# 14<sup>E</sup> SEMINAIRE EAU

# RAPPORT BIBLIOGRAPHIQUE PARTIE HYDROBIOLOGIE



# RESTAURATION DE LA CONTINUITE ECOLOGIQUE : QUELS SONT LES OUTILS ?

Marion BOYER
Simon ENJALBERT
Paul FORET
David MELLET
Mélanie POUGET
Audrey ROBERT





#### REMERCIEMENTS

Ce rapport a fait l'objet de nombreuses recherches et discussions avec des experts dans le domaine de la restauration écologique. Cela nous a beaucoup aidés à clarifier certains aspects du sujet, à rédiger le présent manuscrit et à choisir les thématiques à aborder au cours de la journée de séminaire.

Pour cela, nous souhaitons remercier les personnes qui nous ont aidés et conseillés pour la rédaction de ce rapport :

- Dominique BARIL et Odile CRUZ de l'ONEMA pour leur implication et leur collaboration dans ce projet ainsi que leurs nombreux conseils,
- Catherine ALIAUME et Béatrice BEC, nos professeurs encadrantes de POLYTECH MONTPELLIER, pour leurs conseils et soutien.

## LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

TABLEAU 1: CAPACITES DE QUATRE ESPECES DE POISSONS, SELON LES CRITERES DE DIMENSIONNEMENT D'UNE PASSE A BASSINS	23
TABLEAU 2 : CAPACITES DE QUATRE ESPECES DE POISSONS, SELON LES CRITERES DE DIMENSIONNEMENT D'UNE PASSE EN	
ENROCHEMENT	23
FIGURE 1 : COMPARAISON D'UN SEUIL NATUREL (SOURCE : EAURMC.FR) AVEC UN SEUIL ARTIFICIEL (SOURCE PERSONNELLE)	3
FIGURE 2 : EXEMPLE DE SEUILS (SOURCE : CR-HAUTADOUR.COM)	17
FIGURE 3 : EXEMPLE DE BUSE CIRCULAIRE (SOURCE : PARCNATUREL.BE)	18
FIGURE 4 : EXEMPLE DE RIVIERE DE CONTOURNEMENT (SOURCE : GHAAPPE)	18
FIGURE 5 : EXEMPLE D'UNE PASSE A BASSINS (SOURCE : VALLEESDESGAVES.COM)	19
FIGURE 6 : EXEMPLE DE PASSE EN ENROCHEMENT (SOURCE : ONEMA.FR)	20
FIGURE 7 : EXEMPLE DE PASSE A ANGUILLES (SOURCE : SAGE-GRANDLIEU.FR)	
FIGURE 8 : SCHEMA D'UN ASCENSEUR A POISSONS (SOURCE : EDF)	22
FIGURE 9 - EVENDLE DE DASSEDELLES DOUB MAMMIEERES SEMI-AQUIATIQUES (SOUDCE - DREAL ROETAGNE)	

#### **GLOSSAIRE**

Etablissements publics de Coopération Intercommunal (EPCI) : Ce sont des regroupements de communes sur un territoire d'un seul tenant et sans enclave. Leur principale différence avec les syndicats est que les EPCI disposent d'une fiscalité propre.

Etablissements Publics Territoriaux de Bassin (EPTB): Ils regroupent des collectivités territoriales (régions, départements, communes et leurs différents types de groupement) qui interviennent pour l'aménagement et la gestion des fleuves et des grandes rivières dans le cadre géographique d'un bassin ou d'un sous-bassin hydrographique. Les EPTB ont le statut de syndicats mixtes ou d'institutions interdépartementales, leur financement est assuré par les collectivités territoriales qui en sont membres.

**Syndicats intercommunaux :** Ils peuvent prendre la forme d'un SIVU (Syndicat intercommunal à vocation unique) ou de SIVOM (syndicat intercommunal à vocation multiple). En matière de restauration de cours d'eau, il s'agit le plus souvent de SIVU, que l'on appelle communément « syndicat de rivière ».

Syndicats mixtes: Ils se composent de communes et d'Etablissement Public de Coopération Intercommunale. Ils sont dits « fermés » ou « ouverts », selon que des personnes morales de droit public, autre que les collectivités territoriales, peuvent y participer ou non. Tout comme les SIVOM ou SIVU, ils ne disposent pas d'une fiscalité propre. Toutefois, ils peuvent bénéficier de subventions plus importantes en intégrant dans leurs structures des Départements ou des Régions. Les Parcs Naturels Régionaux prennent la forme d'un syndicat mixte et peuvent donc intervenir en faveur du rétablissement de la continuité écologique.

### **SOMMAIRE**

INTR	OD	UCTION	1
I.	C	ONTINUITE ECOLOGIQUE	2
A.		Definition	2
В.		Roles	2
C.		OBSTACLES A LA CONTINUITE ECOLOGIQUE	2
	1.	Obstacles à la continuité écologique longitudinale	2
	2.	Obstacles à la continuité écologique latérale	3
II.	R	EGLEMENTATIONS	5
A.		CONTEXTE LEGISLATIF	5
	1.	Réglementation européenne :	5
	2.	Réglementation française :	5
	3.	Réglementation locale	7
В.		Devoirs des maitres d'ouvrages	7
	1.	Structures porteuses et relais de la maitrise d'ouvrage publique	7
	2.	Structures porteuses de maitrise d'ouvrage publique	7
	3.	Structures relais de la maitrise d'ouvrage publique	8
C.		CONTROLE DE LA MISE EN APPLICATION DE CES REGLEMENTATIONS	10
	1.	Les grandes missions de la police de l'eau	10
	2.	Les acteurs de la police de l'eau	10
III.	LE	ES AIDES FINANCIERES	12
A.		AIDES FINANCIERES NATIONALES	12
	1.	Les agences de l'eau	12
	2.	Les collectivités territoriales	12
	3.	Fonds d'investissement amont-aval	12
	4.	Participation multi-structures	12
	5.	Fonds de prévention des risques naturels majeurs	12
В.		AIDES FINANCIERES EUROPEENNES.	13
	1.	Le programme Life+	13
	2.	Fonds européen de développement régional (FEDER)	13
	3.	Fonds européen agricole pour le développement rural (FEADER)	14
IV.	LE	ES DEMARCHES POUR LA RESTAURATION DE LA CONTINUITE ECOLOGIQUE	15
Α.		PHASES PRELIMINAIRES	15

