeste figurent parmi les 10 cours d'eau sélectionnés comme le Salat avec ses 74,5 kilomètres.



Figure 1 : Le bassin versant de la Garonne



Source : Bureau d'études industrielles Energie Renouvelable et Environnement (BEIERE)

Après avoir adressé auprès de Mélodie David mon souhait de réaliser un stage sur le thème de la restauration des cours d'eau, cela est une évidence pour elle et Philippe Valette de me faire travailler sur la réalisation d'un inventaire des opérations de restauration sur les principaux cours d'eau composant le bassin versant de la Garonne dans une perspective de recherche. D'autant plus que ce travail faisait parti de leurs objectifs à court terme. Ces derniers m'ont alors proposé de réaliser cet inventaire.

Ce travail s'effectue au sein de l'unité GEODE (Géographie de l'environnement) sous la tutelle de l'UT2 J et du CNRS (Centre national de la recherche scientifique). Cette unité, fondée en 1969 par Georges Bertrand sous le nom de CIMA (Centre interdisciplinaire d'étude sur les milieux naturels et ruraux) à été associée au CNRS en 1972 et elle est devenue UMR (Unité mixte de recherche) sous le nom de GEODE en 1994. Cette unité réunit des chercheurs, des enseignants chercheurs et des doctorants issus de diverses disciplines (géographes, paléoécologues, géomaticiens etc) et s'inscrit depuis ses débuts dans une approche transdisciplinaire des relations

Nature/Sociétés. Ce stage de 2 mois s'est déroulé au sein de l'équipe « Hydrosystème ». L'équipe est composée de diverses personnes notamment de ma tutrice Mélodie David ainsi que mon maître de stage Philippe Valette mais aussi de deux doctorants que sont Hugo Jantzi et Johan Blampied.

La réalisation d'un inventaire des opérations de restauration à l'échelle du bassin versant de la Garonne permet de mettre en avant les actions menées sur ce bassin. Ce travail est novateur du fait qu'aucun travaux n'a jamais été réalisé à cet échelle. Les informations disponibles sur internet sont globalement très générales. Les actions menées sur tel ou tel cours d'eau sont mentionnées au sein des programmes d'actions pluriannuels. Néanmoins, il est impossible de détenir des informations précises sur ces opérations (communes concernées, maître d'ouvrage etc).

La mise en place d'une typologie est nécessaire afin d'organiser les informations obtenues lors de l'inventaire, dans l'objectif de regrouper ces informations situées dans le descriptif des travaux. D'après ce dernier, une typologie est réalisé pour classer en grand type d'actions dans la finalité de réaliser une analyse spatiale.

La réalisation de diverses cartes permet d'observer au sein des linéaires les zones concernées par des opérations de restauration. De plus, il est possible d'observer si les cours d'eau font l'objet d'une majorité des grands type d'action de restauration, ou couvre une plus faible partie de la typologie réalisée, ci-après.

Le but de ce travail est de démontrer si certains cours d'eau sont privilégiés. Celui-ci est dédié aux scientifiques ou gestionnaires de cours d'eau. Il sera en mesure de leur rappeler l'état d'avancement du bassin versant de la Garonne concernant les opérations de restauration.

Afin de réaliser cet inventaire des opérations de restauration, une recherche bibliographique par mots clés est menée à partir du moteur de recherche Google. Sur celui-ci les dix premières pages sont analysées. Par la suite, certains syndicats de rivières sont contactés et fournissent des données intéressantes et précises sur les actions de restauration concernant les cours d'eau situés dans leurs périmètres d'intervention.

## **I – Etat des connaissances sur la restauration des cours d'eau en France et dans le bassin versant de la Garonne**

### **I-A Historique de l'aménagement des cours d'eau**

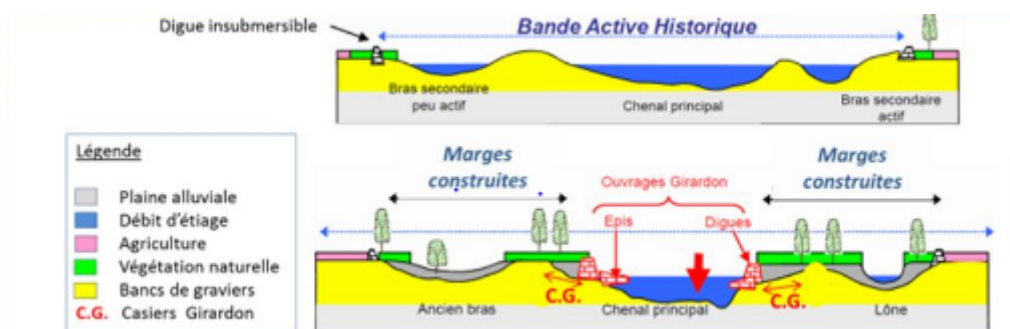
Les rivières au cours du temps ont été fortement aménagées par l'homme pour répondre à ses besoins (France Nature Environnement, 2012). Les rivières ont été aménagées dans le but de

maîtriser les risques d'inondation, d'améliorer la navigation ou encore de promouvoir les loisirs (Lévêque, 2016).

Les cours d'eau français ont été fortement aménagés dès le Moyen Âge. Cette période a en effet été marquée l'apparition de nombreux moulins, puis par la construction de nombreux ponts et ports d'attache dans un contexte de développement des échanges commerciaux (Dany, 2016). Les moulins ont commencé à se développer en France à partir de l'époque des Francs (Bloch, 1935). Apparaissent aussi à cette période, les aménagements de pêcheries comme les levées de pieux de bois, de treillis. La construction de digues en terre destinées à la protection de la plaine face aux inondations est également une pratique ancienne (Dany, 2016). C'est par exemple le cas à Toulouse, où un remblai de 540 mètres de longueur a été mis en place en 1601 pour protéger le faubourg St-Cyprien. Dans la moyenne vallée du Rhône, des levées de terre datant du XVe siècle ont également été identifiées (Bravard et al., 2008).

La volonté de maîtriser les cours d'eau s'est ensuite fortement accentuée pour limiter les inondations et l'érosion des berges. Les populations vont de plus en plus se rapprocher des rivières avec l'idée selon laquelle il vaut mieux assurer sa protection par la maîtrise technique plutôt que subir les effets néfastes de la nature (Dany, 2016). Le XIXe siècle a ainsi été marqué par la canalisation des grands fleuves pour les besoins de la navigation (Bethemont, 1997 ; Bravard, 1987). La navigabilité du fleuve a été renforcée sur le Rhône à partir des années 1840 par le biais du système Girardon, conçu en 1884 (Bravard et al., 2008). Ce système repose sur un réseau d'épi, de digues ou encore de traverses (Figure 2) qui concentrent le courant en une artère d'eau unique (Perret, 2015). La bande de tressage large de 1 à 4km qui caractérisait le Rhône au début du XIXe siècle, a ainsi laissé place à un chenal rectiligne de 200 mètres de largeur. Les conséquences de ces aménagements sont l'incision et la fixation du chenal, la fin de la divagation naturelle du fleuve et la fermeture des bras secondaires (Gaydou, 2013).

Figure 2 : Les ouvrages Girardon et leurs impacts



Source : Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Ecologie Marine et Continentale

Les barrages de tailles importantes se sont également multipliés avant 1850, dans le but d'alimenter les canaux de navigation. Ce sont d'abord les besoins en irrigation qui ont motivé la construction de barrage dans les régions méditerranéennes (Dany, 2016). La moitié des grands barrages présents dans le monde ont été construit pour l'irrigation (Lêveque, 2016). À partir de 1850, des barrages sont construits pour approvisionner les grandes villes et pour protéger contre les crues (Dany, 2016). Ce fut par exemple le cas à Paris, avec la construction de barrages-réservoirs sur la Seine (Lêveque, 2016). À partir de 1880, ce sont les besoins en électricité qui vont motiver la construction de barrages (Dany, 2016). Par exemple sur le Rhône et la Loire de 1895 à 1927, dix-huit barrages hydroélectriques sont apparus (Rode, 2010).

Le XXe siècle a ensuite connu un essor des politiques visant à protéger les plaines contre les problématiques d'inondations et d'érosions. Durant cette période, les riverains souhaitent de moins en moins subir les effets néfastes des inondations et érosions comme la perte de terre (Dany, 2016). Les acteurs de l'aménagement et la population accordent une grande confiance aux techniques d'aménagements. Cette confiance est mise en avant pour réduire les risques et elle justifie le fait de pouvoir réaliser des opérations urbaines en zones inondable (Dutour et alii, 2001).

A cette époque prédomine l'idée selon laquelle, l'urbanisation doit combattre la menace de l'inondation par la puissance du génie civil (Rode, 2010). Après la deuxième Guerre Mondiale les politiques d'aménagement n'ont cessé d'augmenter sous l'influence du développement économique. De nombreuses digues ont ainsi vu le jour grâce à d'importants fonds publics. Ce fut par exemple le cas sur les berges de la Garonne à Toulouse, où les grands travaux d'endiguement ont commencé à la suite de la crue de 1952. A la fin des années 1960, « le lit de la Garonne à Toulouse a ainsi été enfermé dans un système de digues en béton depuis les ponts d'Empalot, jusqu'au pont de Blagnac » (Cuiet, 1993). Par ailleurs, même si le développement de l'hydroélectricité remonte au XIX<sup>e</sup> siècle, c'est aussi après la deuxième Guerre Mondiale qu'ont été construits la majorité des barrages hydroélectriques (Veyret-Verner, 1951). A titre illustratif, le nombre de barrage en France passe de 35 en 1900 à 569 en 1998 (CFBR, 2013). En France, les barrages ont surtout pour vocation à produire de l'électricité. En effet, la production hydroélectrique est la deuxième source de production d'électricité en France, après le nucléaire (Lêveque, 2016). Entre 1980 et 1986, quatre aménagements hydroélectriques ont été créés par la Compagnie Nationale du Rhône sur le Haut Rhône (Syndicat du Haut-Rhône. (s.d). Les barrages ont aussi été construits pour d'autres usages comme l'irrigation, la navigation, l'écrêtement des crues ou encore l'alimentation en eau potable (Dany, 2016).

La politique du « tout intervention » exercée au cours du XXe siècle a pesé sur le lien entre les populations et la rivière entraînant une forte confiance dans le génie civil et une forte distanciation avec les cours d'eau (Dany, 2016).

## **I-B L'essor du paradigme de la restauration des cours d'eau**

Les années 1960-1970 ont marqué un tournant, dans le rapport entre l'homme et l'environnement. En effet, une idée commence à se répandre dans l'opinion occidentale : La civilisation moderne ne permet pas le maintien à long terme d'une nature mise à contribution par les activités humaines (Caro, 1979). Au niveau international, l'environnement a commencé à être une préoccupation politique dans les années 1970. Une série de traités apparaît (Convention de Londres 1972, Convention de Bâle 1987, Protocole de Montréal 1989 etc). La question de l'environnement sur la scène politique va émerger lorsque le pétrolier Torrey-Canyon s'échoue en 1967 (Communication environnement, 2011). Cet incident est repris par les médias en utilisant le registre émotionnel, ce qui va toucher l'opinion publique (Libaert, 1992) En 1976, près de la ville de Seveso un nuage de fumée toxique s'échappe d'un réacteur chimique. Cet incident provoque des dégâts importants sur l'agriculture et la faune. De plus, même si aucune victime n'est à déplorer, la population a subi les conséquences de cette intoxication. Les nombreuses catastrophes qui se sont déroulées au cours des années 1960-1970 témoignent de l'incapacité des entreprises et des états à anticiper les risques et les difficultés à intervenir de façon réfléchie sur la question de l'environnement (Communication environnement, 2011).

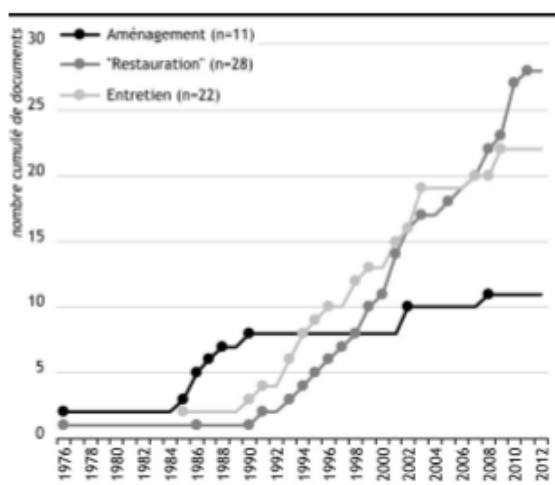
La nécessité de préserver les rivières va se matérialiser en 1964 avec la première loi sur l'eau (Dany, 2016). Cette loi s'intitule, loi relative au régime et à la répartition des eaux, et à la lutte contre leur pollution. En effet, cette loi s'inscrit dans un contexte de reconnaissance de la pollution des eaux grâce aux communautés de pêcheurs qui ont mis en évidence le déclin des populations de poissons (Barthélémy, 2003 ; Bouleau, 2009 ; Gramaglia, 2006) Malgré de nombreux efforts de lutte contre les pollutions, le déclin des populations de poissons continue de se poursuivre. Plusieurs programmes de gestion sont mis en place pour palier à l'intensification des aménagements d'après guerre d'une part et d'autre part pour palier au déclin des population de poissons. Ceux-ci sont le Plan saumon (1976-1980), le Plan migrateur (1980-1982), le Plan quinquennal de restauration des milieux naturels aquatiques (1982-1986) ou encore la loi de 1980 sur l'usage de l'énergie hydraulique.

A l'échelle européenne, l'eau a été l'une des premières thématiques environnementales traitées par l'Union Européenne (Dany, 2016). En effet, l'article (Dany, 2016) mentionne le fait que depuis 1975, huit directives principales sur l'eau ont été publiées. La Directive Cadre sur l'Eau de 2000 impose aux pays européens une cadence à suivre. Elle a pour objectif de préserver et d'améliorer si besoin l'état écologique des systèmes aquatiques (Bouleau et Pont, 2014). Elle fixe pour objectif d'atteindre en 2015, le bon état pour tous les milieux naturels ainsi que la préservation des milieux en très bon état et d'atteindre le bon potentiel pour les milieux très artificialisés (Wasson, Chandesris, Pella et Blanc, 2004). Pour que les rivières atteignent un bon état écologique, elles doivent répondre à des critères d'ordre chimique, physico-chimique et physique et biologique (Etablissement Public du Bassin de la Vienne, 2015). Cette directive introduit, au sein de la gestion de l'eau une culture du résultat envers des objectifs audacieux de reconquête de la qualité de l'eau (Bouleau, 2007).

Dès le début du XX<sup>e</sup> siècle, apparaît au sein de la population une augmentation des contestations contre la mise en place de grands ouvrages. Les opérations d'aménagement des années 1960 ont été menées sans obstacles mais à partir des années 1970, les protestations se multiplient entraînant d'importants conflits (Rode, 2010). Ces protestations sont souvent d'ordre social, paysager ou encore écologique (Catalon, 2015). La Loire est un bel exemple de ces protestations où la contestation écologiste a été importante.

À partir des années 1980 est observé un changement dans la gestion des rivières, c'est le passage de l'ère de l'aménagement à l'ère du ménagement (Beucher et Rode, 2009). La pensée aménagiste va peu à peu disparaître pour laisser place à des principes ayant plus de valeurs environnementales. Le terme d'aménagement prend alors une connotation négative (Figure 3), et la « restauration » lui est opposée plus qu'elle ne lui est associée (Morandi, 2014).

Figure 3: Graphique chronologique représentant les documents techniques en fonction de la présence dans leurs titres des termes d'aménagement, d'entretien, de restauration



Source : Bertrand Morandi. La restauration des cours d'eau en France et à l'étranger : de la définition du concept à l'évaluation de l'action.

La figure ci-dessus permet de démontrer que le terme d'aménagement prend une connotation négative, surtout à la fin des années 1980. En effet, la fréquence du terme d'aménagement diminue dans la majorité des titres des documents techniques alors que les termes de restauration et d'entretien sont de plus en plus présents depuis les années 1990.

À partir des années 1980, le métier d'aménageur des cours d'eau change de point de vue, un déclin progressif de la pensée aménagiste est notable (Dany, 2016). De nombreux guides techniques voient le jour et modèrent le recours aux techniques lourdes (recalibrage, rectifications etc) Ces guides encouragent par exemple le recours au génie végétal et à la renaturation des rivières (Catalon, 2015 ; Malavoi et Bravard, 2010). Désormais, les cours d'eau ne sont plus seulement perçus comme une ressource mais aussi comme un milieu (Catalon, 2015 ; Aspe, 1999). Cette nouvelle phase de "ménagement" se traduit par une gestion plus douce des cours d'eau, plus respectueuse. Cette nouvelle philosophie est reprise en 1994 par le Ministre de l'Environnement Michel Barnier : "il faut ménager les rivières" (Rode, 2010). Peu à peu les villes fluviales vont redécouvrir leurs bords d'eau en passant par des opérations de revalorisation des fronts d'eau. Le meilleur exemple de revalorisation de bords d'eau se situe aux bords de la Tamise à Londres, engagée au début des années 1980 cette opération est probablement la plus importante et la plus médiatisée (Lechner, 2006). En France, beaucoup de villes mettent en place des projets de revalorisation des quais urbains. C'est le cas par exemple d'Orléans à travers le projet « Loire-trame verte ». Mettre en valeur les berges et les paysages, relier les parcs et les jardins par des

cheminements piétons et des pistes cyclables fond partis des objectifs de ce projet (Lechner, 2006). Cet enthousiasme pour la reconquête des berges n'est pas typique des grandes villes fluviales. Des villes plus petites cherchent aussi à valoriser leurs berges. De nombreux termes existent pour désigner les actions en faveur d'une redécouverte des bords d'eau : renouer, rétablir, retrouver, reconquérir, se réapproprier... Tous ces termes montrent la volonté des villes de renouer avec un élément pionnier de la ville (fleuve ou rivière) qui participe à son identité et l'inscrit dans un territoire (Lechner, 2006).

Le rapprochement des disciplines scientifiques va amener à penser les cours d'eau de façon plus systémique au XX<sup>e</sup> siècle. C'est-à-dire que l'homme ne va plus être considéré qu'à travers l'impact de ses activités, mais aussi en tenant compte de l'assouvissement des besoins économiques et sociaux de manière durable (Dany, 2016). Ce rapprochement va impulser un changement dans la politique de gestion des rivières : la notion de patrimoine naturel, le « ménagement des cours d'eau », la notion d'espace de liberté, la notion d'anthroposystème etc (Dany, 2016).

### **I-C La restauration, une pratique plurielle**

Depuis 10-20 ans, on assiste à une redécouverte des fleuves et cours d'eau qui passe par des opérations de restauration, de renaturation, de réhabilitation, de réaffectation ect. Ces termes caractérisent des actions diverses, qui peuvent être regroupées sous le terme générique de « restauration ». Tous ces termes associés à la restauration ont en commun la stratégie du préfixe re (Gramont, 2014). Selon (Lêveque, 2016), ces termes ont été inventés pour contourner l'obstacle, celui de rétablir un état initial des cours d'eau.

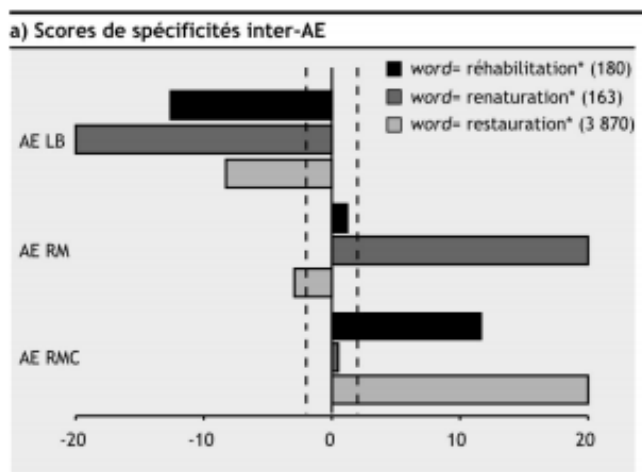
Le terme « réhabilitation » signifie que l'on cherche à retrouver certaines fonctions écologiques de bases de l'état de référence (Astee, 2013). Dans son livre (Lêveque, 2016) parle d'un retour partiel aux conditions préexistantes. La « réhabilitation » passe (Fotré et Muller, 1990) par un reboisement des berges et par une diversification du lit pouvant reconstituer la diversité des milieux aquatiques et favoriser la réinstallation de la faune et de la flore. Le terme de « réaffectation » ou de « création » désigne des opérations qui ont pour but de créer de nouvelles fonctions écologiques (Astee, 2013). Le terme de « renaturation » est apparu pour la première fois dans un document publié par l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranéen (Anonyme, 1993). La première définition donnée à ce terme selon le nouveau paradigme écologique se trouve dans un document de Michelot (1995). Il écrit dans son document que « dans la mesure du possible il convient [...] de restaurer les



phénomènes qui sont à l'origine des caractères des écosystèmes, riches de la diversité, voire de la rareté des espèces qui les composent » (Michelot, 1995). Lèveque (2016) souligne que de nombreuses opérations qualifiées de restaurations consistent en réalité à aménager les cours d'eau dans l'objectif de leur redonner une meilleure apparence, il est alors possible de parler de « renaturation ». De plus, Lèveque (2016) souligne que lorsque l'objectif de protection de la biodiversité est affiché, cet objectif sert en réalité à la promotion des opérations de « renaturation ». Quoi qu'il en soit, la différence entre tous ces termes vient de la trajectoire et de la référence prise comme objectif de l'intervention (Astee, 2013). Le terme de « restauration » désigne une tentative de reconstitution de l'écosystème préexistant dans son ensemble (David, 2017). L'objectif est de permettre à l'écosystème de reprendre son évolution comme si ce dernier n'avait jamais été perturbé (Astee, 2013).

Morandi (2014) a récemment montré que l'emploi de ces termes (Figure 4) est géographiquement différencié. L'Agence de l'eau Rhin-Meuse utilise fortement le terme de renaturation. L'Agence de l'eau Rhône Méditerranéen Corse fait un fort usage du terme de « réhabilitation » et de « restauration ». Quant à elle, l'Agence de l'eau Loire Bretagne ne détient pas de spécificité lexicale.

Figure 4 : Calculs de spécificités inter-AE sur l'emploi des termes « réhabilitation », « renaturation » et « restauration »



Source : La restauration des cours d'eau en France et à l'étranger : de là définition du concept à l'évaluation de l'action

Tous ces termes (réhabilitation, renaturation, réaffectation) témoignent d'un nouveau paradigme, celui de la « restauration écologique » qui devient à partir des années 1990 le paradigme dominant.

Morandi et Piégay (2011) différencie trois types de pratiques dans la restauration des cours d'eau.

La « restauration hydraulique et paysagère » semble perdre de la vitesse au cours des années 1990-2000. Ce paradigme dominant dans les années 1970-1980 a pour but de répondre aux problèmes hydrauliques posés par l'abandon et aux risques d'inondations et d'érosions (Morandi, 2014). Les pratiques mises en œuvre au sein de ce paradigme sont d'ordres forestières. La « restauration » est une pratique forestière (Anonyme, 1976). La « restauration des cours d'eau » consiste principalement à des traitements de la végétation comme le débroussaillage dans le but de dégager les abords du «cours d'eau», à «enlever tous les taillis et broussailles encombrant les berges et la future piste d'entretien» (Lalanne-Berdouticq, 1985). Ce traitement de la végétation prépare à une reprise de l'entretien (Morandi, 2014). Autre type d'intervention, la sélection dans le traitement de la végétation (Anonyme, 1991). Cette pratique consiste à intervenir sur les arbres penchés ou les arbres morts qui peuvent tombés dans le lit du cours d'eau et former des embâcles (Morandi, 2014). Diverses interventions peuvent être mises en place dans le traitement des embâcles comme le « tronçonnage sélectif », l'abattage ou encore l'élagage (Morandi, 2014). Des travaux de « restauration » sont aussi conduits au sein du lit mineur. La technique du faucardage est la plus utilisée, dans un objectif de traitement la végétation aquatique et de limitation de son développement (Bœuf et al., 1985 ; Arlot et al., 1987).

Ensuite, la « restauration piscicole » portant sur la ressource ou la gestion d'espèces particulières (Morandi et Piégay, 2011). Les actions pouvant être mise en œuvre au sein de cette pratique sont la restauration/création de frayères ou encore la restauration de l'habitat par construction d'infrastructures (blocs, troncs etc).

Enfin, la « restauration écologique » ou Morandi (2014) souligne dans les années 1990-2000 une augmentation des documents relatifs à certains types de « cours d'eau » ou à certains compartiments des « cours d'eau ». La ripisylve apparaît comme le compartiment où sont consacrés le plus de documents (Maridet et Collin-Huet, 1995 ; Boyer et al., 1998 ; Allion et al., 1998 ; Jacob, 1999 ; Larroque, 1999 ; Jund et al., 2000 ; Traub et al., 2001 ; Anonyme, 2003 ; Dufour et Piégay, 2004 ; Pont, 2007). La création d'une ripisylve est une technique de « restauration écologique » des cours d'eau. Elle peut être réalisée soit sous la forme de végétation simple (plantations, boutures etc) ou soit sous la forme de « techniques du génie végétal » comme le tressage de saules ou la mise en place de caissons végétalisés (Adam, Debiais et Malavoi, 2007). La plupart des techniques de « restauration écologique » mobilisent le génie végétal (Morandi, 2014). Le génie végétal est défini par Lachat (1995) comme l'utilisation de plantes vivantes, de parties de celles-ci et de semences afin de résoudre les problèmes de l'ingénieur dans les domaines mécaniques de la protection contre

l'érosion, de la stabilisation et de la régénération des sols. Les fondements du choix végétal restent souvent les mêmes que dans les années 1970-1980, ce sont, le moindre impact environnement sur le cours d'eau, le faible coût et l'intégration dans le paysage (Lachat, 1994). Les actions de restauration sont aussi réalisées sur les formes du chenal. L'objectif de ces actions est la diversification du milieu, notamment à destination de la faune et de la flore (Lenormand, 2002 ; Anonyme, 2007). Des aménagements piscicoles peuvent être mis en place comme des épis (Figure 5) ou des seuils. Ils ont pour but de diversifier les écoulements, les hauteurs d'eau, ainsi que les substrats (Morandi, 2014).

Figure 5 : Epi rocheux



Source : La Nouvelle République.fr

Les pratiques de la « restauration écologique » portent aussi sur les processus hydromorphologiques. Les interventions mises en places concerne les dynamiques latérales des cours d'eau (Morandi, 2014). Les travaux ont pour but de supprimer les contraintes latérales (Malavoi et al., 2007 ; Anonyme, 2010). Ces travaux passent par la suppression des protections de berges, par la suppression des digues ou à leur recul (Michelot, 1995). Ces travaux s'inscrivent dans la logique de mise en œuvre du concept de restauration de l'espace de mobilité des cours d'eau (Adam, Debiais et Malavoi, 2007). D'autres techniques de « restauration écologique » existent comme la reconnexion d'annexes hydrauliques, la remise à ciel ouvert des cours d'eau ou encore le reméandrage (Adam et al., 2007).

Le concept de « restauration écologique » domine désormais dans la gestion des cours d'eau. Le paradigme de la « restauration hydraulique et paysagère » perdure encore, mais il laisse la place à un nouveau paradigme appelé « écologique » (Morandi, 2014). Désormais, la restauration ne répond plus seulement à l'abandon des cours d'eau mais aussi aux impacts écologiques issus des aménagements anthropiques passés (Morandi, 2014). L'apparition de ce nouveau paradigme s'est accompagné de nouveaux termes comme la réhabilitation ou la renaturation. Il s'est appuyé sur les connaissances développées par la recherche dans le domaine de l'eau et des milieux aquatiques (Morandi, 2014). Le champ étymologique de la restauration des cours d'eau se complexifie beaucoup plus qu'il ne se précise (Morandi, 2014).

### **I-D Etats des lieux des opérations de restauration en France**

D'après les travaux de Morandi et Piégay (2011), 49 % des actions de restauration détiennent une dimension hydraulique. Morandi (2014) souligne que les Agences de l'eau Loire Bretagne, Rhône Méditerranée Corse et Rhin Meuse interviennent majoritairement sur le compartiment de la ripisylve. Dans le détail, les travaux d'entretien et de protection de berge sont majoritaires. Ensuite, 42 % des actions recensées intègrent une dimension écologique. Enfin, les actions piscicoles représentent 27 % des actions. Dans le détail, certaines interventions écologiques et piscicoles sont majoritaires parmi ces types de restauration. En effet, parmi la restauration piscicole, l'intervention dominante est l'aménagement d'habitat pour les espèces. Alors que concernant la restauration écologique, l'intervention dominante est la reconnexion d'annexes hydrauliques.

A l'échelle des bassins hydrographiques, le traitement de la végétation, des embâcles ainsi que des encombres, sont les interventions les plus importantes pour les bassins Loire Bretagne, Rhône Méditerranée Corse et Rhin Meuse (Morandi, 2014). Cependant, chaque Agence de l'Eau détient des spécificités en termes d'actions. La spécificité de l'Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse réside dans la part d'interventions consacrées au reméandrement (Morandi, 2014). L'aménagement d'abreuvoirs et la pose de clôtures est une action propre à l'Agence de l'Eau Loire Bretagne (Morandi, 2014).

Des disparités peuvent être observées au sein de la répartition nationale des opérations de restauration (Figure 6). Les régions Nord-Pas-De-Calais, Picardie et la Corse apparaissent démunies en matière de restauration des cours d'eau alors que la région Rhône-Alpes concentre 44 % des actions sur les 480 recensées (Morandi et Piégay, 2011). La Région Rhône-Alpes est en avance grâce à un vaste programme de restauration hydraulique et écologique mis en place dans les années 1990, initié par les gestionnaires du Rhône et la Compagnie Nationale du Rhône. L'objectif de

programme est l'augmentation du débit réservé dans les sections court-circuitées, la restauration des voies de migration et la restauration des annexes fluviales appelées les lônes (Programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône, s.d). Le bassin Rhin-Meuse présente une avancée considérable et dépasse ainsi le bassin Rhône-Alpes. En effet, la densité de projets rapportés au linéaire des cours indique une activité importante dans le bassin Rhône-Alpes, mais cette activité est davantage marquée dans le bassin Rhin-Meuse (Morandi, 2014). Depuis 2007 et jusqu'à 2012, plus de 2 000 kilomètres de cours d'eau sont restaurés dans le bassin Rhin-Meuse, témoignant de cette forte activité dans le domaine de la restauration des cours d'eau (Agence de l'eau Rhin Meuse, 2014).

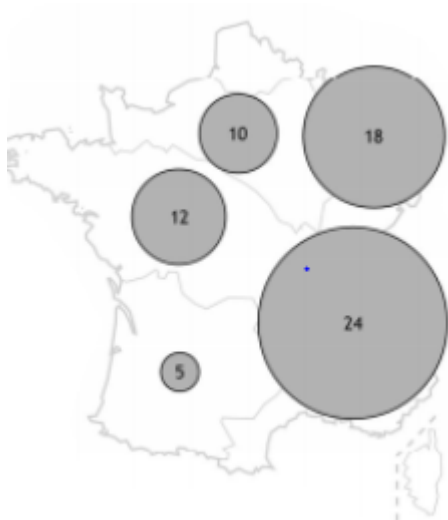
Figure 6: Densité de projets à l'échelle des bassins hydrographiques



Source : Bertrand Morandi. La restauration des cours d'eau en France et l'étranger : de la définition du concept à l'évaluation de l'action

Le bassin versant de la Garonne fait l'objet d'un certain nombre d'opérations de restauration, mais le bassin hydrographique de la Garonne semble être en retard contrairement à celui du Rhône, du Rhin ou de la Loire (Morandi, 2014). Un faible niveau de production de documents techniques (Figure 7) à l'échelle du bassin Adour-Garonne est notable. Seulement 5 documents techniques ont été produits entre 1976 et 2012 ce qui montre le retard du bassin en ce qui concerne la restauration des cours d'eau.

Figure 7 : Carte de répartition des documents techniques produits au sein des grands bassins hydrographiques



Source : Bertrand Morandi. La restauration des cours d'eau en France et l'étranger : de la définition du concept à l'évaluation de l'action

Concernant la répartition par type d'action, la région Rhône-Alpes n'a pas de spécificité puisqu'elle couvre les trois types de restauration décrit par Morandi et Piégay (2011). La majorité des actions mises en œuvre dans les régions de l'Est de la France sont d'ordres écologiques (Morandi et Piégay, 2011). Alors que les actions de restauration hydraulique sont majoritaires en Midi-Pyrénées ainsi que dans le Languedoc Roussillon (Morandi et Piégay, 2011).

Quelques manques ou lacunes peuvent être soulignées concernant les projets de restauration de cours en France. La Directive Cadre sur l'Eau de 2000 exige l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau et cette directive suppose de manière implicite l'évaluation des actions menées et d'en prouver l'efficacité en termes de gains écologiques à un coût convenable (Morandi et Piégay, 2011). Cette idée incontournable doit être intégrée lors de la conception d'un projet de restauration (Roni et al., 2005). Or, les opérations de restauration des cours d'eau sont souvent décidées sans études préparatoires suffisantes afin de valider le projet et d'en apprécier les résultats (Lêveque, 2016). Lêveque (2016) souligne que dans la majorité des cas les opérations de restauration ne se fixent pas d'objectifs quantifiés. Aux Etats-Unis, cette lacune est aussi valable (Palmer et al., 2005). Sur le plan écologique la même tendance émerge puisque les projets ne mettent pas en place un suivi sur le long terme, dans le but d'évaluer la réussite ou non des objectifs (Lêveque, 2016). Dans leurs articles, Morandi et Piégay (2011) font ressortir quelques idées importantes. En effet, ils soulignent de nombreuses lacunes concernant les informations disponibles sur Internet faisant référence au suivi et à l'évaluation des actions menées. Ces lacunes concernent la description précise des

systèmes d'évaluation qui selon eux reste ponctuelle (Morandi et Piégay, 2011). Sur les 480 actions recensées au sein de leurs articles, seulement 139 actions mentionnent un élément de suivi. De plus, Morandi et Piégay (2011) soulignent le manque d'échanges d'informations sur le succès ou non des opérations de restauration. Et pourtant, ces échanges pourraient être précieux pour ne pas répéter certains échecs (Lêveque, 2016). Enfin, Morandi et Piégay (2011) montrent que peu d'intérêt sont porté aux résultats. En effet, la mise en place de suivis permettrait d'affirmer si les opérations menées ont eu des répercussions bénéfiques attendues sur le milieu (Lêveque, 2016). Malencontreusement peu de suivis sont mis en place.