1.	Identification du maître d'ouvrage	15			
2.	Financement de l'étude	15			
3.	Sélection des ouvrages	15			
4.	Identifier les enjeux	16			
В.	ETUDES	16			
1.	Phase d'étude	16			
2.	Choix de la passe et son dimensionnement	17			
3.	Précautions à prendre lors de l'aménagement	24			
C.	APRES-ETUDE	25			
1.	Maîtrise d'œuvre	25			
2.	Phase travaux	25			
3.	Suivi après restauration	26			
CONCLU	SION	28			
BIBLIOGI	BIBLIOGRAPHIE29				
ANNEXE	S	31			

#### Introduction

Un chenal d'eau superficiel, voilà la définition d'un cours d'eau telle que nous la connaissons communément ; il s'agit pourtant de bien plus que cela.

Caractérisé par sa morphologie et sa biodiversité, il représente un écosystème complet et naturellement équilibré, dans lequel chaque élément compte.

D'une part, les caractéristiques morphologiques et physiques sont très variables selon les sols (calcaires ou argileux), la pente, la profondeur, le courant – procurant de fait un aspect dynamique aux cours d'eau, subissant continuellement érosion et dépôt de sédiments. D'autre part, ces lieux sont de véritables réserves biologiques : qu'il s'agisse de la ripisylve, des sédiments ou simplement de l'eau, les rivières sont un lieu de vie pour de nombreuses espèces (Prefecture de la Mayenne, 2010). La plupart des animaux présents, notamment les poissons, ne restent pas dans un seul habitat lors de leur cycle biologique. Certaines espèces effectuent des migrations à la recherche de sites de reproduction ou simplement de nourriture, et les déplacements entre l'amont et l'aval sont fréquents.

A l'heure actuelle, cet équilibre naturel est menacé. D'après les derniers chiffres de l'Indice Planète Vivante (IPV) publiés par le WWF, l'effectif des populations vivant en eau douce aurait diminué en moyenne de 76% en seulement quarante ans (WWF, 2014). Et contrairement aux espaces terrestres qui peuvent être facilement définis en tant que zones protégées, les écosystèmes d'eau douce sont complexes, liés entre eux, et doivent être considérés comme un grand ensemble.

En tout, environ 45% de ces pertes biologiques sont liées aux dégradations, voire aux pertes d'habitats, qui sont principalement générées par l'Homme depuis de nombreuses années (WWF, 2014). L'une des causes d'altération est la rupture de la libre circulation des animaux par la construction de barrages et de seuils. Ayant pris conscience de ce phénomène, le concept de « continuité écologique » est apparu visant à remettre en état les cours d'eau et à revitaliser les populations animales.

Ce rapport bibliographique est préliminaire au Séminaire Eau ayant lieu en Février 2015, qui traitera la problématique « **Restauration de la continuité écologique : quels sont les outils ?** ».

Ici seront réunies les informations concernant la continuité écologique en France, avec les démarches à effectuer pour la restauration des milieux, les règlementations et aides aux financements existants à ce jour.

#### I. Continuité écologique

#### A. Définition

La notion de continuité de la rivière, ou continuité écologique, est introduite dans l'annexe V de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), comme un élément de qualité pour la classification de l'état écologique des cours d'eau (ONEMA, 2010). Pour les cours d'eau en très bon état, "la continuité de la rivière n'est pas perturbée par des activités anthropiques et permet une migration non perturbée des organismes aquatiques et le transport de sédiments".

La continuité écologique existe selon deux dimensions spatiales :

- la continuité longitudinale, c'est-à-dire la circulation des espèces et le transport des sédiments de l'amont vers l'aval du cours d'eau.
- la continuité latérale, ou le maintien de la connexion du cours d'eau avec son lit majeur, ses annexes hydrauliques, ses berges et la ripisylve, qui permet ainsi le passage des espèces pour assurer leur cycle de vie ainsi que l'érosion latérale et le débordement des écoulements, indispensable au bon fonctionnement du cours d'eau.

#### B. Rôles

Les rivières françaises ont subi des modifications importantes au fil des siècles : dérivations, élargissement du lit, artificialisation des berges, mise en place de seuils ou de barrages, etc. Cette « domestication » de la rivière a eu des conséquences sur le fonctionnement des écosystèmes associés.

Les habitats, supports de biodiversité aquatique, sont modifiés et la diversité biologique en est affectée. La libre circulation des espèces, notamment leur accès aux zones indispensables à leur reproduction, leur croissance, leur alimentation ou leur abri, est la principale cause de la politique de restauration de la continuité écologique.

La notion de continuité écologique est essentielle puisqu'elle permet d'assurer la pérennité des espèces migratrices, de maintenir le bon état écologique des cours d'eau et le bon fonctionnement des réservoirs biologiques.

Longtemps considérés comme une ressource pour l'Homme, ou comme une gêne pour l'écoulement des crues, les sédiments grossiers charriés par les cours d'eau sont aujourd'hui clairement identifiés comme un facteur essentiel permettant de préserver et de restaurer l'équilibre hydromorphologique et écologique de la rivière. Ce transport de la charge de fond est, par conséquent, un contributeur essentiel pour l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau.

#### C. Obstacles à la continuité écologique

La continuité entre amont et aval est entravée par les obstacles transversaux comme les seuils et barrages, alors que la continuité latérale est impactée par les ouvrages longitudinaux comme les digues et les protections de berges (ONEMA, 2010).

#### 1. Obstacles à la continuité écologique longitudinale

La rupture de continuité la plus radicale est sans aucun doute celle présentant une coupure nette de l'écoulement sur toute la largeur. L'eau ne s'écoule plus d'amont en aval, ou du moins plus de manière ordinaire. Dans les barrages, par exemple, l'eau est retenue en amont, formant un réservoir d'eau pour l'Homme qui l'utilise comme réserve d'eau potable, moyen d'irriguer ses champs ou encore pour contrôler

les crues des rivières. Cependant, les poissons et les sédiments se retrouvent alors dans l'incapacité de poursuivre leur cheminement vers l'amont ou l'aval de la rivière.

On retrouve également des ouvrages de moins grande envergure tels que des seuils. Il s'agit d'une section où la hauteur de la surface est brusquement modifiée. Les seuils peuvent être d'origine naturelle ou artificielle. Ces derniers causent des problèmes de franchissabilité aux poissons, puisqu'ils ne possèdent pas les conditions hydromorphologiques favorables à la bonne circulation des espèces.

Généralement, sur un seuil naturel (Figure 1 – gauche), la quantité d'eau s'écoulant est plus importante, tout comme l'épaisseur de la lame d'eau et la vitesse d'écoulement. Cela entraîne, grâce à la puissance des eaux qui va creuser le sol, la formation d'une fosse en aval du seuil, condition nécessaire à l'accélération des poissons. A *contrario*, lorsque l'on se place sur un seuil artificiel (Figure 1 – droite), la plupart de ces conditions n'est pas réunie : l'eau est ralentie, laissant s'écouler une quantité beaucoup plus faible, engendrant une lame d'eau plus fine, le tout ne permettant pas de creuser le sol en aval. Les poissons se trouvent alors dans la même situation que face à un barrage, ils sont bloqués d'un côté, incapables de passer.

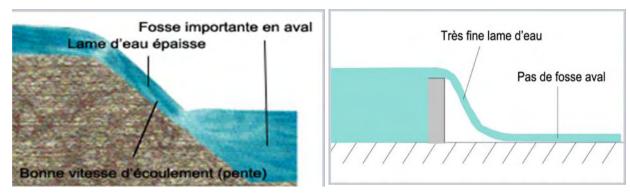


Figure 1 : Comparaison d'un seuil naturel (Source : eaurmc.fr) avec un seuil artificiel (Source personnelle)

Toutefois, cela est à nuancer selon les espèces aquatiques que l'on considère ; chaque espèce possède ses propres capacités de nage et rencontre plus ou moins de difficultés à passer un obstacle. Cette diversité engendre une probabilité plus ou moins forte de franchissabilité. Naturellement plus l'obstacle sera élevé moins d'espèces pourront passer et la succession de nombreux obstacles limite encore le succès de déplacement.

#### 2. Obstacles à la continuité écologique latérale

La continuité latérale se pose également. Elle concerne la transition entre le milieu terrestre et le milieu aquatique. En effet, la rupture ou la diminution des échanges physiques et biologiques entre ces milieux entrainent la fragmentation du milieu naturel qui est l'une des causes d'appauvrissement de la biodiversité. Les constructions (digues, protections des berges) et aménagements du cours d'eau provoquent des modifications morphologiques, qui conduisent à la déconnexion des habitats. Les populations se retrouvent alors isolées et leurs habitats fragmentés. Les espèces les plus sensibles disparaissent et la biodiversité globale, plus homogène, diminue.

Le maintien de ces zones d'échanges assurant bon nombre de fonctions présente une multitude d'intérêts :

- la ripisylve participe à l'amélioration de la filtration des pollutions diffuses.
- l'érosion des berges permet d'assurer une dynamique sédimentaire participant au bon fonctionnement du cours d'eau.

- la plaine d'inondation, les zones annexes et bras secondaires du chenal principal participent à l'étalement des crues et ont un rôle dans la gestion de la ressource en eau.
- les nappes alluviales, en connexion permanente avec les zones annexes et le chenal, participent à la restitution d'eau en période d'étiage.
- ces zones représentent une multitude d'habitats et permettent aux espèces d'accomplir leur cycle de vie. Elles participent au maintien de la biodiversité.

#### II. Réglementations

#### A. Contexte législatif

#### 1. Réglementation européenne :

Depuis de nombreuses années, la France et l'Europe ont développé leur intérêt pour la protection des eaux et milieux aquatiques. Le contexte réglementaire a peu à peu évolué, pour accorder à l'environnement une importance croissante. Différentes lois, dont la directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000, établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau – directive cadre sur l'eau ou DCE –, ont conduit à prendre en compte la gestion globale de la ressource en eau sous toutes ses formes : ressources vitale, écosystème, etc.

Cette directive fixe pour les Etats membres des objectifs ambitieux pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles :

- atteinte du bon état des masses d'eau d'ici 2015 (sauf dérogation justifiée) Bon Etat Ecologique;
- la non-dégradation des ressources et des milieux;
- la réduction voire la suppression des rejets de substances dangereuses classées.

La DCE se déroule selon des cycles de six ans permettant la mise en place d'un plan de gestion préalablement réfléchi. Les cycles se composent de deux étapes fondamentales :

- l'évaluation de l'état des masses d'eau et de l'influence des activités humaines ;
- la définition des objectifs et la détermination des mesures à mettre en œuvre pour les atteindre, détaillés dans les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) et programmes de mesures.