En termes de restauration dans le bassin versant de la Garonne, la promotion des actions est plutôt faible de la part des acteurs de la gestion de l'eau. Cette communication des opérations de restauration se concentre sur quelques cours d'eau. Concernant les articles scientifiques (recherche sur Google Scholar), il est difficile de savoir si certains auteurs travaillent sur ce sujet et à cet échelle.

Plusieurs interrogations émergent dans le cadre de ce travail : Certains cours d'eau sont t'ils privilégiés en termes d'action de restauration ? Quels sont les types d'actions qui sont menés dans le bassin versant de la Garonne ?.

Les objectifs de cette étude sont de : Démontrer si certains cours d'eau du bassin versant fond davantage l'objet d'actions de restauration et d'indiquer quels sont les types d'actions qui sont mis en œuvre. Enfin, l'objectif est d'analyser l'organisation spatiale des opérations de restauration.

## **II- Démarche méthodologique pour l'inventaire, la classification et l'analyse spatiale des opérations de restauration dans le bassin de la Garonne**

Pour répondre aux objectifs de ce stage, une méthode en quatre étapes a été mise en place (Figure 8).

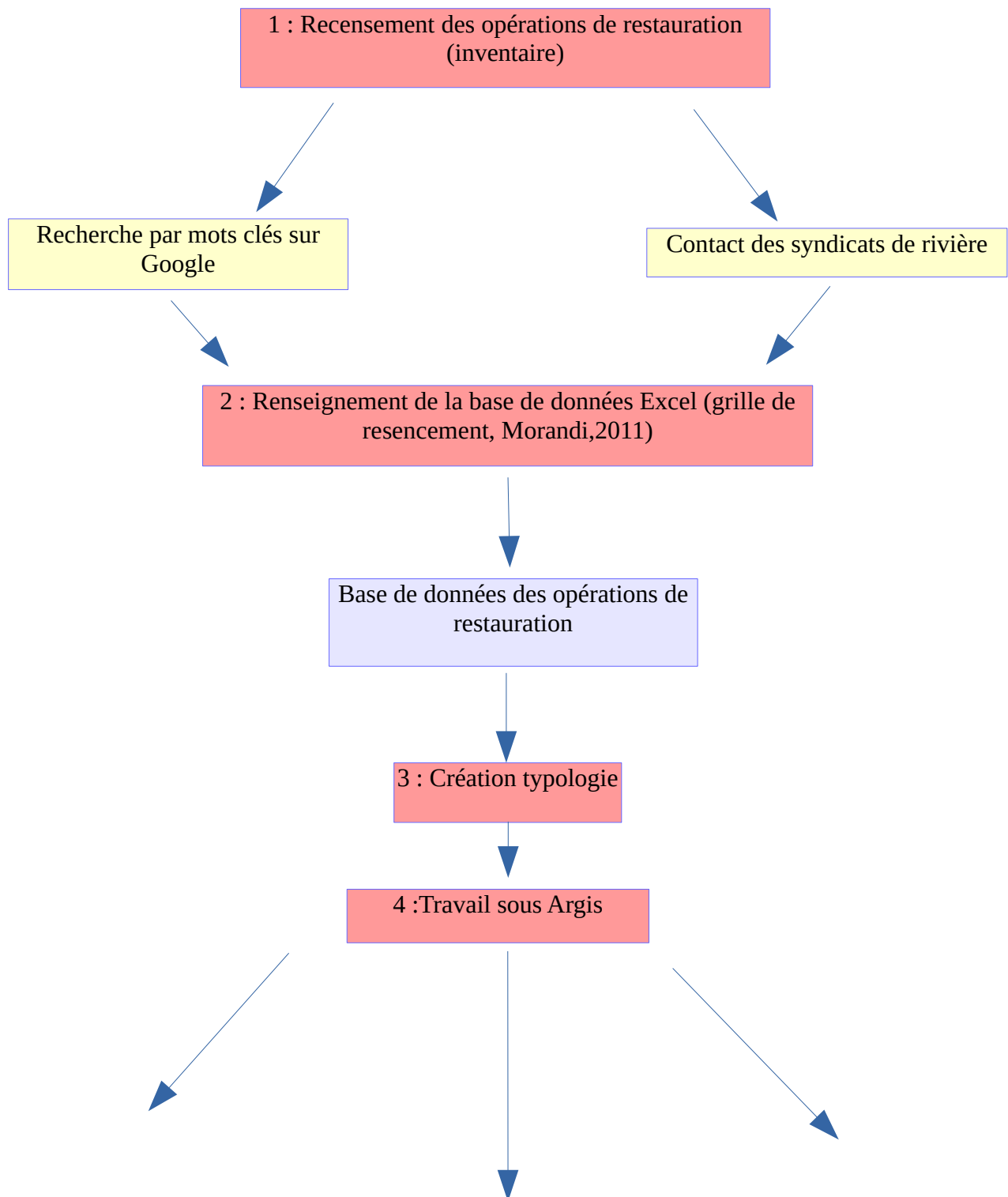
La première mission a consisté à construire une grille d'analyse sur Excel, en vue d'un inventaire des opérations de restauration.

La deuxième mission consistait à réaliser un inventaire des opérations de restauration sur les cours d'eau du bassin versant de la Garonne à partir d'internet et avec l'aide de syndicats de rivières. Ces deux premières missions ont été réalisées parallèlement, car la décision de réaliser une grille d'analyse pour classer les opérations de restauration obtenues sur internet n'a été prise qu'ultérieurement.

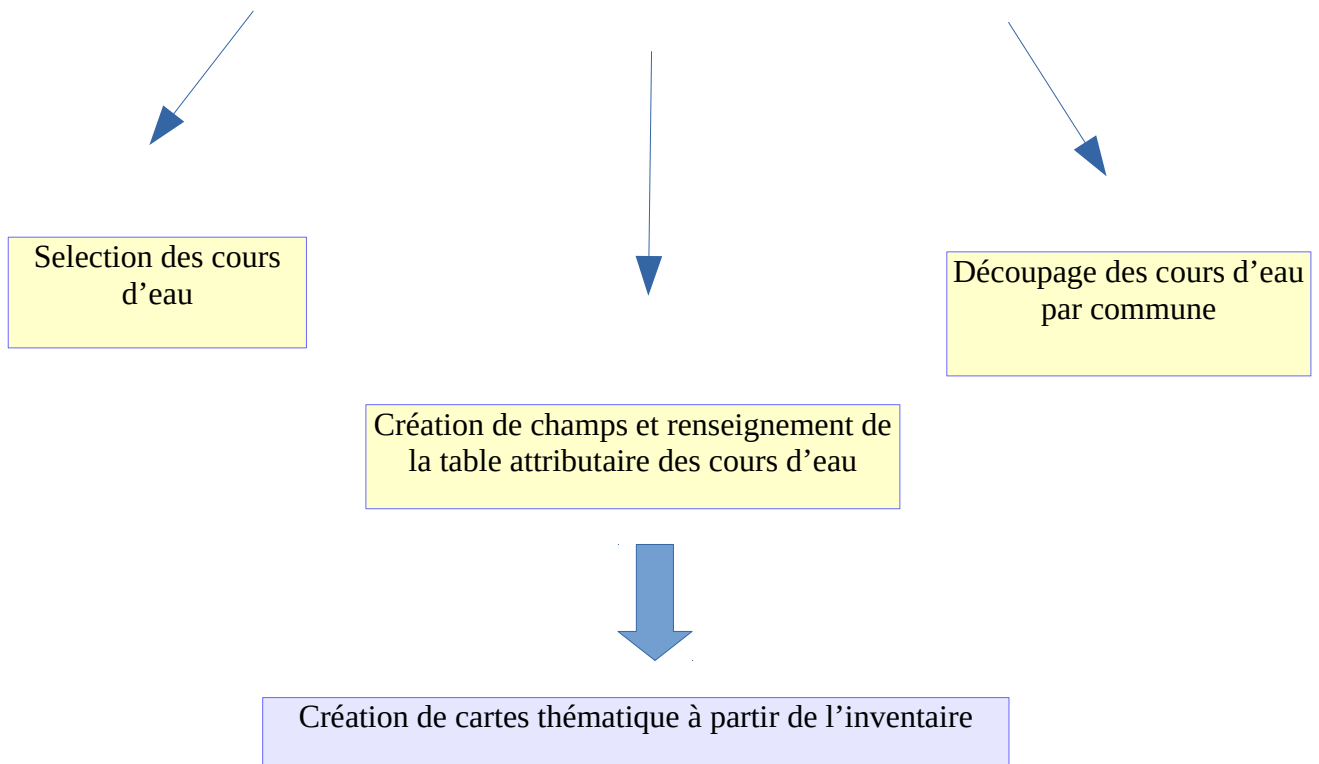
La troisième mission a consisté à regrouper les opérations repertoriées par catégories.

Enfin, la quatrième mission comprend le travail cartographique sous système d'information géographique (SIG) pour l'analyse de l'organisation spatiale des opérations de restauration.

Figure 8: Schéma explicatif du protocole de recherche




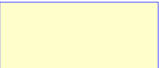




Légende du schéma :

 Les résultats

 Les grandes étapes

 Les actions

## II-A Inventaire des opérations de restauration

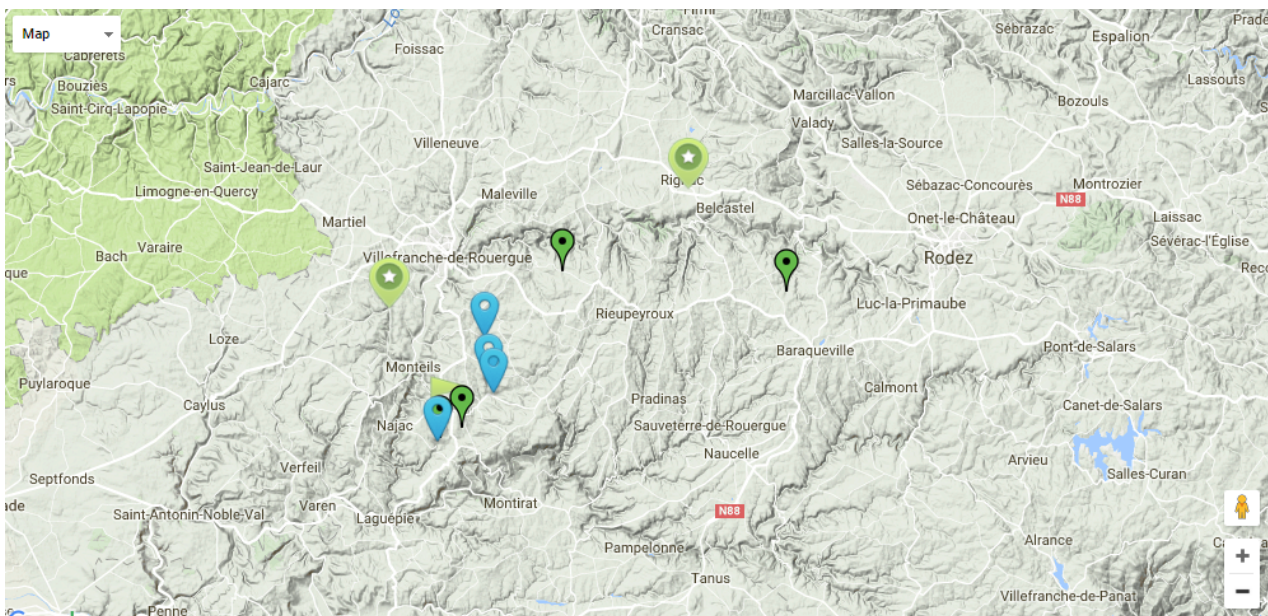
### Recherche par mots clés

Une recherche par mots clés est utilisée à partir du moteur de recherche Google. Les mots utilisés sont les suivants : **Restauration**, **rivière** puis le **nom** du cours d'eau souhaité. La recherche est menée sur les dix premières pages de Google. Une attention particulière est portée sur les liens



la recherche par mots clés a permis d'obtenir quelques informations grâce aux sites internet des syndicats de rivière. À propos des autres cours d'eau, le peu d'informations disponibles n'a pas permis de remplir avec satisfaction la grille d'analyse. Certains cours d'eau comme l'Aveyron, aucune information n'est disponible sur internet. Ceci s'explique par le fait que le site du Syndicat Mixte du bassin Versant Aveyron Amont (SMBV2A) est en cours de construction. Malgré la présence d'une carte interactive (Figure 10), les actions mentionnées sur cette carte sont peu nombreuses et ne concernent que des ruisseaux ou des petits cours d'eau.

Figure 10 : Carte interactive des sites d'actions du SMBV2A



Source : Syndicat Mixte du bassin Versant Aveyron Amont

En général, les informations disponibles sur internet sont très globales et ne permettent pas d'appréhender le sujet de recherche en détail. Beaucoup de programmes pluriannuel sont présentés sur internet, mais ces rapports, de tailles très importantes ne permettent pas de réaliser un inventaire précis des types d'actions et leur localisation. Une autre technique est adoptée afin d'acquérir plus de connaissances sur les opérations de restauration mais également afin d'obtenir des informations sur tout les cours sélectionnés initialement.

## Contact des syndicats de rivières

À partir de la deuxième semaine de stage, les syndicats de rivière, principaux acteurs de ces opérations de restauration sont contactés (Figure 11). Ces syndicats sont contactés soit par mail ou par téléphone, c'est le cas avec le syndicat de l'Aveyron amont où un rendez vous téléphonique est pris. Il est agréable de constater que les techniciens (nes) rivière ou les directeurs (trices) de ces syndicats m'ont répondu très rapidement.

Figure 11 : Tableau illustrant le moyen d'obtention de données relatives à des opérations de restauration et le types d'informations recueillies

Cours d'eau	Par quel moyen les données ont été obtenu sur ce cours d'eau	Types d'information recueillies
Garonne	Site internet de la CATeZH Garonne	Fiches techniques à partir d'un carte interactive où sont repertoriés les sites gérés
Tarn	Site internet de la Communauté de Communes Milau Grandes Causses	Description des trois tranches de travaux dans le cadre du PPG 2014-2018
Lot	Prise de contact avec Avril Cantin (Animatrice contrat de rivière Lot aval) du Syndicat Mixte pour l'Aménagement de la vallée du Lot	Dossiers de subvention des travaux réalisés et le PPG de 2013.
Gers	Prise de contact avec Andre Mathilde (technicienne rivière) pour le syndicat de rivière compétent sur la rivière Gers partie aval et l'agglomération Grand Auch	Extrait des travaux de la CA Grand Auch et des travaux du SIDEL.
Ariège	Prise de contact avec Bourreau Alizée du Syndicat Mixte d'Aménagement des rivières – Val d'Ariège	Extrait du diagnostic de l'étude de définition d'une stratégie de gestion durable dans le bassin versant de l'Ariège. Au sein de cet extrait, résumé des différents travaux réalisés.
Aveyron	Prise de contact par téléphone avec Sudres Marion du syndicat mixte du bassin versant Aveyron amont	Bilan des actions du PPG de la basse vallée + bilan PPG de la haute vallée ainsi que le PPG de la vallée médiane.
Dropt	Site internet de l'Epidropt	Rapport du technicien rivière pour 2012-2013-2014-2015

Salat	Prise de contact avec Domenc Gilles, directeur du Syndicat Couserans Service Public	Tableau bilan des travaux sur le Salat entre 2001 et 2016.
Arrats	Site internet du Syndicat d'Aménagement de l'Arrats	Pages d'information du syndicat (Arrats info) du décembre 2011-2012-2013-2014.
Gimone	Prise de contact avec Sabatier Christophe, technicien rivière au syndicat de la Gimone	Rapports d'activités décrivant les travaux de restauration dans la partie tarn-garonnaise.

Ce tableau illustratif, démontre que pour obtenir des informations relatives à des opérations de restauration, la prise de contact avec des syndicats de rivière est majoritaire. Sur les 10 cours d'eau, 6 ont fait l'objet d'une prise de contact avec un syndicat de rivière.

Globalement, pour ce travail bibliographique, la plupart des données obtenues ont permis de remplir avec succès la grille de recensement.

Lors de ce travail de recherche et d'analyse certaines difficultés sont rencontrés. La première difficulté réside dans le fait de retirer des rapports ou autres, seulement les éléments nécessaires afin de remplir la grille d'analyse. Un long travail de lecture a donc été nécessaire. La deuxième difficultés est de réussir à remplir la grille d'analyse en ayant très peu de données sur internet mentionnant des opérations de restauration pour certains cours d'eau comme l'Arrats ou le Dropt. De plus, pour ces derniers, aucune réponse ne m'a été adressé. Enfin, les données fournies par le technicien rivière du Salat sont peu précises ce qui ne permet pas de compléter avec satisfaction la grille d'analyse concernant ce cours d'eau (Figure 12).