La première date limite choisie par l'Europe est 2015 qui correspondra à la fin du premier cycle de gestion de la DCE. Une nouvelle évaluation des masses d'eau est réalisée courant 2014 afin de redéfinir de nouveaux objectifs et un nouveau plan de gestion (SDAGE + programmes de mesures) pour le second cycle à venir (2016 – 2021).

#### 2. Réglementation française :

#### a. Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques

Au niveau national, le gouvernement s'est lui aussi mobilisé pour protéger la ressource en eau, les milieux aquatiques, la faune et la flore. La Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) a été créée en 2006 afin d'atteindre les objectifs de la DCE, notamment celui du Bon Etat Ecologique d'ici 2015 (Eau France). Différentes mesures apparaissent dans cette loi :

- « L'autorisation d'installations hydrauliques est modifiée, au plus tard en 2014, si leur fonctionnement ne permet pas la préservation des poissons migrateurs. Dans le même délai, ces ouvrages doivent, sauf exception, respecter un débit réservé de 10% du débit moyen (2,5% en 2014).
- Des obligations de respect de la continuité écologique (passage des poissons migrateurs et mouvements naturels des fonds des rivières) sont imposées aux ouvrages sur certains cours d'eau, pouvant aller jusqu'à l'interdiction d'implanter des ouvrages.
- Des tranches d'eau peuvent être réservées dans les ouvrages dédiés à d'autres usages, notamment hydroélectriques, pour le maintien des équilibres écologiques et la satisfaction des usages prioritaires (eau potable...).

- L'obligation qu'ont les riverains d'entretenir régulièrement les cours d'eau sans travaux néfastes pour les écosystèmes aquatiques, et la capacité des collectivités locales à s'y substituer par le biais d'opération groupée par tronçons de cours d'eau.
- La délimitation des eaux libres et des eaux closes sera prise en tenant compte des conditions de circulation des poissons.
- La destruction des frayères est qualifiée de délit et passible d'amende, et le tribunal peut ordonner la remise en état du milieu aquatique et la publication du jugement.
- La vente et l'achat de poissons braconnés sont punis de 3 750 euros, amende portée à 22 500 euros lorsqu'il s'agit d'espèces protégées (anguilles...).
  - L'accès des piétons aux berges des cours d'eau domaniaux est facilité.
- Un régime de transaction est institué pour les infractions à la police de l'eau sous le contrôle du procureur de la République.
- La réglementation du stationnement ou de l'abandon des péniches sur le domaine public fluvial est renforcée. »

#### b. Lois Grenelles de l'Environnement

En complément de la LEMA, les lois Grenelles de l'Environnement ont été adoptées par le Gouvernement Français. Parmi elles, nous retrouvons notamment les trames verte et bleue (TVB) (Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, 2014).

Ces trames sont un outil de gestion et d'aménagement du territoire visant à recréer un réseau écologique permettant à la faune et à la flore de circuler, de s'alimenter, et de se reproduire. L'objectif est donc de maintenir la biodiversité dans toutes les zones de France, grâce à la préservation et à la restauration des continuités écologiques.

Les couleurs verte et bleue ont été choisies afin de représenter les milieux naturels et terrestres pour le vert, et les cours d'eau et zones humides pour le bleu. Bien que ces deux couleurs distinguent deux types d'habitats et de vie différents, il est indispensable de garder à l'esprit que la restauration d'un type de milieu ne peut être réalisée sans la restauration du second.

De nombreux acteurs participent à la réalisation de cette trame verte et bleue, comme :

- L'Etat, gérant la coordination entre les acteurs et donnant les directives de travail à l'échelle nationale.
- L'Etat et les régions, établissant des schémas régionaux de cohérence écologique qui planifient les actions à l'échelle régionale.
  - Les départements, gérant les espaces naturels qualifiés sensibles par la trame verte et bleue.
- Les collectivités locales, gérant les aménagements urbains afin de vérifier que la notion de continuité écologique est prise en compte.
  - Les entreprises, agriculteurs, et citoyens, veillant à réduire leur impact sur l'environnement.

#### c. Plans nationaux d'actions

L'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) établit des listes rouges d'espèces en danger d'extinction dans le monde depuis plus de 40 ans. A l'échelle nationale, ces listes ont entrainé le développement de plans nationaux d'actions (anciennement appelés plans de restauration) ayant pour but de maintenir ou de rétablir des populations d'espèces menacées dans un état de conservation favorable. Les premiers plans ont été établis en France en 1996 (Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, 2012).

Il existe quatre domaines d'actions :

- Action de développement des connaissances, afin d'assurer le suivi des espèces menacées ainsi que de leurs habitats ;
- Action de gestion et de restauration, afin de coordonner les plans de restauration de ces espèces et de leurs habitats ;
  - Action de protection des espèces et habitats ;
  - Action d'information et de formation des acteurs concernés et du public.

Un exemple de ce plan à l'échelle nationale est celui de gestion de l'anguille européenne (*Anguilla anguilla*). Ce programme doit permettre la restauration de l'espèce et du stock sur le territoire français.

#### 3. Réglementation locale

Plus localement, différents plans d'action permettent la gestion et la restauration d'espèces menacées. Parmi eux, nous pouvons noter le PLAn de GEstion des POissons MIgrateurs (PLAGEPOMI) dont la création a été gérée par le COmité de GEstion des POissons MIgrateurs (COGEPOMI) (ONEMA, s.d.)

Ces plans fixent, pour une durée de 5 ans, des mesures favorables à la reproduction, au développement, à la conservation et à la circulation des espèces menacées (Système d'Information sur l'Eau - Rhône Méditerranée, s.d.). Ils établissent également les conditions de pêche des bassins hydrographiques dans lesquels ils sont établis. Trois espèces sont notamment visées en France : l'anguille, le saumon et la lamproie.

D'autres plans d'actions sont établis sous la forme de Schémas Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) élaborés à l'échelle de 7 grands bassins (Adour-Garonne, Artois-Picardie, Loire-Bretagne, Rhin-Meuse, Rhône-Méditerranée-Corse, Seine-Normandie, Outre-mer) (ONEMA).

#### B. Devoirs des maîtres d'ouvrages

Il s'agit ici d'évoquer la maitrise d'ouvrage à des fins de mise en œuvre du rétablissement de la continuité écologique. La maitrise d'ouvrage peut donc concerner la réalisation d'études et/ou de travaux.

#### 1. Structures porteuses et relais de la maitrise d'ouvrage publique

Les communes n'ont pas de compétence obligatoire en matière de gestion des rivières, à la différence de la gestion en eau potable et de l'assainissement (articles L2224-7-1 et L2224-8 du CGCT). Toutefois, ces personnes publiques ont vocation à intervenir dans trois cas distincts :

- Au titre des pouvoirs de police généraux du maire, codifiés aux articles L2212-2-5ème et L2212-4 du Code Général des Collectivités Territoriales (CGCT). Ce dernier a vocation à intervenir pour prévenir des accidents et fléaux calamiteux. Il doit prévoir des mesures adéquates pour anticiper l'existence de risques naturels majeurs.
  - Pour l'entretien et la gestion des cours d'eau dont elles sont propriétaires.
- Elles peuvent entreprendre l'étude, l'exécution et l'exploitation des travaux, actions, ouvrages ou installations présentant un caractère d'intérêt général ou d'urgence conformément à la procédure instituée à l'art. L. 211-7 du Code de l'Env. La maitrise d'ouvrage publique doit suivre douze compétences (voir Annexe 1) dont : « 8° La protection et la restauration des sites, des écosystèmes aquatiques et des zones humides ainsi que des formations boisées riveraines »

#### 2. Structures porteuses de maitrise d'ouvrage publique

En réalité, les Communes agissent rarement seules en matière de gestion des cours d'eau et se regroupent plutôt dans d'autres structures publiques (Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse,

2012) : syndicats intercommunaux, syndicats mixtes, Etablissement Public Territorial (EPTB) et Etablissement Public de Coopération Intercommunal (EPCI).

#### a. Organisation des compétences

Pour pouvoir agir, les structures publiques sont soumises à une double condition : celle de disposer de la compétence « cours d'eau » et celle d'agir sur leur périmètre d'intervention.

La compétence nécessaire pour agir est transférée des communes membres vers les regroupements de communes. Ces structures l'inscrivent expressément dans leur statut pour justifier leur intervention. Il est possible de réviser ceux-ci afin de s'adapter au mieux aux projets à venir.

Leur périmètre d'action correspond au territoire communal pour la commune, et à l'ensemble des territoires communaux qui le compose pour un syndicat ou un EPCI. La difficulté réside en ce qu'il n'y a pas toujours de cohérence entre l'emprise de la structure et le périmètre d'action.

L'Etablissement Public Territorial de Bassin dispose en revanche d'un périmètre identique à celui du bassin. Il a donc vocation à agir (à condition d'être doté de cette compétence) sur les cours d'eau qui ne sont pas couverts par le périmètre d'un syndicat de rivière.

#### b. Maitrise d'ouvrage publique par l'Agence de l'eau

La loi Grenelle 2 a introduit, par son article 50, la possibilité pour l'agence de l'eau de se porter maitre d'ouvrage : soit sur demande du propriétaire, soit dans le cadre de travaux d'office ordonnés par le préfet en cas de non-respect des prescriptions par le propriétaire. Or, s'il s'agit d'une possibilité dans certaines agences de l'eau, cette maitrise d'ouvrage agence n'est ni possible, ni souhaitable dans le bassin Rhône-Méditerranée. En effet, il s'agit d'une solution irréalisable compte tenu de la taille du bassin (soit 25% du territoire national) et du très grand nombre d'ouvrages infranchissables.

#### 3. Structures relais de la maitrise d'ouvrage publique

Il existe trois types de structures alternatives à la maitrise d'ouvrage publique par les collectivités territoriales (Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, 2013) : associations reconnues d'utilité publique, associations agréées pour l'environnement, et associations syndicales autorisées.

#### a. Associations reconnues d'utilité publique

Deux associations reconnues d'utilité publique intéressent le rétablissement de la continuité écologique : les Fédérations Départementales de Pêche et de Protection pour le Milieu Aquatique, et les Conservatoires Régionaux des Espaces Naturels (CREN). Ces dernières sont connues pour « connaître, acquérir et gérer » des espaces naturels à fort potentiel écologique. Elles participent notamment à la mise en place de corridors écologiques et à l'instauration de la trame verte et bleue du Grenelle de l'Environnement.

Les Fédérations de pêche regroupent au niveau départemental l'ensemble des associations agréées pour la pêche et la protection des milieux aquatiques (AAPPMA). Ces dernières exercent une double mission : exploiter les droits de pêche qu'elles détiennent, et participer à la gestion et à la protection du patrimoine piscicole et des milieux aquatiques en vertu de l'article L434-3 du Code de l'environnement (Gouvernement français, 2014). Elles peuvent donc s'avérer fortement impliquées dans l'enjeu du rétablissement de la continuité écologique, voire se porter maitre d'ouvrage publique dans ce type de projet. De plus, au titre du L435-5, elles ont une réelle possibilité de substitution directe au propriétaire riverain d'un cours d'eau pour déficit d'entretien.

Les CREN agissent principalement en assistance à maitrise d'ouvrage ou en concertation directe avec le territoire.