Figure 12 : Manque d'information concernant le Salat

Descriptif travaux	Maître d'ouvrage
Travaux de restauration	
Travaux de restauration	
Travaux de restauration	
Travaux de restauration	
Travaux d'entretien	
Travaux d'entretien	
Travaux d'entretien	
Travaux de restauration	
Travaux de restauration	
Travaux de restauration	
Travaux d'entretien	
Travaux de restauration	
Travaux de restauration	
Travaux d'entretien	
Travaux d'entretien	
Travaux de restauration	
Travaux de restauration	

Source : Valentin Thiec

Certains leviers sont à noter dans le cadre de ce travail bibliographique. En effet, certains rapports envoyés par des syndicats de rivière étaient très claires et fournis sous formes de tableaux. L'obtention des données qui m'intéressaient au sein de ces rapports est facile contrairement à d'autres cours d'eau où une lecture attentive est nécessaire (Figure 13).

De plus, les personnes contactées répondent avec rapidité et sont agréables tout le long de nos échanges par mail ou téléphone.

Figure 13 : Extrait du dossier de demande de subvention des travaux réalisés en 2014 sur le Lot

<i>Commune</i>	<i>travaux</i>	<i>linéaire</i>	<i>Moyens à mettre en œuvre</i>	<i>Coût estimatif TTC</i>
<b>Aiguillon</b>	Dévégétalisation des atterrissements	1000m <sup>2</sup>	Moyens manuels/insertion	5 000 €
	Abattages ponctuelles amont barrage et aval pont	1200m	Barge+ équipe	10 000 €
<b>Bourran</b>	Restauration aval barrage Clairac	1400m	Barge + équipe	20 000 €
<b>Clairac</b>	Restauration aval barrage rive droite	1400m	Barge + équipe	20 000 €
	Abattages ponctuelles amont	1100m (environ 15 arbres)	Barge + équipe	3 000 €
	Débroussaillage sélectif	400m <sup>2</sup>	Moyens manuels	800 €
<b>Lafitte</b>	Opérations ponctuelles abattages et retrait d'embâcles	3000m (environ 20 abattages et 10 embâcles)	Barge + équipe	6 000 €

Source : Avril Cantin, animatrice contrat de rivière Lot aval

## II-B Construction d'une grille d'analyse

### Renseignement de la base de données sous Excel

Afin de réaliser un travail clair et pour ne pas avoir des informations réparties sur des pages Word, les informations sont classés dans une grille d'analyse (Figure 14). Le choix de construire une grille d'analyse a été pris pour permettre un recensement systématique des informations obtenus sur des opérations de restauration.

Figure 14 : Une partie de ma grille d'analyse sur Excel

Nom cours d'eau	Date de l'action	Surface restaurée	Nom de l'opération	Situation (Région, Département)
Garonne	Plan de Gestion 2006-2010 et 2012-2016	20 hectares	Méandre de Port haut	Occitanie, Haute-Garonne, S
Garonne	2009-2011 et autre plan de gestion 2012-2014	40 hectares	Île de Martignac et bras mort de Fontaine	Occitanie, Haute-Garonne, C
Garonne	2013-2015	18hectares	Berges du pont d'Ondes	Occitanie, Haute-Garonne, C
Garonne	2012-2014	4,8hectares	La Nautique	Occitanie, Haute-Garonne, C
Garonne	Plan de Gestion 2007-2011 et 2012-2016	26hectares	Mauvers les Bordes	Occitanie, Tarn-et-Garonne, C
Garonne	2014-2016	32hectares	Île de Labrelle	Occitanie, Tarn-et-Garonne, C
Garonne	Plan de Gestion 2008-2010 et 2012-2014	70hectares	Îlot de Saint Cassian	Occitanie, Tarn-et-Garonne, C
Garonne	2013-2016	87hectares	Bras mort de l'Espinassié	Occitanie, Tarn-et-Garonne, C
Garonne	Début 2012	2*22km de berges	Les berges du Saint-Gaudinois	Occitanie, Haute-Garonne, C
Garonne	2014-2016	48hectares	La Hierle-Confluence Gers-Garonne	Occitanie, Haute-Garonne, M
Garonne	Durant juillet 2012	300 m2		Occitanie, Haute-Garonne, E
<b>Projet de Restauration en cours de diagnostic</b>				
Garonne	Plan de Gestion 2015-2017	9,51hectares	Méandre de Galié	Occitanie, Haute-Garonne, C
Garonne		36,14hectares	Beuchalot-Montespan	Occitanie, Haute-Garonne, E
Garonne		76,70hectares	Palaminy	Occitanie, Haute-Garonne, F
Garonne		10,58hectares	Îles de Saint Julien	Occitanie, Haute-Garonne, S
Garonne		1,82hectares	Robineau	Occitanie, Haute-Garonne, M
Garonne		897,09hectares	Grand Parc Garonne	Occitanie, Haute-Garonne, C
Garonne		8,08hectares	Poulidas	Occitanie, Haute-Garonne, M
Garonne		10,84hectares	Graviers Garonnais	Occitanie, Haute-Garonne, C
Garonne		41,86hectares	Les Crepys	Occitanie, Haute-Garonne, C
Garonne		19,46hectares	Bregnaygue	Occitanie, Tarn-et-Garonne, C
Garonne		24,69hectares	Vernet	Occitanie, Tarn-et-Garonne, C
Garonne		15,16hectares	Îles de Merles-Montardou	Occitanie, Tarn-et-Garonne, C

Source : Valentin Thiec

Ce travail s'appuie sur l'article de Morandi et Piégay (2011), car ces derniers utilisent une grille de recensement simplifiée afin de répertorier les 480 actions de restauration recensées (Figure 15).

Figure 15 : Grille de recensement présente dans l'article de Morandi et Piégay

**Tableau 1.** Grille de recensement simplifiée.

<b>Identification du site restauré</b>
Nom du cours d'eau
Date de l'action
Linéaire / surface restaurée
Nom du site / de l'opération
Localisation administrative : région(s), département(s), commune(s)
<b>Définition de l'action de restauration</b>
Pressions
Objectifs de restauration
Descriptifs des travaux
Coût de l'action
Maîtrise d'ouvrage
Structures associées / partenaires
<b>Éléments d'évaluation</b>
Suivi scientifique avant restauration / état initial
États de références
Suivi scientifique après restauration
Suivi scientifique sur un site témoin
Suivi technique
<b>Métadonnées</b>
Sources bibliographiques et sitographiques
Liens Internet

Source : Morandi, B., & Piégay, H. (2011). Les restaurations de rivières sur Internet: premier bilan

Sur cette grille de recensement, 11 variables ont été retenues pour remplir la grille d'analyse sous Excel (Figure 16).

Figure 16 : Les 11 variables retenues pour construire la grille d'analyse

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Nom du cours d'eau	Date de l'action	Surface restaurée	Nom de l'opération	Situation	Menaces	Objectif de l'action	Descriptif des travaux	Maître d'ouvrage	Partenaires	Coût

Source : Valentin Thiec

Ces 11 variables sont : le nom du cours d'eau où se déroule l'action de restauration, la date de l'action, la surface restaurée, le nom de l'opération, les menaces/pressions qui pèsent sur le milieu et qui justifient une intervention, l'objectif de l'opération, le descriptif des travaux, le maître d'ouvrage, les partenaires et associés et enfin le coût de l'action de restauration.

Globalement, la grille a été remplie avec facilité et succès. Cependant pour certains cours d'eau ils manquent certaines informations (Figure 17). En effet, les données présentes sur internet sont peu complètes et la situation de certaines actions de restauration est difficilement localisable (seuil, moulin etc).

Figure 17 : Manque d'information sur la rivière du Dropt

Situation	menaces/pressions	Objectif de la restauration
Eymet		
Plaisance + Serres, Montguyard, St Aubin de Cadelech, Razac d'Eymet et Lauzun		
Bagas, Loubens, St Martin de Lerm, Camiran, Morizes, les Esseintes		
Seuil de labarthe - pont de Gironde-sur-Dropt		
Morizes, Esseintes, Gironde, Casseuil et Caudrot		
Eymet, Agnac, La Sauvetat, Moustier		
Moulin de Loubens - Seuil de labarthe		
Auriac-sur-dropt, Montelon, Duras, Saint-Pierre-sur-dropt		
Capdrot, Monpazier, gaugeac, Vergt-de-Biron et Parranquet		
Queysses - Moulin de Siganen		
Dropt aval (Moulin des Tourneaux- Gères)		

Source : Valentin Thiec

## II-C Mise en place d'une typologie

Avant de réaliser les cartes sous Argis, la réalisation d'une typologie des opérations de restauration est nécessaire à partir du descriptif des travaux issu de l'inventaire. L'objectif est de classer les informations obtenus dans le descriptif des travaux pour faire ressortir les grands types d'action de restauration pour pouvoir ensuite réaliser des cartes thématiques. Initialement, la typologie est conçue à l'aide de celle présente dans l'article de Morandi (2011) (restauration hydraulique, écologique, piscicole) mais cette dernière n'est pas en accord avec certaines actions présentes au sein de l'inventaire. La typologie comprend 11 grands types d'actions de restauration.



Une douzième catégorie est créée pour représenter les actions à définir sur la Garonne, c'est-à-dire les opérations de restauration encore en projet.

### **Gestion des espèces invasives.**

Les plantes invasives sont des espèces introduites par l'homme, dans une région où elles n'existaient pas auparavant. Elles se propagent de façon incontrôlée dans cette nouvelle région (Pôle Wallon de Gestion Différenciée asbl, 2014). Selon Mercier (2013), ce sont des espèces exotiques naturalisées qui se mettent à proliférer dans un nouvel habitat, à s'étendre géographiquement et dont la prolifération engendre des perturbations sur le fonctionnement de l'écosystème d'accueil.

Les invasions biologiques sont désormais considérées au niveau international comme la deuxième cause d'appauvrissement de la biodiversité, juste après la destruction des habitats (MacNeely et Strahm, 1997). Les espèces invasives intéressées sont la Renouée du Japon, la Buddléia, l'ailante, la Balsamine et les massifs de bambous. Ces cinq types d'espèces invasives sont celles qui sont apparues dans les documents relatifs aux opérations de restauration, durant l'inventaire.

### **Valorisation des sites, ouverture aux publics**

Ce type d'action de restauration fait référence à la mise en place d'aires de pique-nique, de parkings, pour les habitants proches du cours d'eau mais aussi pour les personnes extérieures. La création de sentier pédagogique avec la mise en place d'une signalétique peut également représenter une action de restauration. L'objectif est de faire connaître le site au grand public, en accord avec la sensibilité du milieu.

### **Collecte de déchets**

Les déchets présents en rivières dégradent le paysage, constituent une gêne pour les usagers (pêcheurs etc) et provoquent de nombreux embâcles (Observatoire de l'eau des pays de l'Adour, 2000). L'objectif est de redonner une meilleure image des cours d'eau qui ont subi de nombreuses dégradations anthropiques comme la pratique de décharges sauvages. De ce fait, les habitants ne se reconnaissent plus à travers leurs cours d'eau. Des journées de collecte peuvent être organisées avec

des groupes scolaires par exemple. Réaffirmer l'identité du cours d'eau et favoriser la réappropriation citoyenne des berges sont les perspectives attendues à travers cette action.

### **Gestion des atterrissements**

La gestion des atterrissements permet d'aider le transport des matériaux de la rivière et de favoriser la dissipation de l'énergie hydraulique d'un cours d'eau (Contrat de rivière haut adour, s.d). Un atterrissement est un amas de terre, de sables, de graviers ou encore de galets qui ont été apportés par les eaux et déposés à la suite d'une diminution de la vitesse du courant (Eau France, 2016). Ce phénomène résulte de processus naturels de transport solide de la rivière et il est essentiel au bon fonctionnement de la dynamique d'un cours d'eau (Jund et al., 2000). Un atterrissement peut être un élément fondamental de l'équilibre morphologique de la rivière (lieu de vie pour la faune, ralentissement du courant etc) (Jund et al, 2000). De ce fait, enlever un atterrissement peut perturber le fonctionnement d'une rivière d'où la nécessité de réfléchir avant d'intervenir sur un atterrissement (Jund et al, 2000). Les atterrissements ne sont pas à enlever systématiquement, un simple arasement de la végétation suffit à l'aide d'une pelle hydraulique (Jund et al, 2000).

### **Suppression des embâcles**

Un embâcle est une accumulation de débris végétaux (souche d'arbres, arbres tombés dans le cours d'eau) où viennent souvent s'ajouter des déchets d'origine anthropiques (Conservation nature, 2010). Les embâcles peuvent être bénéfiques pour le milieu aquatique (abris hydrauliques, abris contre les prédateurs etc), mais ils peuvent être aussi néfastes (érosion, inondation etc) (Jund et al., 2000 ). La gestion des embâcles doit débiter par une phase préventive afin de limiter leur formation grâce à des actions sur la ripisylve comme le contrôle des arbres morts, localisés en pied de berges (Conservation nature, 2010). L'enlèvement des embâcles est réalisé avec un treuil monté sur un tracteur ou avec une pelle mécanique (Jund et al., 2000). Les végétaux enlevés de la rivière sont éliminés par brulage ou stockés hors de portée des crues Cependant, la suppression d'un embâcle provoque l'accélération du courant dans la rivière ce qui peut provoquer une reprise de l'érosion. De ce fait, il est nécessaire de surveiller le comportement de la rivière en aval (Contrat de rivière haut adour, s.d).

## **Restauration des annexes hydrauliques**

Les annexes hydrauliques correspondent généralement à d'anciens chenaux ou tracés de la rivières (Adam et al., 2007). Ils existent différents types d'annexes hydrauliques comme les bras vifs (connexion au cours d'eau amont et aval), les prairies inondables (connexion latérale au cours d'eau) ou encore les bras morts (anciens bras déconnectés du cours d'eau ou faiblement connectés) (Agence de l'eau Adour Garonne, 2017). Ces annexes sont nommées selon les régions et leur niveau de déconnexion : noues, boires, couasnes, lônes etc (Adam et al., 2007). Les annexes hydrauliques permettent la reproduction des poissons phytophiles ou encore permettent aux espèces de se protéger face aux crues ou pollutions temporaires du chenal principal (Pringle et al., 2000). Elles accueillent une biodiversité assez riche comme en atteste la présence de nombreux végétaux, des poissons, des oiseaux et certains mammifères. La plupart des projets de restauration des annexes hydrauliques avaient pour objectif principal et parfois unique la restauration des frayères à brochets (Adam et al., 2007). Aujourd'hui diverses interventions sont possibles comme l'entretien de la végétation pour empêcher la fermeture du milieu par les arbres ou encore rendre possible la circulation de l'eau sur le site pour une petite crue et éviter le piégeage de la faune lors de l'abaissement du niveau d'eau en été (Adam et al., 2007).

## **Entretien de la ripisylve**

Pour être efficace, l'entretien de la ripisylve doit s'appuyer sur des abattages ciblés sur les sujets qui posent des problèmes (arbres morts, vieillissants etc) (Onema, 2014). Jund et al (2000) souligne que l'abattage est le plus souvent une action préventive et elle doit être sélective dans les arbres à abattre, afin de préserver la diversité générale des espèces et des âges. De plus, l'entretien doit s'appuyer sur le recépage qui consiste à supprimer tout ou une partie des rejets provenant d'une souche (Onema, 2014). L'entretien de la ripisylve passe aussi par l'enlèvement des embâcles (voir ci-dessus). Enfin, autre technique, l'élagage qui vise à prévenir la formation des embâcles en coupant au plus près du tronc les branches à supprimer (Onema, 2014).

Toutes ces actions mécaniques (élagage, recépage etc) peuvent être regroupées sous le même terme, celui de débroussaillage qui vise à limiter le développement de la végétation buissonnante et arbustive (Jund et al, 2000).

## **Restauration de la ripisylve**

L'objectif ici est de reconstituer une ripisylve diversifiées dans le but de maintenir les berges ou encore d'améliorer la qualité du paysage (Lestrem nature, s.d). La restauration de la ripisylve se fait en réimplantant des espèces végétales et arbustives locales (Lestrem nature, s.d). Cette réimplantation de la végétation peut se faire par plant ou par boutures (Saules, Aulnes etc). Le bouturage consiste à replanter dans le sol, des sections de branches de saules qui ont été prélevées sur des sujets vivants, plutôt sur le même cours d'eau ou au moins dans la même région (Jund et al, 2000). La réalisation de peignes peut être envisagée, ce qui permet une reprise de la végétation sur les berges. Un peigne est un amas de branche et de ramilles enchevêtrées qui sont attachées et fixées à la berge (Bureau d'étude Sinbio, 2011). Ensuite, une couche de terre végétale est déposée par-dessus afin de favoriser la reprise de la végétation (Bureau d'étude Sinbio, 2011). De plus, ces peignes constituent de véritables abris pour la faune aquatique.