Ces associations ne sont pas des personnes publiques mais des organismes de droit privé. A ce titre, on ne peut pas parler de maitrise d'ouvrage publique mais de « relais » à celle-ci. De ce fait, ces structures ne sont pas soumises aux procédures obligatoires pour les personnes publiques. Au vue de leur caractère d'utilité publique et des subventions publiques dont elles bénéficient, elles peuvent être amenées à effectuer des travaux d'Intérêt Général, tels que l'aménagement ou l'arasement d'ouvrages infranchissables. Elles peuvent se porter Assistant à maitrise d'ouvrage afin d'apporter les connaissances techniques aux collectivités, mais également maitre d'ouvrage.

#### b. Associations agréées de protection de l'environnement

L'article L141-1 du Code de l'environnement prévoit la possibilité pour certaines associations de droit privé, en charge notamment de la protection de l'eau, de disposer d'un agrément pris par arrêté préfectoral, dans des conditions fixées par décret en Conseil d'Etat.

Ces associations bénéficient ainsi d'un accès facilité à la justice : elles sont présumées avoir « intérêt à agir ». Cet agrément autorise également l'association à prendre part à tout débat public officiel touchant l'environnement. Ces structures peuvent jouer un rôle d'assistance à maitrise d'ouvrage public, afin d'apporter aux collectivités la connaissance technique nécessaire à la réalisation des travaux. Ce sont par exemple, les Fédérations Rhône Alpes pour la Nature (FRAPNA), les Associations Agréées de Pêche et de Protection des Milieux Aquatiques (AAPPMA).

#### c. Associations syndicales autorisées (ASA)

Il s'agit de regroupements de propriétaires riverains pour exécuter et entretenir les travaux d'intérêt général définis dans son statut, et ce au sein d'un périmètre donné et à frais communs.

A la différence des Associations Syndicales Libres, les ASA sont des Etablissements Publics Administratifs et sont donc des personnes morales de droit public. Ces structures bénéficient d'une servitude de passage sur le périmètre, d'autofinancement sur la base de cotisations des propriétaires riverains, et de subventions publiques.

Les ASA peuvent être maitres d'ouvrages ou transférer la maitrise d'ouvrage à la commune dont elles relèvent. A l'inverse, une commune peut également transférer un tel projet à une ASA. Toutefois, il convient de préciser que le périmètre de ces ASA est limité aux parcelles et leur compétence souvent monothématique. Il semblerait que cette structure soit peu adaptée à un projet global de restauration des cours d'eau à l'échelle du bassin versant.

Peu d'ASA se portent maitres d'ouvrage à des fins de rétablissement de la continuité écologique, mais de nombreuses ASA « agricoles » ou « forestière » existent aujourd'hui. Toutefois, on peut penser qu'elles puissent être des associés intéressants dans ce type de projet, notamment comme relais de concertation avec les propriétaires privés.

En résumé, trois points sont à retenir :

- Il n'existe pas de compétence obligatoire au titre du CGCT les personnes publiques ont bien vocation à intervenir au titre du code de l'environnement et du code rural.
- Il est nécessaire d'organiser les compétences d'un territoire aux différentes échelles et coordonner leur périmètre d'application.
- Bien souvent le principal frein réside dans le manque de force vive pour animer et mettre en œuvre une maitrise d'ouvrage publique, d'où l'importance des structures relais. Il faut pouvoir néanmoins s'assurer de leur capacité à répondre aux besoins en adéquation avec l'objectif d'intérêt général.

#### C. Contrôle de la mise en application de ces réglementations

Les personnes publiques ont deux moyens principaux pour intervenir en faveur du rétablissement de la continuité écologique :

- en se substituant aux propriétaires riverains, prenant en charge la maitrise d'ouvrage de travaux de rétablissement de la continuité écologique comme développées dans la partie précédente,
- par la police de l'eau, aux moyens des obligations réglementaires incombant aux propriétaires d'ouvrages infranchissables mentionnées en II.A.

Le défi de la restauration ne pourra être relevé que par la conjugaison d'actions incitatives et réglementaires. C'est pourquoi au niveau local, il existe une réglementation qui est assurée par des arrêtés préfectoraux et des arrêtés municipaux (arrêtés de limitation des usages de l'eau, arrêtés fixant les dispositions pour la réalisation et l'entretien des ouvrages de prélèvements...). Les arrêtés doivent être en conformité avec les dispositions des SAGE et des SDAGE.

#### 1. Les grandes missions de la police de l'eau

L'article L210-1 du code de l'environnement stipule que « l'eau fait partie du patrimoine commun de la nation. Sa mise en valeur et le développement de la ressource utilisable, dans le respect des équilibres naturels sont d'intérêt général. Dans le cadre des lois et règlements ainsi que des droits antérieurement établis, l'usage de l'eau appartient à tous et chaque personne physique, pour son alimentation et son hygiène, a le droit d'accéder à l'eau potable dans des conditions économiquement acceptables par tous. ».

Pour veiller au respect de ces principes, la "police de l'eau" (présentée en Annexe 2) réglemente les installations, ouvrages, travaux ou activités qui peuvent exercer des pressions sur les milieux (Eau France).

La recherche et la constatation des infractions sont une des missions de la police de l'eau. La police de l'eau reste en France une des prérogatives de l'Etat.

Bien que transférées au ministère chargé de l'environnement par décret du 29 novembre 1976, les missions de police de l'eau sont assurées, sous la responsabilité des préfets dans les départements, par les agents des services extérieurs des ministères.

La dispersion des contrôles en fonction de la nature des eaux a entraîné à partir de 1993, la création dans chaque département d'un organisme, renommé récemment la Mission inter-services des eaux et de la nature (MISEN) chargée, entre autres, de la coordination des actions de la police des eaux.