## **Préservation des champs d'expansion de crues**

Les zones d'expansion de crues correspondent aux zones humides ou aux zones de dépression situées à côtés des cours d'eau. Ce sont des espaces naturels non urbanisés qui peuvent stocker de l'eau de manière transitoire en cas d'inondation (Wierepant, 2016). La préservation de ces milieux est important, car ce sont des secteurs qui peuvent servir de stockage en cas d'inondation (Syndicat mixte des affluents du Sud-Ouest Lémanique, s.d). Si ces milieux étaient comblés, l'eau serait obligé de trouver sa place ailleurs en cas de crue ce qui provoquerait une augmentation des inondations en zones urbanisées à l'aval (Syndicat mixte des affluents du Sud-Ouest Lémanique, s.d). De plus, les zones d'expansion de crues allongent les durées d'écoulement des eaux et réduisent les débits lors d'un débordement (Wierepant, 2016). L'action à mettre en œuvre prioritairement est la préservation et la restauration de ces zones épargnées de toute urbanisation (Institution interdépartementale du bassin de la sarthe, 2007). Toutes ces zones doivent être au préalable localisées lors de l'élaboration des documents d'urbanisme afin d'éviter l'urbanisation de ces zones (Syndicat mixte des affluents du Sud-Ouest Lémanique, s.d).

## **Suppression/arasement d'ouvrages**

Ce type d'action de restauration peut être mené sur tout types de cours d'eau qui ont subis l'édification d'ouvrage transversaux si ces derniers n'ont plus actuellement d'usages économique ou de fonction majeure (Adam et al., 2007). Deux solutions sont alors possibles, l'arasement qui consiste à diminuer la hauteur des ouvrages ou le dérasement qui vise la suppression des ouvrages (Adam et al., 2007). L'arasement ou le dérasement permet de rétablir la dynamique fluviale et la continuité écologique du cours d'eau (Onema, 2010).

## **Mise en défens des berges**

La mise en défens des berges se fait par l'installation de clôture et de systèmes d'abreuvements dans le but de protéger les berges contre les piétinements des troupeaux, de limiter l'érosion des sols ou encore de recréer une ripisylve pérenne par reprise spontanée de la végétation locale (Union des syndicats d'aménagement et de gestion des milieux aquatiques, 2016).

Différents systèmes d'abreuvements peuvent être mis en place, en fonction de la configuration du site et de l'exploitation. Le système gravitaire, la descente aménagée ainsi que la pompe à museau sont les systèmes d'abreuvements les plus répandus (Chambre d'agriculture du Tarn, 2014). Ces systèmes peuvent être mis en place en complément de la mise en défens du cours d'eau par une clôture fixe ou électrique. La mise en place de clôtures permet d'interdire au bétail d'accéder au lit du cours d'eau et l'aménagement d'abreuvoirs permet de diminuer l'érosion des berges (Bernez et al, 2005).

## **II-D Travail cartographique sous Arcgis**

A travers ce travail sous Arcgis, la volonté de proposer une représentation cartographique de l'inventaire et de la typologie des opérations de restauration a été prise, afin d'analyser l'organisation spatiale de ces actions dans le bassin versant de la Garonne.

Une carte générale montrant le nombre d'action de restauration dans le bassin a été réalisée. Ensuite, une carte par type d'opération a été élaborée, ce qui fait au total 12 cartes thématiques.

Les couches utilisées dans le cadre de ce travail sont : Les données correspondant aux communes de la France Métropolitaine situées sur le portail de l'Institut national de l'information géographique et forestière, ainsi que la base de données nationale des cours d'eau présente sur le site du Service d'administration nationale des données et référentiels sur l'eau.

La démarche mise en œuvre sous Arcgis a consisté à :

- 1- Effectuer une requête spatiale pour avoir à l'écran le terrain d'étude, c'est-à-dire les 10 cours sélectionnés.
- 2- Découper les linéaires fluviaux avec la couche commune pour faire apparaître le terrain d'étude ainsi que les communes traversées par les cours d'eau.
- 3- Créer des champs au sein des tables attributaires.
- 4- Attribuer des valeurs correspondant au nombre d'action et au type d'action par commune dans les tables attributaires.
- 5- Travailler sur l'aspect des cartes (symbologie, nom des villes etc) et la mise en page.

Quelques difficultés sont rencontrées lors de l'élaboration des cartes thématiques sous Arcgis. Tout d'abord, le fait que certaines actions de restauration sont difficilement localisables, l'utilisation de Google Maps est requise pour observer quelles communes sont vraiment concernées par cette action de restauration. De plus, sur certains rapports envoyés ou sur des données disponibles sur internet, les actions de restauration se déroulent de la commune.. à la commune... Or entre ces deux communes se trouvent plusieurs autres communes d'où la nécessité de vérifier la géolocalisation des actions sur Google Maps (Figure 18).

Remplir les tables attributaires des dix cours d'eau afin d'appréhender qu'elles sont les communes faisant l'objet des grands types d'actions de restauration est un travail répétitif et long.

Figure 18 : Certaines actions de restauration pas totalement précises concernant les communes concernées par ces actions.

Situation (Régions, Département, Communes)
Occitanie, Gers, Saint-Clar à Homps
Homps à Saint-Sauvy
Bezues, Bajon, St-Créac
Bezues, Bajon, St-Créac
Mauvezin à Aubiet
Sère
Lartigues
Entre Castelneau Barbarens et Bezues Bajon
Entre Castelneau Barbarens et Saint Sauvy

Source : Valentin Thiec

### III-Résultats

#### III-A Chronologie des opérations de restauration

Au total, 318 opérations de restauration de cours d'eau ont été recensées dans le bassin versant de la Garonne. Ces opérations ont été réalisées entre 2000 et 2017. Un manque d'informations est notable sur les actions de restauration effectuées avant les années 2000. Ceci peut être expliqué par le fait que la majorité des syndicats de rivières sont apparus au début des années 2000, de ce fait, aucune information n'est alors disponibles sur internet ou n'est recensée. La DCE est apparue en 2000, il est donc fort probable que les opérations de restauration se soient multipliées à partir de cette date.

Certains cours d'eau ont été restaurés à des périodes précises. C'est le cas du Tarn, qui est le meilleur exemple, car les opérations recensées se concentrent entre 2015 et 2016. Même constat pour le Lot, où les opérations de restauration sont groupées entre 2014 et 2016 et plus particulièrement entre 2014 et 2015. Enfin, la Gimone à elle aussi été restauré à une période précise puisque les opérations se concentrent entre 2013 et 2016, dont une forte concentration des actions entre 2014 et 2015. Les autres cours d'eau ont été restaurés à des périodes moins précises et sur un temps plus grand. C'est le cas de la Garonne, où la période de restauration s'étale entre 2006 et 2016 sans véritable concentration des opérations. La période de restauration de l'Aveyron va de 2008 à

2016 avec une accumulation des actions entre 2010 et 2015. Le Salat a été restauré sur un temps long qui va de 2001 à 2016, avec une légère concentration des opérations en 2009 et 2010.

De manière générale, d'après l'inventaire les opérations de restauration de cours d'eau se concentrent sur certaines années. En effet, les années 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 sont celles où figurent le plus grand nombre d'actions de restauration.

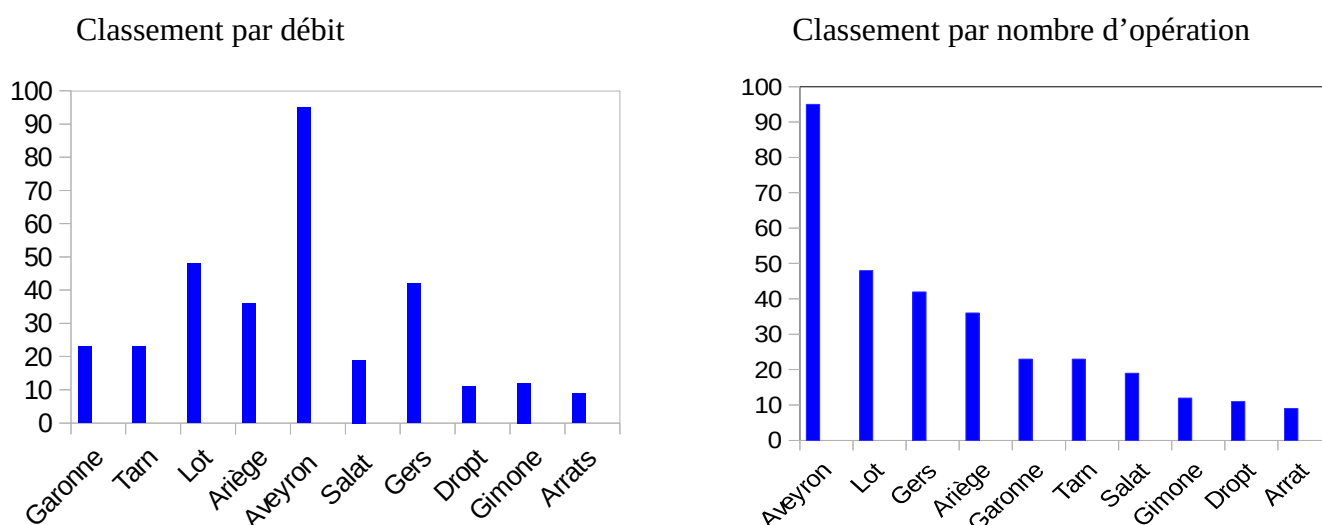
### **III-B Répartition des opérations de restauration dans le bassin de la Garonne**

Les 318 actions de restauration répertoriées ne sont pas réparties de manière idéale entre les 10 cours d'eau. Certains cours d'eau concentrent une grande partie des opérations de restauration recensées.

L'Aveyron concentre le plus grand nombre d'opérations soit 29,8 % des actions recensées (Figure 19). Viennent ensuite loin derrière le Lot et le Gers avec respectivement 15 % et 13,2 % des actions recensées. L'Ariège se place en quatrième position avec 11,3 % des actions répertoriées. Ensuite, la Garonne et le Tarn sont derrière avec 7,2 % des actions recensées pour les deux cours d'eau. Le Salat, la Gimone, le Dropt et l'Arrats sont les cours d'eau détenant le moins d'opérations de restauration. Le Salat concentre 5,9 % des actions recensées. La Gimone concentre 3,7 % des actions de restauration recensées. Le Dropt regroupe 3,4 % des actions de restauration recensées. Enfin, l'Arrats concentre 2,8 % des actions de restauration répertoriées.



Figure 19 : Représentation du nombre total d'action de restauration par cours d'eau (Classement par débit et par nombre d'opération)



Source : Valentiin Thiec

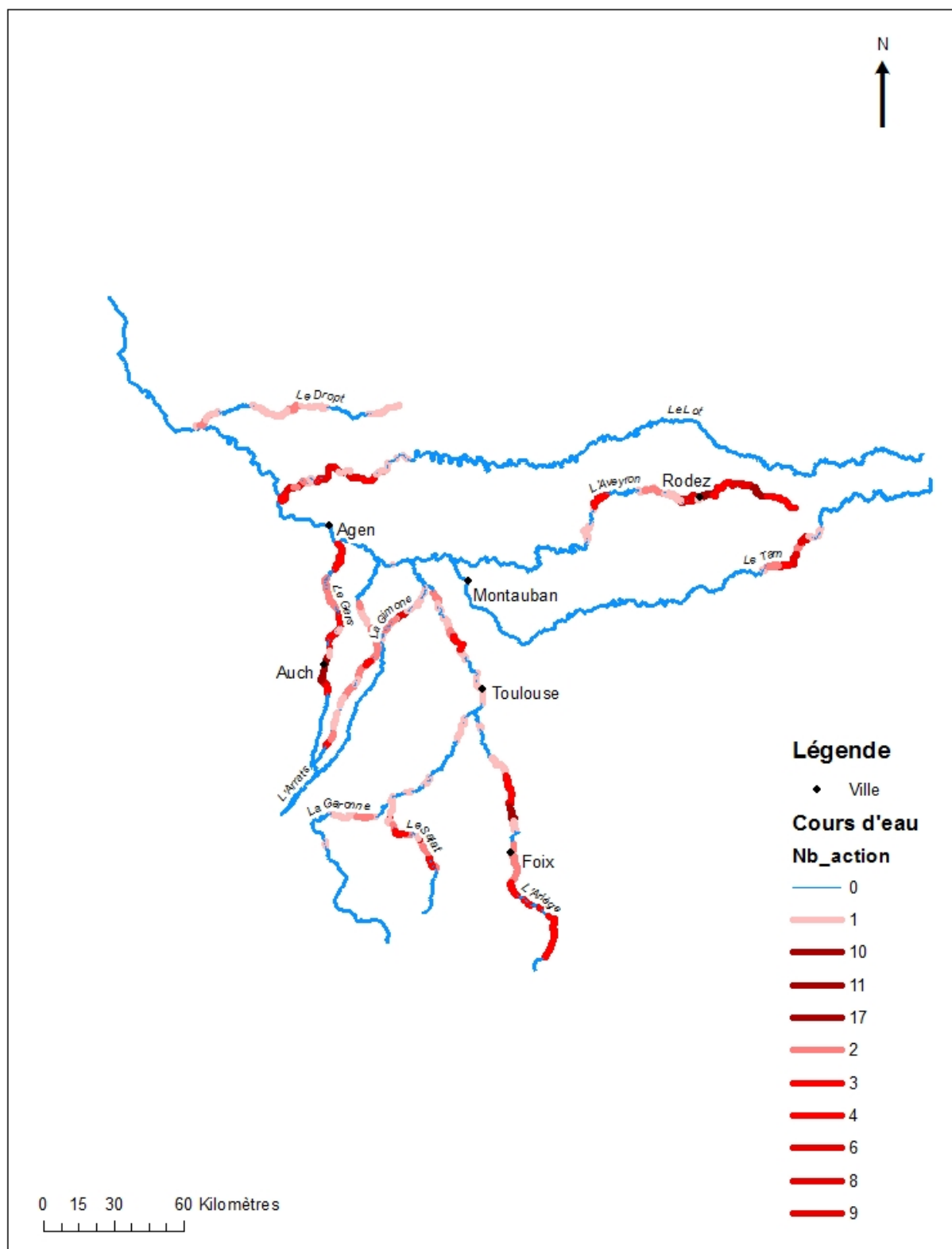
La carte montrant la répartition des opérations de restauration (Figure 20) révèle une forte concentration des actions autour de certaines villes telles que Rodez ou Auch, qui font chaque année l'objet d'opérations de gestion. Cette tendance est aussi applicable pour la ville de Milau ou de Pamiers qui concentrent la majorité des actions de restauration pour leurs cours d'eau respectifs. Certains secteurs plus ruraux sont eux aussi marqués par une forte concentration des opérations de restauration comme l'Aveyron amont ou le lot aval. Ceci s'explique par le fait qu'il s'agit de secteurs sur lesquels les syndicats de rivière ont été très réactifs notamment à travers le contrat de rivière Lot aval qui a permis de mettre en place un certain nombre d'actions, une gouvernance cohérente sur la gestion des rivières et des actions de communication (fiches techniques, campagne de communication etc).

En opposition, sur de nombreux secteurs, peu d'actions (voir aucune) ont été comptabilisées (Figure 20). En effet, dans la plupart des cas, les syndicats de rivière n'ont pas été tous contactés. Il y a potentiellement des actions non recensées sur ces secteurs.

La méthode mise en œuvre n'a donc pas permis de réaliser un inventaire exhaustif des opérations de restauration de cours d'eau ce qui freine l'analyse spatiale de ces opérations. À la suite de ce travail, les efforts doivent être concentrer sur un contact direct avec les structures concernées par la restauration des cours d'eau pour compléter l'inventaire.