#### 2. Les acteurs de la police de l'eau

- Le premier acteur de la police de l'eau est la MISEN qui regroupe l'ensemble des services de l'Etat et des établissements publics du département qui interviennent directement dans le domaine de l'eau (la Direction Départementale des Territoires ou DDT, la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement ou DREAL, les Agences de l'eau, l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques ou ONEMA ...). Elle est placée sous l'autorité du préfet du département. Les plans de contrôle départementaux, arrêtés par les préfets en concertation avec les procureurs, formalisent la stratégie départementale en matière de contrôle. Ils identifient les grands thèmes d'activité conformément aux grandes orientations nationales : contrôler les ouvrages pour assurer le respect de la continuité écologique, contrôler les zones non traitées en bordure des cours d'eau afin de réduire la pollution par les pesticides, contrôler les autorisations de prélèvement d'eau, contrôler les rejets des stations d'épuration et dur respect de la réglementation sur les eaux résiduaires urbaines...
- L'ONEMA a pour action de se coordonner avec l'ensemble des services des polices de l'eau, dans le cadre de conventions entre les préfets et l'ONEMA. 600 agents des services départementaux effectuent

les contrôles sur le terrain dans le cadre des plans de contrôle départementaux. Ils veillent par ailleurs au respect des réglementations concernant la pratique de la pêche. Cet organisme est également chargé d'émettre des avis techniques aux services en charge de l'instruction des dossiers d'autorisation, de déclaration, de la réglementation, des interventions sur le milieu ...

- Les DREAL coordonnent la police de l'eau au niveau régional. Les DREAL avec les Directions Départementales de la Cohésion Sociale et de la Protection des Populations (DDCSPP) et les DDT sont également chargées des inspections des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) afin de vérifier que les prescriptions soient bien respectées par les établissements.
  - La gendarmerie et les maires sont compétents pour constater les infractions et les pollutions.
- Le conseil de modernisation des politiques publiques a décidé d'engager une démarche de rapprochement des polices de l'eau (ONEMA) et de la nature (ONCFS) sous le pilotage des préfets dans le cadre de la création des DDT.

Pour résumer, la police de l'eau est un outil central pour atteindre l'objectif ambitieux de la France d'avoir 66% de masses d'eau de surface en bon état écologique en 2015. Faire respecter la réglementation relative à la préservation des milieux aquatiques, en ciblant les contrôles sur les enjeux de la directive cadre sur l'eau, en renforçant la coopération interservices et en rendant compte à la Commission européenne des efforts entrepris et des résultats obtenus est une mission essentielle pour l'ONEMA.

#### III. Les aides financières

Les aides financières publiques concernant la préservation, la restauration ou encore l'entretien des milieux aquatiques sont assez nombreuses au niveau national et peuvent être cumulées jusqu'à hauteur de 80% du coût total d'un projet. Au niveau européen, elles sont plus rares.

#### A. Aides financières nationales

L'effacement du plan d'eau du Coupeau sur le Vicoin en Mayenne (53), a par exemple été financé par les différents organismes présentés ci-après (ONEMA, 2014).

#### 1. Les agences de l'eau

En octobre 2012, les comités de bassin ainsi que les conseils d'administration des agences de l'eau ont défini et adopté les 10<sup>ème</sup> programmes d'interventions des agences de l'eau pour la période 2013/2018.

Au cours de ces six années, les agences de l'eau mobiliseront près de 13,3 milliards d'euros pour la préservation de l'eau et des milieux aquatiques. Ces programmes sont orientés sur les résultats de réussite de l'obtention du bon état écologique des ressources en eau.

Sur les 13,3 milliards d'euros, environ 10,3% seront mobilisés pour la gestion des milieux et par conséquent pour les travaux de rétablissement de la continuité écologique longitudinale et latérale, de restauration, de renaturation ou d'entretien des milieux.

#### 2. Les collectivités territoriales

Les collectivités territoriales peuvent accorder des financements pour la restauration et l'entretien des cours d'eau suivant les travaux à réaliser. Le taux de financement des actions de restauration ou d'entretien par les conseils régionaux ou les conseils généraux varie en fonction de la politique de chacun d'entre eux. Il oscille entre 5 et 40 % selon la nature de l'opération requérant une aide (ONEMA)

#### 3. Fonds d'investissement amont-aval

Si des travaux ont lieu sur un bassin versant, les communes concernées par les interventions peuvent, par des conventions, être actrices financièrement pour les maîtres d'ouvrages. Par exemple, elles peuvent verser des financements en fonction du linéaire de berges sur leur zone communale, ou bien sur leur nombre d'habitants (ONEMA, s.d.).

#### 4. Participation multi-structures

Les établissements publics de bassin, les syndicats d'aménagements, les fédérations départementales de pêche ou des acteurs privés peuvent aussi intervenir dans le financement (ONEMA, s.d.).

#### 5. Fonds de prévention des risques naturels majeurs

Ces types de fonds sont dits des « Fonds Barnier ». Si une commune dispose d'un Plan de Prévention des Risques Naturels (PPRN), elle peut avoir accès à des subventions afin de réaliser des travaux de prévention et de protection. De ce fait, des interventions sur les milieux aquatiques comme des effacements d'ouvrages peuvent être subventionnées (ONEMA, s.d.).

#### B. Aides financières européennes

L'accès aux aides européennes est plus difficile à obtenir. En effet, elles nécessitent un calendrier bien défini et un dossier de demande de subvention parfait. Ces aides sont accordées pour des programmes importants (Eau France, s.d.).