Figure 20 : Répartition des actions de restauration dans le bassin versant de la Garonne

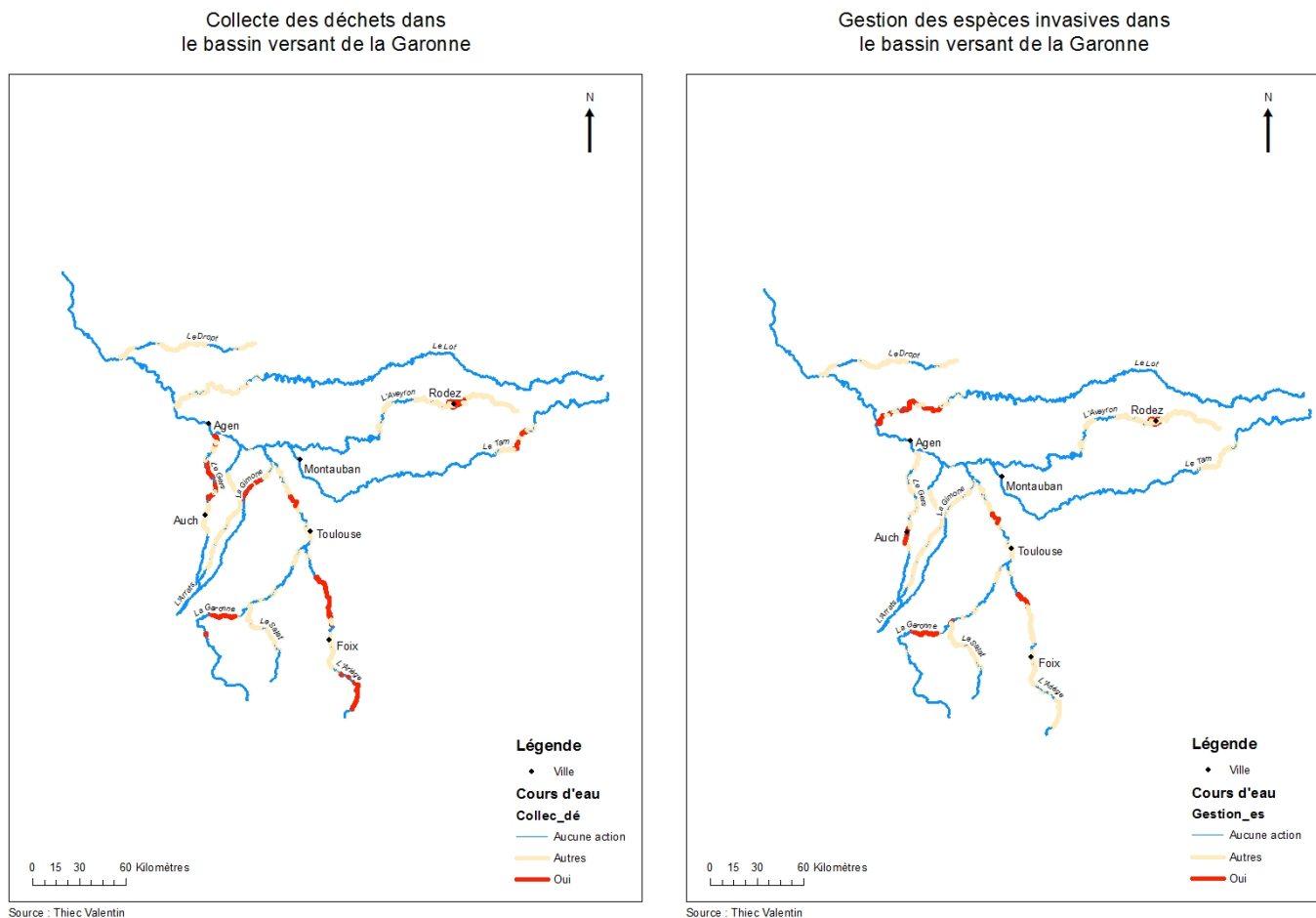
### Nombre d'action dans le bassin versant de la Garonne



Source : Thiec Valentin

### III-C Typologie des opérations

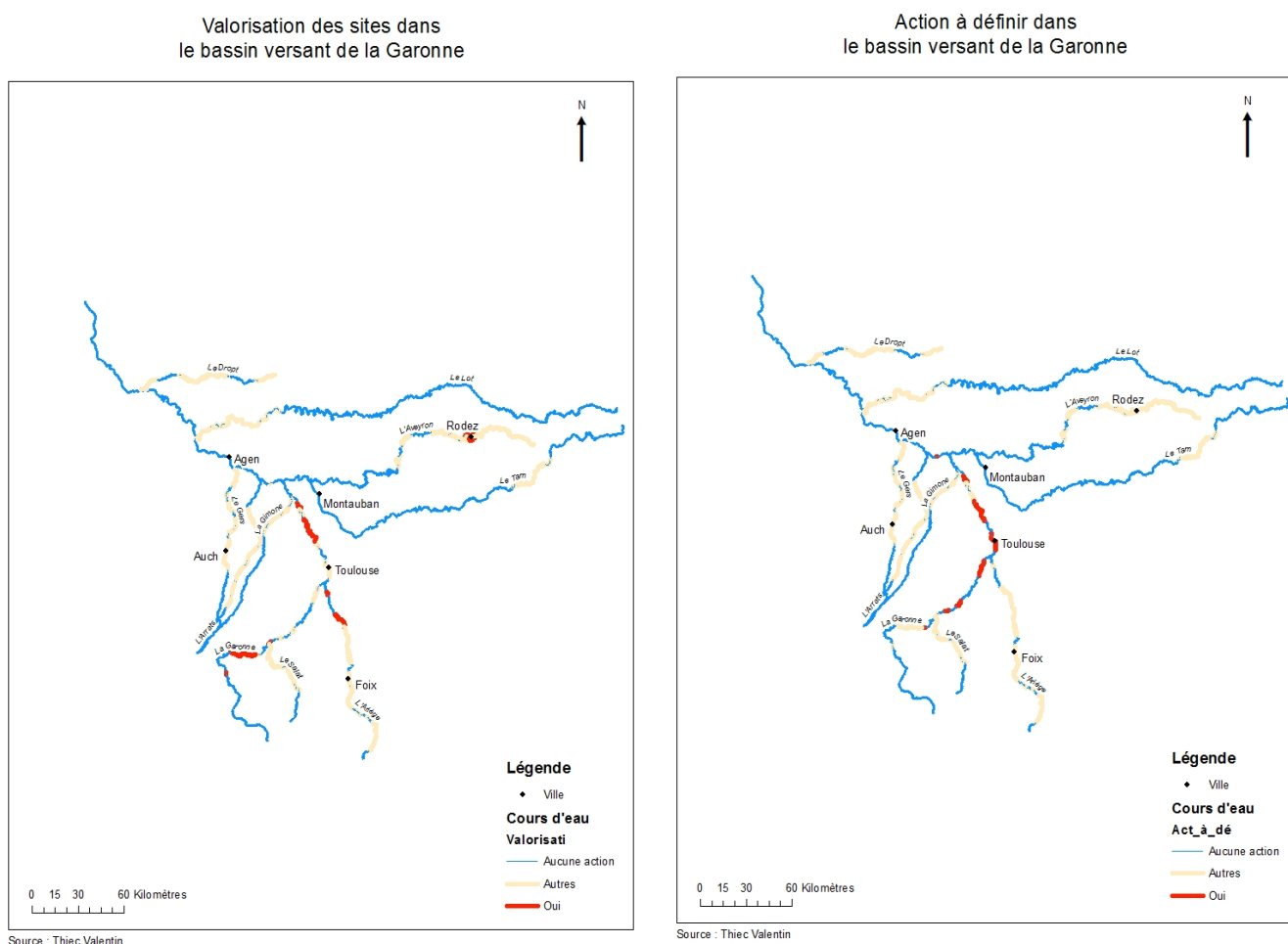
Figure 21 : La collecte des déchets et la gestion des espèces invasives dans le bassin versant de la Garonne



La collecte des déchets est un type d'action de restauration assez répandu sur les cours d'eau du bassin versant de la Garonne. Le Tarn, l'Aveyron, la Gimone et le Gers sont concernés par ce type d'opération. Mais la collecte des déchets est une action beaucoup plus présentes sur l'Ariège et la Garonne. En effet, la collecte des déchets est une action majoritaire sur la Garonne, car 11 communes sont concernées par cette opération.

La gestion des espèces invasives est un type d'action un peu moins répandu, car 5 cours d'eau fond l'objet de ce type d'opération. Ce type d'action se concentre surtout sur le Lot et la Garonne. En effet, 12 communes sont concernées par ce type d'action sur la Garonne.

Figure 22 : La valorisation des sites et les actions à définir dans le bassin versant de la Garonne.

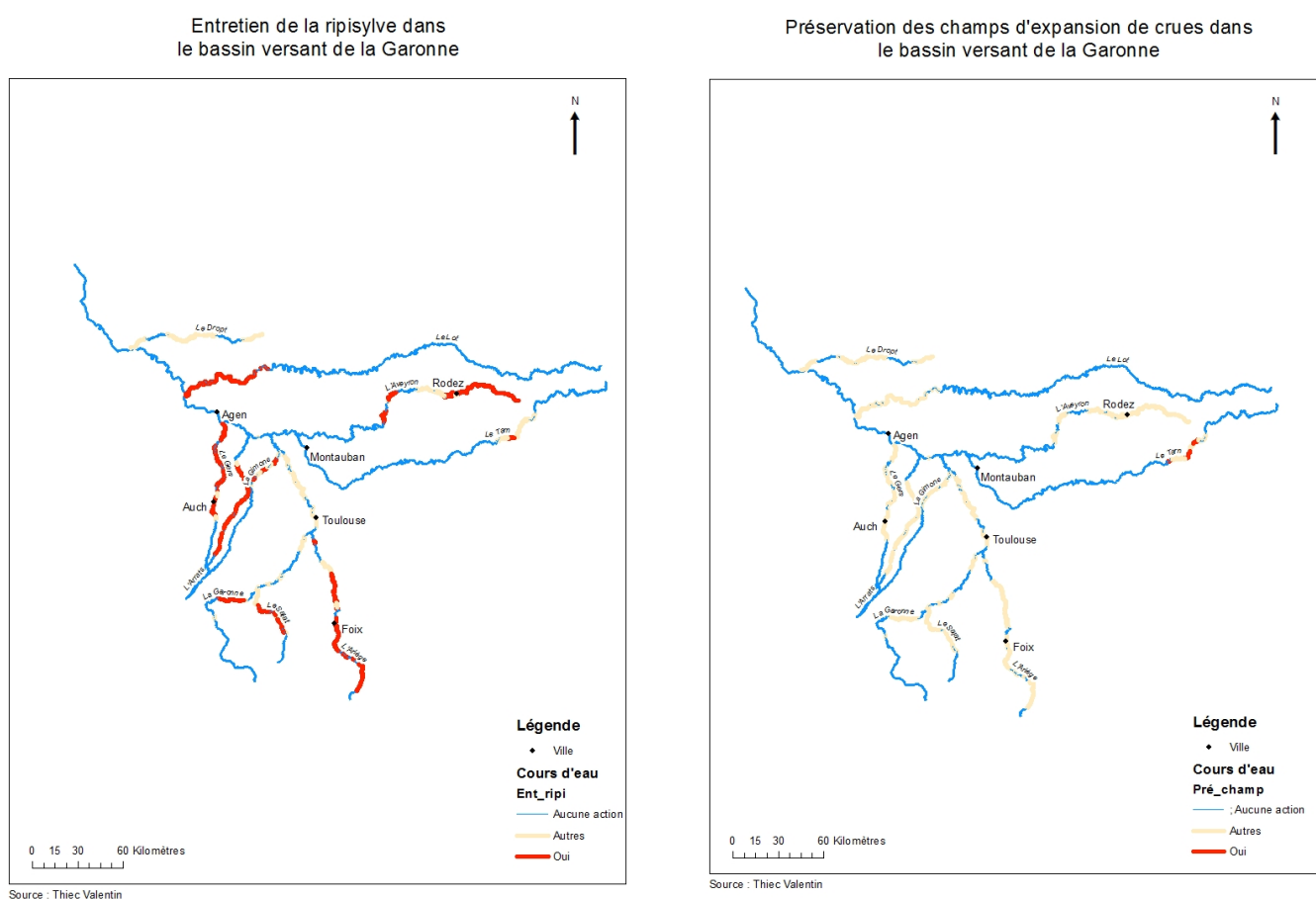


La valorisation des sites est un type d’opération peu répandu dans le bassin versant de la Garonne. L’Aveyron, l’Ariège et surtout la Garonne sont concernés par ce type d’action de restauration. La valorisation des sites est une action importante sur la Garonne, car elle concerne presque la majorité des communes repertoriées au sein de l’inventaire des opérations de restauration.

Les actions à définir concerne les opérations de restauration qui sont encore en projets. Ces actions concernent uniquement la Garonne. En effet, lors de l’inventaire, j’ai pu observer quelques actions de restauration en cours de projet, grâce aux données de la CATeZH Garonne. Au total, 12 actions en cours de diagnostic sont recensées. Le meilleur exemple est le projet intitulé « Grand Parc Garonne » concernant 32 kilomètres de linéaire dans le but de reconquérir les bords du fleuve. Ce projet a néanmoins débuté depuis plus d’un an mais le plus gros des travaux n’a pas encore été réalisé comme le cheminement piéton prévu le long de la digue de l’avenue de Muret ou bien l’aménagement des berges sur l’Île du Ramier.

Ces 3 types d'actions privilégiés sur la Garonne (Collecte des déchets, Gestion espèces invasives et Valorisation des sites) semblent coïncider avec le Plan Garonne, initié en juillet 2005 afin de favoriser les interpénétrations entre les habitants et le fleuve en opérant un retour au fleuve (Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Midi-Pyrénées, 2013). D'une façon générale, les actions recensées sur la Garonne sont menées dans un objectif de restauration du fleuve, de réaffirmation de l'identité Garonne et de valorisation de son patrimoine. Dans quelques années, une réappropriation citoyenne des berges est attendue.

Figure 23 : L'entretien de la ripisylve et la préservation des champs d'expansion de crues dans le bassin versant de la Garonne

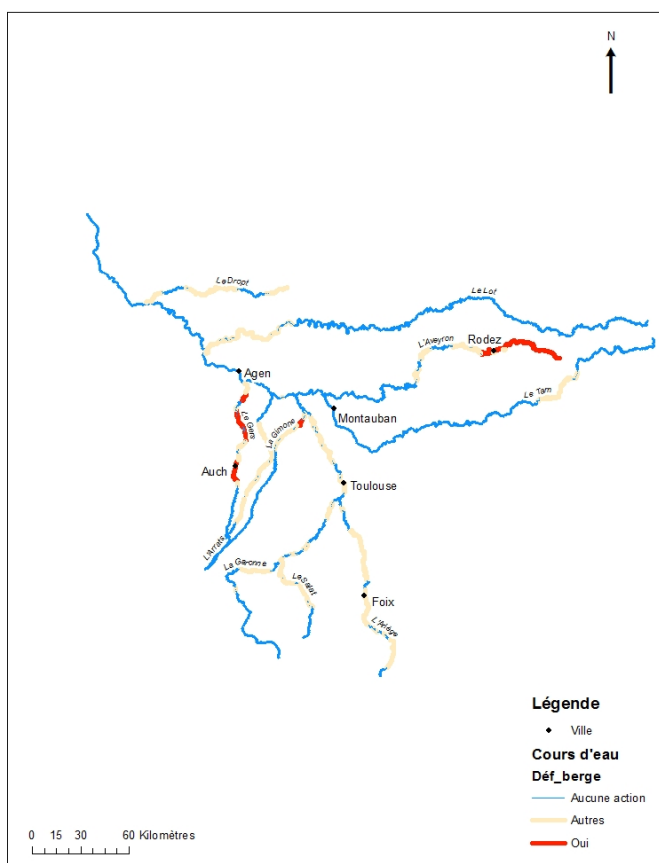


L'entretien de la ripisylve est un type d'opération très présent sur les cours d'eau du bassin versant de la Garonne. A part le Dropt, tous les cours d'eau fond plus ou moins l'objet d'action de ce type. L'entretien de la ripisylve est une action très répandue sur le Salat, l'Arrat, l'Ariège, le Gers et sur le Lot où 17 communes sont concernées par cette action.

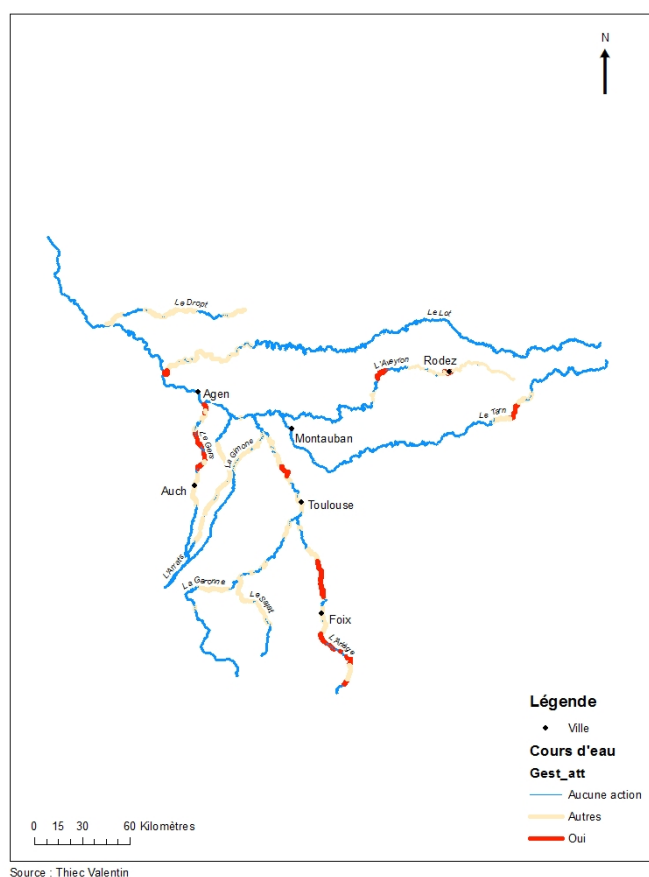
La préservation des champs d'expansion de crue est un type d'action peu pratiqué sur les cours d'eau du bassin versant. La préservation des champs d'expansion de crues est une particularité du Tarn, car ce cours d'eau est le seul à faire l'objet de quelques actions de ce type.

Figure 24 : La mise en défens des berges et la gestion des atterrissements dans le bassin versant de la Garonne.

Mise en défens des berges dans le bassin versant de la Garonne



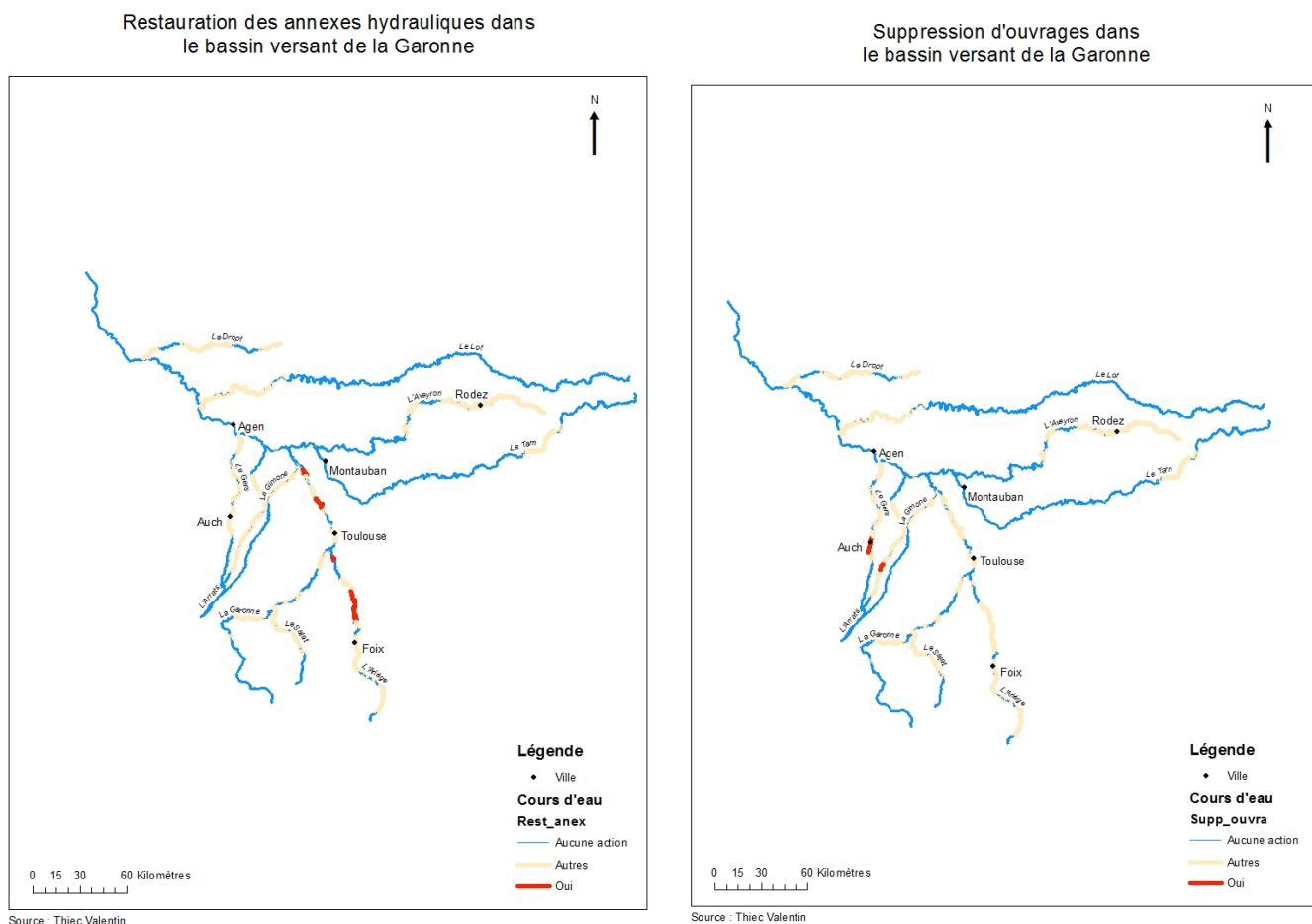
Gestion des atterrissements dans le bassin versant de la Garonne



La mise en défens des berges est un type d'opération peu répandu dans le bassin versant de la Garonne. Seulement 3 cours d'eau sont concernés par ce type d'action. La mise en défens des berges est une opération qui se concentre surtout sur l'Aveyron où 12 communes sont concernées par cette action, ce qui fait la particularité de ce cours d'eau.

La gestion des atterrissements est un type d'action assez répandu. En effet, 6 cours d'eau sont concernés par ce type d'opération. L'Arriège est le cours d'eau qui fait le plus l'objet de ce type d'action, car 15 communes sont concernées par la gestion des atterrissements.

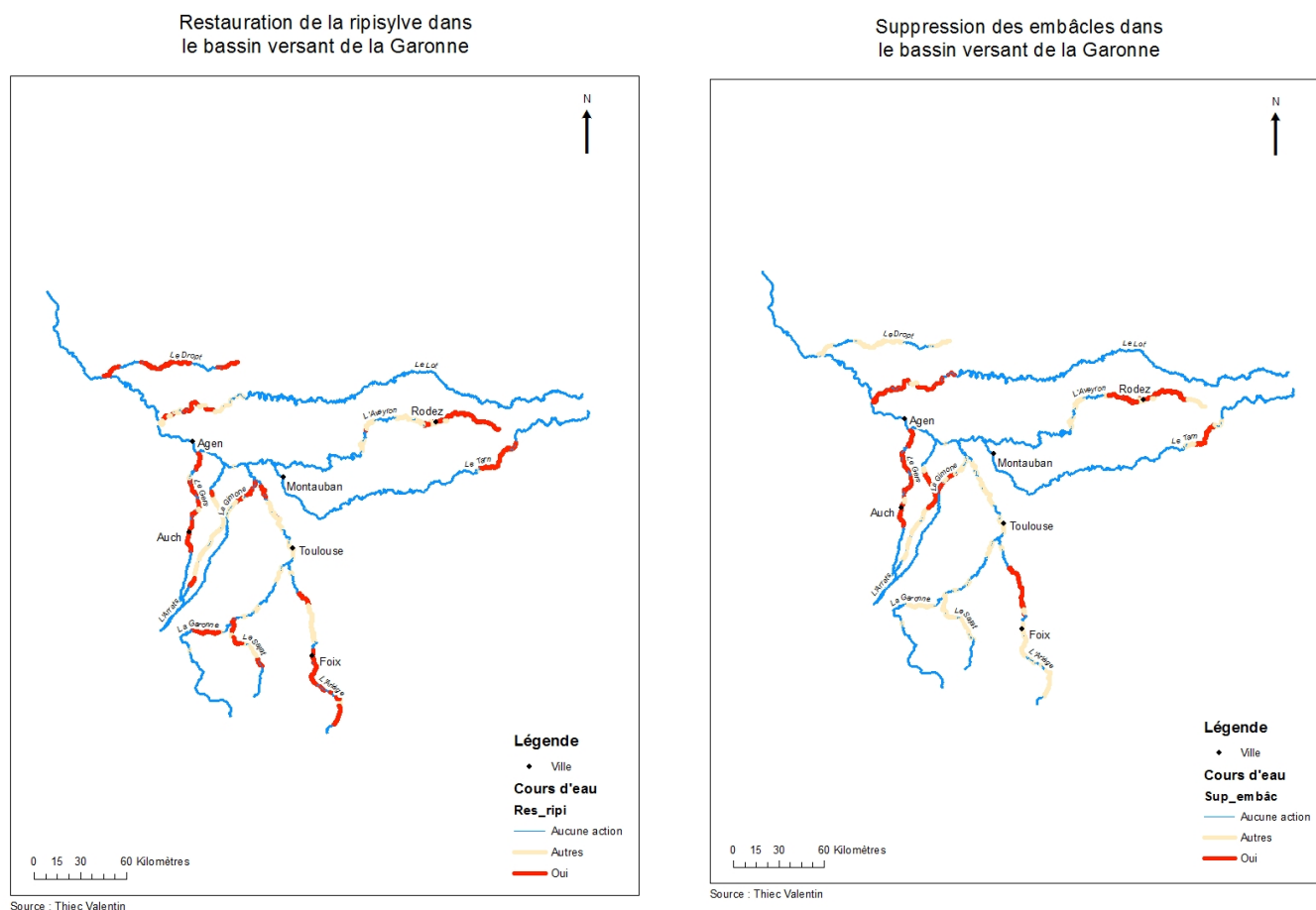
Figure 25 : La restauration des annexes hydrauliques et la suppression d'ouvrages dans le bassin versant de la Garonne.



La restauration des annexes hydrauliques est un type d'opération peu présent sur les cours d'eau du bassin versant de la Garonne, car ce type d'action se concentre sur 2 cours d'eau. La restauration des annexes hydrauliques est un type d'action de restauration propre à l'Ariège et à la Garonne.

La suppression/arasement des ouvrages est un type d'opération très peu répandu, car seulement deux actions de ce type ont été repertoriées. Une action de suppression d'ouvrages est présente sur le Gers, plus particulièrement à Auch et une autre action de ce type est située sur l'Arrats.

Figure 26 : La restauration de la ripisylve et la suppression des embâcles dans le bassin versant de la Garonne.



La restauration de la ripisylve est le type d'action le plus répandu, car tous les cours d'eau du bassin versant sont concernés. Ce type d'opération est très présent sur le Tarn, l'Aveyron, l'Ariège, le Gers et sur le Dropt. La restauration de la ripisylve est l'action de restauration de référence sur le Dropt, car ce cours d'eau ne connaît que ce type d'action de restauration. Toutes les communes proches de ce cours d'eau et repertoriées lors de l'inventaire sont concernées par la restauration de la ripisylve.

Enfin, la suppression d'embâcles qui est un type d'action présent sur de nombreux cours d'eau et plus particulièrement sur le Lot, l'Aveyron, le Gers et la Gimone où ce type d'action est dominant.



## Conclusion

Les résultats obtenus de l'inventaire des opérations de restauration dans le bassin versant de la Garonne permettent d'observer que les cours d'eau de ce bassin font surtout l'objet de trois types d'actions de restauration. Ces types d'actions sont : la suppression des embâcles, la restauration de la ripisylve et enfin l'entretien de la ripisylve. Les principaux affluents de la Garonne d'après l'inventaire connaissent plus d'actions de restauration que les autres affluents de la Garonne, à l'exception du Gers. Quant à la Garonne, fleuve principal de ce bassin, elle recense un faible nombre d'action de restauration, bien qu'une bonne communication autour des actions de restauration mises en place sur ce fleuve est notable. Les villes les plus importantes concentrent un grand nombre d'actions de restauration. Des zones plus rurales font aussi l'objet d'un nombre conséquent d'opérations de restauration (Aveyron amont, Lot aval etc).

Cet inventaire des opérations de restauration n'est pas très exhaustif, car sur certains secteurs peu d'actions (voir aucune) ont été comptabilisées du fait que tous les syndicats de rivières n'ont pas été contactés. Il y a potentiellement des actions non recensées sur ces secteurs ce qui limite l'analyse de l'organisation spatiale des opérations de restauration.

Une amélioration des résultats est possible. En effet, pour le nombre d'action de restauration recensé par cours d'eau, il aurait fallu ramener le nombre d'opération à la longueur des linéaires, afin de mieux se rendre compte des cours d'eau sur lesquels beaucoup d'informations est disponibles. Les cours d'eau les plus courts sont forcément ceux qui comptabilisent le moins d'opération de restauration.

Ce travail novateur permet de voir l'état actuel du bassin versant de la Garonne en ce qui concerne les opérations de restauration des cours d'eau. Ce même travail pourrait être fait à l'échelle d'un autre bassin versant dans le but de valider le retard du bassin versant de la Garonne. De plus, ce travail peut servir à des scientifiques ou gestionnaires des cours d'eau en tant que synthèse. Ce document peut permettre d'identifier les zones concernées par des opérations de restauration et les types d'actions menés.

Un travail plus poussé, plus long pourrait être mené dans le cadre du master 2, afin de valider la réalité des actions répertoriées. Une rencontre avec les syndicats de rivières pourrait être envisagée. Cette dernière permettrait d'observer directement sur le terrain les actions mises en œuvre. Un travail d'enquête auprès des acteurs de la restauration pourrait être aussi envisagé.

## Références

- Adam, P., Debiais, N., & Malavoi, J. R. (2007). *Manuel de restauration hydromorphologique des cours d'eau*. L'Agence de l'eau Seine-Normandie, Direction de l'eau, des milieux aquatiques et de l'agriculture (DEMAA), Service eaux de surface.
- Agosta, C. (2007). Naturalisation des débits et modélisations hydraulique sur des sous-bassins versant de la Garonne à Lamagistère. Master 2, Univ. Pierre et Marie.
- Allion Y., Ouvray S., Morel C., Fauchoux F. & Nioche-Seigneuret F., (1998). Gestion de la végétation des fonds de vallée. Guide méthodologique, Agence de l'Eau Loire-Bretagne, 77 p.
- Agence de l'eau Adour Garonne. (2017). La restauration des annexes hydrauliques en images. Repéré à <http://www.eau-adour-garonne.fr/fr/toute-l-actualite/annee-2017/er-semester-2017/restaurons.html>
- Agence de l'eau Rhin Meuse. (2014). Les cours d'eau. Repéré à [http://www.eau-rhin-meuse.fr/les\\_cours\\_d\\_eau](http://www.eau-rhin-meuse.fr/les_cours_d_eau)
- Anonyme, (2010). La restauration des cours d'eau - Recueil d'expériences sur l'hydromorphologie, ONEMA, MEEDDM, Agences de l'Eau, 453 p.
- Anonyme, (2007). Guide du propriétaire riverain, Syndicat des 3 rivières, 24 p.
- Anonyme, (2003). Pour une protection des forêts riveraines : restauration et gestion multifonctionnelle d'un milieu riche et trop souvent altéré, France Nature Environnement, 47 p.
- Anonyme, (1993). L'entretien des rivières, Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 8 p.
- Anonyme, (1991). Entretien et restauration des cours d'eau de la plaine de l'Isère entre Albertville et Montmelian. Fichiers des techniques de restauration et d'entretien, CERREP - Cabinet GAY, DDA Savoie, Association Départementale des Intéressés à l'Assainissement de l'Isère, 35 p.

- Arlot M. P., Caabouni T., Le Hir I. & Penet P., 1987. Rivières en milieu rural : guide technique d'aménagement pour maîtres d'ouvrage, Agence Financière de Bassin Seine-Normandie et ENGREF, 95 p.
- ASPE C., (1999). Introduction de l'ouvrage « L'eau en représentations - gestion des milieux aquatiques et représentations sociales », Coordination: Chantal Aspe et Patrick Point, GIP HydrOsystemes - Cemagref.
- Baptist, M. J., W. E. Penning, H. Duel, A. J. M. Smits, G. W. Geerling, G. E. M. van der Lee et J. S. L. van Alphen. (2004). «Assessment of the effects of cyclic floodplain rejuvenation on flood levels and biodiversity along the Rhine river». *River Research and Applications*, vol. 20, no 3, p. 285-297.
- Barthélémy, C., (2003). Des rapports sociaux à la frontière des savoirs. Les pratiques populaires de pêche amateur au défi de la gestion environnementale du Rhône., Thèse de doctorat en sociologie.
- Barthélémy, C., & Souchon, Y. (2009). La restauration écologique du fleuve Rhône sous le double regard du sociologue et de l'écologue. *Natures Sciences Sociétés*, 17(2), 113-121.
- Bertrand Morandi. La restauration des cours d'eau en France et à l'étranger : de la définition du concept à l'évaluation de l'action. Elements de recherche applicables. Geography. École normale supérieure de lyon – ENS LYON, 2014.
- Beucher, S., & Rode, S. (2009). L'aménagement des territoires face au risque d'inondation : regards croisés sur la Loire moyenne et le Val-de-Marne. *Mappemonde*, 94(2), 19.
- Bernez, I., Pingray, A., & Le Cœur, D. (2005). Entretien des berges de petits cours d'eau dans le bocage Sud-Manche: réponses de la végétation herbacée aux processus écologiques et agricoles. *Ingénieries-EAT*, (43), p-55.
- Bethemont, J., 1997. Le Rhône entre Nation et Région, *Revue de géographie de Lyon*, 72, 1, 67-75.

- Biron, P., Buffin-Bélangier, T., Larocque, M., Demers, S., Olsen, T., Ouellet, M. A., ... & Needleman, M. (2013). Espace de liberté: un cadre de gestion intégrée pour la conservation des cours d'eau dans un contexte de changements climatiques.
- Bloch, M. (1935). « Avènement et conquêtes du moulin à eau », *Annales d'histoire économique et sociale*, 7, 36, p. 538- 563
- Bœuf A., Dutartre A., Gross F., Leroy R., Nédélec A., Rousseau B., Sormail L. & Vuillot M., (1985). L'entretien des cours d'eau. Cahiers Techniques de la Direction de la Prévention des Pollutions, Ministère de l'Environnement, 100 p.
- Bouleau, G. (2007). *La gestion française des rivières et ses indicateurs à l'épreuve de la directive cadre* (Doctoral dissertation, AgroParisTech).
- Bouleau G., (2009). « La contribution des pêcheurs à la loi sur l'eau de 1964 », *Économie rurale*, 309.
- Boyer M., Piégay H., Ruffinoni C., Citterio A., Bourgery C. & Caillebote P., (1998). Guide technique n°1. La gestion des boisements de rivières. Fascicule 1 : dynamique et fonction de la ripisylve. / Fascicule 2 : Définition des objectifs et conception d'un plan d'entretien. Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée & Corse, SDAGE, 45 p. / 52 p.
- Bravard, J.-P., 1987. *Le Rhône, du Léman à Lyon*, Lyon, La Manufacture.
- Bravard, J.-P., Clemens, A. (2008). Groupe de recherche rhone-alpes sur les infrastructures et l'eau, zone atelier bassin du rhone. *Le Rhône en 100 questions* ouvrage collectif, Villeurbanne, ZABR, Zone atelier bassin du Rhône.
- Brugnot G. & Cassayre Y., (2003). De la politique française de restauration des terrains en montagne à la prévention des risques naturels. XIIe Congrès forestier mondial, Québec City, Canada.

Bureau d'études SINBIO. (2011). Fiche P : Solutions contre l'érosion des berges des cours d'eau à proximité des étangs. Repéré à [http://www.smarl.fr/riviere-largue/wp-content/uploads/2012/02/Fiche-P-Erosion\\_berges.pdf](http://www.smarl.fr/riviere-largue/wp-content/uploads/2012/02/Fiche-P-Erosion_berges.pdf)

Caro, C. (2009). Le développement de la conscience environnementale et l'émergence de l'écologie politique dans l'espace public en France et en Allemagne, 1960-1990 (Doctoral dissertation, Paris 3).

Catalon, E. (2015). Vers une recomposition des rapports entre sociétés et rivières : l'hydromorphologie des cours d'eau – processus, représentations et enjeux de gestion environnementale sur la Dordogne moyenne, Thèse de doctorat, Paris, Université Paris Ouest Nanterre la Défense.

CFBR, 2013, « L'histoire des barrages », Document technique, Comité français des barrages et réservoirs.

Chambre d'agriculture du Tarn, (2014). Points d'abreuvement et franchissement d'un cours d'eau. Repéré à [http://tarn.chambagri.fr/fileadmin/documents\\_ca81/DocInternet/filieres/biodiversite/fiche204\\_20point\\_20d\\_abreuevement\\_20et\\_20franchissement\\_20d\\_un\\_20cours\\_20d\\_eau.compressed.pdf](http://tarn.chambagri.fr/fileadmin/documents_ca81/DocInternet/filieres/biodiversite/fiche204_20point_20d_abreuevement_20et_20franchissement_20d_un_20cours_20d_eau.compressed.pdf)

Communication environnement. (2011). La montée des préoccupations environnementales. Repéré à <http://www.communication-environnement.fr/la-montee-des-preoccupations-environnementales/>

Conservation nature. (2010). Gestion des embacles. Repéré à <http://www.conservation-nature.fr/article3.php?id=203>

Contrat de rivière haut adour. (s.d). Les embacles. Repéré à [http://www.cr-hautadour.com/Fiche5\\_Embacles.pdf](http://www.cr-hautadour.com/Fiche5_Embacles.pdf)

- Contrat de rivière haut adour (s.d). Gestion des atterrissement. Repéré à [http://www.cr-hautadour.com/Fiche6\\_gestion\\_atterrissements.pdf](http://www.cr-hautadour.com/Fiche6_gestion_atterrissements.pdf)
- CRPE, (2012). Guide pour la restauration des ripisylves. Repéré à [http://www.genieecologique.fr/sites/default/files/documents/biblio/brochure\\_ripisylves.pdf](http://www.genieecologique.fr/sites/default/files/documents/biblio/brochure_ripisylves.pdf)
- Centre Urbain d'Initiation à l'Environnement de Toulouse (CUIET), 1993, La vie au bord du fleuve, 72 p.
- Dany A., 2016. Accompagner la politique de restauration physique des cours d'eau : éléments de connaissance. Collection « eau & connaissance ». Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse. 304 pages.
- Datry, T., Dole-Olivier, M. J., Marmonier, P., Claret, C., Perrin, J. F., Lafont, M., & Breil, P. (2008). La zone hyporhéique, une composante à ne pas négliger dans l'état des lieux et la restauration des cours d'eau. *Ingénieries-EAT*, (54), p-3.
- David, M. (2017). La restauration des services écosystémiques le long de la Garonne toulousaine : Premier état des lieux.
- De Groot,, R.S., Stuij, M.A.M., Finlayson, C.M. & Davidson, N. 2007. Évaluation des zones humides : Orientations sur l'estimation des avantages issus des services écosystémiques des zones humides, Rapport technique Ramsar n°3/Série des publications techniques de la CDB n°27. Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse & Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, Montréal, Canada. ISBN 2-940073-31-7.
- Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Midi-Pyrénées. (2013). Convention interrégionale Plan Garonne Aquitaine Midi-Pyrénées 2007-2013 [http://www.occitanie.developpement-durable.gouv.fr /IMG/pdf/ plan garonne-web\\_1\\_\\_cle817b8b.pdf](http://www.occitanie.developpement-durable.gouv.fr /IMG/pdf/ plan garonne-web_1__cle817b8b.pdf)
- Dufour S. & Piégay H., (2004). Guide de gestion des forêts riveraines de cours d'eau, ONF, CNRS Université Jean-Moulin, Agence de l'Eau RhôneMéditerranée & Corse, 132 p

- Dutour A., Garnier P., Génin A., Servain-Courant S., 2001, “Développement de la ville de Tours en zone inondable : le cas du Val de Cher”, *Actes du colloque “Hydrosystèmes, Paysages, Territoires”*, Lille, 6-8 septembre 2001.
- Eau France. (2016). Glossaire sur l'eau repéré à <http://www.glossaire.eaufrance.fr/concept/atterrissement>.
- Etablissement public du bassin. (2015). Retours d'expériences sur la restauration morphologique des cours d'eau du bassin de la Vienne : Des exemples pour mieux comprendre et bien agir. Repéré à [http://hydromorphologie.cpie.fr/IMG/pdf/eptbv-4cpie\\_la\\_restoration\\_hydromorphologique\\_dans\\_le\\_bassin\\_de\\_la\\_vienne.pdf](http://hydromorphologie.cpie.fr/IMG/pdf/eptbv-4cpie_la_restoration_hydromorphologique_dans_le_bassin_de_la_vienne.pdf)
- Fotré C. & Muller J., 1990. L'entretien et l'aménagement des rivières Lorraines. Bilan des travaux hydrauliques depuis 1975. Evaluation des besoins et propositions pour des interventions renouvelées. Ministère de l'Agriculture, Direction Régionale de l'Agriculture et de la Forêt, Service régional de l'aménagement des eaux de Lorraine, 24 p.
- France Nature Environnement. (2012). Morphologie des cours d'eau. Repéré à [https://www.fne.asso.fr/eau/guide\\_morpho-new2012-.pdf](https://www.fne.asso.fr/eau/guide_morpho-new2012-.pdf)
- Gaydou, P., (2013). Les aménagements Girardon de la fin du XIXème. Repéré à <http://www.planrhone.fr/content/download/1821/13267/file/amenagements%20girardon.pdf>
- Gramaglia, C., (2006). La mise en cause environnementale comme principe d'association. Casuistique des affaires de pollution de rivières: l'exemple des actions contentieuses de l'Association nationale de protection des eaux et rivières (ANPER-TOS), Thèse de doctorat en sociologie, Ecole des Mines de Paris, 440 p.
- Gramond, D. (2014). Géohistoire environnementale : contours sémantiques et conceptuels. Discussions sur les héritages et patrimoines reconnus aux zones humides fluviales. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, 5(3).

- Groupe d'intérêt public, seine aval. (2013). Usages et aménités : Les usages récréatifs dans l'estuaire de la Seine. Repéré à <http://www.seine-aval.fr/wp-content/uploads/2017/01/Usages-r%C3%A9cr%C3%A9atifs.pdf>
- Institution interdépartementale du bassin de la sarthe. (2007). Les zones d'expansion des crues, Identification, préservation et gestion. Repéré à [http://www.bassin-sarthe.org/assets/documents/pdf/lettre\\_zec-2.pdf](http://www.bassin-sarthe.org/assets/documents/pdf/lettre_zec-2.pdf)
- Jacob J. C., (1999). Guide des arbres et des arbustes des bords de rivières. Réhabilitation et gestion des boisements alluviaux de Haute-Alsace, Conseil Général du Haut-Rhin, Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 35 p.
- Julien, E., & Opérol, P. (2011). Restauration des cours d'eau : communiquer pour se concerter.
- Jund, S., Paillard, C., Frossard, P. A., Lachat, B., Saucy, M., & Jost, G. (2000). Guide de gestion de la végétation des bords de cours d'eau. *Rapport général. Agence de l'eau Rhin-Meuse.*
- Jodry, C. (2016). *Développements méthodologiques pour l'imagerie et le suivi temporel par méthodes géoélectriques des structures de protection contre les inondations fluviales ou les submersions marines* (Doctoral dissertation, Université de Nantes (Unam)).
- Lalanne-Berdouticq G., (1985). Aménagement et entretien des rivières en milieu rural. Méthode d'étude et technique de travaux. Ministère de l'Agriculture, Direction de l'Aménagement, Service de la Mise en valeur, de l'Hydraulique et du Développement rural, 154 p.
- Lalanne G., 1976. La restauration des rivières gasconnes : un aménagement qui doit respecter l'environnement, Revue d'information de la compagnie d'aménagement des coteaux de Gascogne, N° 37 - avril 1976, pp. 5-18.
- Larroque B., (1999). Guide de restauration et d'entretien de la ripisylve des cours d'eau du Bas-Rhin - Catalogue des projets de restauration, ENGREF, ONF - Direction Régionale Alsace Service d'Appui Technique, 114 p. + 66 p.,



- Larson, J. S., Adamus, P. R., & Clairain, E. J. (1989). Functional assessment of freshwater wetlands: A manual and training outline. *US Environmental Protection Agency Corvallis Environmental Research Laboratory*.
- Lévêque, C. (2016). Quelles rivières pour demain ? : réflexions sur l'écologie et la restauration des cours d'eau. *Editions Quae*.
- Lévêque C. et Van der Leeuw S. (eds), 2003. Quelles natures voulons-nous ? Pour une approche socio-écologique du champ de l'environnement. Elsevier, 324 p.
- Lechner, G. (2006). *Le fleuve dans la ville : la valorisation des berges en milieu urbain*. Direction générale de l'urbanisme, de l'habitat et de la construction.
- Lenormand M., 2002. Les petits aménagements piscicoles. Guide technique, Agence de l'Eau AdourGaronne, CSP, 84 p.
- Lestrem nature (s.d). Fiches travaux pour le développement de corridors biologiques. Repéré à <http://www.lestrem-nature.org/fiche1ripisylve.htm>.
- Libaert, T. (1992). *La communication verte*. Editions OIC.
- Macnelly, J. & Strahm, W. (1997). – L'U.I.C.N. et les espèces étrangères envahissantes : un cadre d' action. Pp. 3-10, in : U.I.C.N. (Ed.). Conservation de la vitalité et de la diversité. Compte-rendu de l' atelier sur les espèces étrangères envahissantes au Congrès mondial sur la conservation, Ottawa.
- Malavoi, J. R., & Adam, P. (2007). Les interventions humaines et leurs impacts hydromorphologiques sur les cours d'eau. *Ingénieries*, 50, 35-48.
- Malavoi, J.R. & Bravard, J.P. (2010). « Éléments d'hydromorphologie fluviale », Coll. « Comprendre pour agir », ONEMA.

- Maridet L. & Collin-Huet M. P., (1995). La végétation aux abords des rivières : source de vie et d'équilibre, Direction de l'Eau du Ministère de l'Environnement, 16 p.
- Mercier, F. (2013). Stratégie de lutte contre les espèces invasives menaçant la biodiversité en Basse-Normandie. Repéré à <http://www.gt-ibma.eu/wp-content/uploads/2014/04/Strat%C3%A9gie-de-lutte-contre-les-EI-mena%C3%A7ant-la-biodiversit%C3%A9-de-BN.pdf>
- Michelot J. L., (1995). Gestion patrimoniale des milieux naturels fluviaux. Guide technique. Outils de gestion 1995, Réserves Naturelles de France, 67 p.
- Nguyen, V. B. (2014). Conception d'un SIG pour l'appui à la gestion intégrée des ressources en eau à l'échelle du bassin hydrologique (Doctoral dissertation, Université de toulouse, Université Toulouse III-Paul Sabatier).
- Observatoire de l'eau des pays de l'adour. (2000). Bulletin d'information sur l'eau dans le Bassin de l'Adour. Repéré à <https://bassin-adour.univ-pau.fr/aquadour/aquad24.pdf>
- Ollero, A. 2010. «Channel changes and floodplain management in the meandering middle Ebro River, Spain». *Geomorphology*, vol. 117, no 3-4, p. 247-260.
- Onema, (2014). Gestion des berges:l'entretien de la ripisylve. Repéré à [http://www.TarnChambagri.fr/fileadmin/documents\\_ca81/DocInternet/filieres/biodiversite/fiche\\_5\\_gestion\\_des\\_berges.compressed.pdf](http://www.TarnChambagri.fr/fileadmin/documents_ca81/DocInternet/filieres/biodiversite/fiche_5_gestion_des_berges.compressed.pdf)
- Onema, (2010). L'effacement total ou partiel d'obstacles transversaux. Repéré à <http://www.documentation.eaufrance.fr/entrepotsOAI/AERMC/R111/46.pdf>
- Palmer, M. A., Bernhardt, E. S., Allan, J. D., Lake, P. S., Alexander, G., Brooks, S., ... & Galat, D. L. (2005). Standards for ecologically successful river restoration. *Journal of applied ecology*, 42(2), 208-217.
- Perret, A. (2015). La navigation sur le Rhone siècle XIXe siècle. Repéré à <http://www.histoire-pour-tous.fr/histoire-de-france/5225-navigation-rhone-xix.html>

- Piégay, H., S.E. Darby, E. Mosselman et N. Surian (2005). «A review of techniques available for delimiting the erodible river corridor: a sustainable approach to managing bank erosion». *River Research and Applications*, vol. 21, no 7, p. 773-789.
- Pôle Wallon de gestion différenciée asbl. (2014). Les plantes invasives. Repéré à <http://www.gestiondifferenciee.be/files/Fiches/Fiche-PlantesInvasives.pdf>
- Pont B., (2007). Les forêts alluviales des grands cours d'eau, Les cahiers techniques, CREN Rhône-Alpes, 24 p.
- Pringle C.M., Freeman M.C., Freeman B.J., (2000). Regional effects of hydrologic alterations on riverine macrobiota in the New World: Tropical-temperate comparisons. *Bioscience* 50(9), pp 807–823.
- Programme de restauration hydraulique et écologique du Rhône. (s.d). Présentation du programme. Repéré à <http://restaurationrhone.univ-lyon1.fr/index.php?action=presentation&do=presentation>
- Quillat, B. (2007). Caractérisation hydrologique du bassin de la Garonne à l'aide d'un modèle pluie-débit global. Rapport de stage de 2<sup>e</sup> année, *Département hydraulique et mécanique des fluides, UR hydrosystèmes et Bioprocédés*.
- Rode, S. (2010). De l'aménagement au ménagement des cours d'eau : le bassin de la Loire, miroir de l'évolution des rapports entre aménagement fluvial et environnement. *Cybergeo : European Journal of Geography*.
- Roni P., Hanson K., Beechie T., Pess G., Pollock M. & Bartley D. M., (2005). Habitat rehabilitation for inland fisheries. Global review of effectiveness and guidance for rehabilitation of freshwater ecosystems. Rome, 116 p.

- Rotillon S, (2016). Du canal au méandre, l'illusion de la renaturation. Publié dans Club Techni.Cités.
- Syndicat mixte des affluents du Sud-Ouest Lémanique. (s.d). Préservation des zones d'expansion des crues. Repéré à <http://www.symasol.fr/les-enjeux-et-nos-actions/gerer-les-risques-inondation/preservation-des-zones-dexpansion-des-crues/>
- Syndicat du Haut-Rhône. (s.d). Le Fleuve Rhône. Repéré à <http://www.haut-rhone.com/index.php/le-fleuve-rhone/un-fleuve-amenage/les-amenagements-du-xxe-siecle>).
- Traub N., Tabouret P., Pissavin S. & Pont B., (2001). Guide pour la gestion des forêts alluviales de la moyenne vallée du Rhône, CRPF Rhône-Alpes, Association des Amis de la Réserve Naturelle de l'Île de la Platière, 32 p.
- Union des syndicats d'aménagement et de gestion es milieux aquatiques. (2017). Repéré à [http://www.smarl.fr/riviere-largue/wp-content/uploads/2012/02/Fiche-P-Erosion\\_berges.pdf](http://www.smarl.fr/riviere-largue/wp-content/uploads/2012/02/Fiche-P-Erosion_berges.pdf)
- Union des syndicats d'aménagement et de gestion des milieux aquatiques. (2016). Mise en défens du vilpion et de ses affluents- Programme 2 – Terminée. Repéré à <http://www.union-des-syndicats.fr/Projetsencours/fiche/id/34>
- Veyret-Verner G. (1951). « L'équipement électrique de la France 1947 - 1950 », Revue de géographie alpine, 39, 3, p. 579- 593.
- Wasson, J. G., Chandesris, A., Pella, H., & Blanc, L. (2004). Les hydro-écorégions: une approche fonctionnelle de la typologie des rivières pour la Directive cadre européenne sur leau. *Ingénieries-EAT*, (40), p-3.
- Wierepant, H. (2016). L'Urbanisme au fils de l'eau, Guide de prise en compte du SAGE des deux morin. (2016). Fiche n°13 – Preserver les zones naturelles d'expansion de crue. [http://www.Sage2morin.com/cms/Fiche\\_13%20Preserver\\_les\\_zones\\_naturelles\\_d\\_expansion\\_de\\_crue.pdf](http://www.Sage2morin.com/cms/Fiche_13%20Preserver_les_zones_naturelles_d_expansion_de_crue.pdf)