#### 1. Le programme *Life*+

Ce programme soutient le développement et la mise en œuvre de la politique européenne sur l'environnement et le développement durable. Les projets financés par ce programme, le sont sur 4 ans, et sont de 3 types :

- Politique Environnementale et Gouvernance : Projets technologiques en faveur de l'environnement
- Informatique et Communication : Diffusion de l'information environnementale
- Nature et Biodiversité : Contre la perte de la biodiversité dans les milieux naturels.

C'est dans ce dernier type de projet qu'intervient le programme dans la restauration des cours d'eau. Cette partie du programme *Life+* fait suite au programme *Life Nature* qui été dédié à la préservation et à la restauration de la qualité des cours d'eau et des habitats. La partie « *Walphy* » de ce même programme, permet l'aide à la conception d'un outil d'aide à la décision de la restauration hydromorphologique des masses d'eau.

Les projets financés par les programmes Life+ doivent répondre à divers critères tels que :

- Etre d'intérêt communautaire en contribuant au développement, à la mise en œuvre de la politique et de la législation pour l'environnement.
- Etre techniquement et financièrement adaptés et réalisables pour avoir un rapport prix-efficacité rentable
- Satisfaire un des critères suivants :
  - Concerner les meilleures pratiques ou la démonstration en matière de protection des oiseaux sauvages ou des habitats
  - Présenter un caractère novateur ou de démonstration au niveau communautaire concernant les objectifs de la politique environnementale
  - Consister en des campagnes de sensibilisation ou de formation dans le domaine de la prévention des incendies de forêt
  - Porter sur la surveillance étendue, harmonisée, globale et à long terme des forêts et des interactions de l'environnement.

Le programme Life + a ainsi permis de financer le projet de restauration écologique du Cousin aval, et l'analyse approfondie du moulin du Cousin par le parc naturel régional du Morvan (Syndicat mixte du parc naturel régional du Morvan, 2012).

#### 2. Fonds européen de développement régional (FEDER)

Ce fonds européen cherche à renforcer la cohésion économique et sociale au sein de l'Union Européenne en modifiant les déséquilibres régionaux. Les demandes de subventions FEDER doivent contenir :

- Le descriptif du projet envisagé
- Les objectifs du projet envisagé
- Le budget prévisionnel avec les ressources et les dépenses
- L'échéancier des réalisations
- Les indicateurs de résultats et d'impacts

#### La méthodologie de l'évaluation envisagée

Ces fonds essaient de subvenir aux problèmes économiques, environnementaux et sociaux dans les villes sous forme de trois objectifs des politiques régionales : la convergence, la compétitivité régionale et l'emploi, la coopération territoriale européenne.

Des projets sur la restauration des cours d'eau en maintenant la continuité écologique bénéficient de ces aides, tout comme l'effacement d'obstacles sur les cours d'eau.

Ces types de fonds viennent en complément des fonds nationaux par le principe d'additionnalité. Cela implique qu'il faut dans un premier temps chercher des financements nationaux avant de solliciter l'aide FEDER. Elle peut également intervenir dans le remboursement de montants dépensés.

#### 3. Fonds européen agricole pour le développement rural (FEADER)

Ces fonds visent à développer des espaces ruraux en respect avec l'environnement. En effet, elle peut être perçue pour la réalisation d'actions ayant pour objectif de préserver la biodiversité : actions de maintien des parcelles, préservation des rivières dans leur lit majeur, ou encore restauration de la ripisylve. Cette aide intervient principalement pour les agriculteurs engagés pour l'environnement.

# IV. Les démarches pour la restauration de la continuité écologique

#### A. Phases préliminaires

#### 1. Identification du maître d'ouvrage

Le choix du maitre d'œuvre pour la réalisation des travaux de réaménagement d'un ouvrage sur un cours d'eau dépend de trois paramètres importants (Conseil général - Finistère). L'aspect financier reste prépondérant mais la responsabilité et les procédures juridiques entrent également en ligne de compte pour choisir le maitre d'ouvrage. Il y a trois types de maitre d'ouvrage possibles: le propriétaire de l'ouvrage, la collectivité publique et les associations agréées de pêche et de protection des milieux aquatiques (AAPPMA).

#### 2. Financement de l'étude

Comme vu dans la partie précédente, le financement d'une étude de ce type peut être réalisé par plusieurs grands acteurs dans le domaine de l'eau. Ce financement doit être demandé et peut venir des agences de l'eau, des conseils régionaux, également des conseils généraux ou plus rarement de l'Union Européenne.

#### 3. Sélection des ouvrages

Après avoir défini les différents propriétaires des ouvrages, il est nécessaire d'entreprendre un diagnostic de l'ensemble des ouvrages afin de déterminer leurs impacts sur le cours d'eau. Il doit définir les contraintes imposées par l'ouvrage à plusieurs niveaux et est donc la synthèse de différents diagnostics.

Ces diagnostics peuvent être divisés en quatre : diagnostic de franchissabilité des espèces migratrices piscicoles, de franchissabilité des espèces semi-aquatiques, de franchissabilité des canoës-kayaks et de franchissabilité des sédiments.

Pour le diagnostic de franchissabilité par les espèces piscicoles, on se base sur deux espèces, la truite fario et l'anguille. Chacune de ces deux espèces a des besoins différents et l'ouvrage devra donc correspondre à différents critères. Pour la truite fario, trois critères principaux sont à prendre en compte : la hauteur de chute, la profondeur de la fosse et la lame d'eau. Pour l'anguille, il y a quatre critères : la hauteur de chute, le profil de l'obstacle, la rugosité du support et l'accès par les berges.

Pour les animaux semi-aquatiques, le problème lié aux ouvrages n'est pas tant la franchissabilité que l'instinct de l'animal qui le pousse à contourner l'ouvrage. Les ouvrages peuvent induire trois types d'effets: l'effet tunnel, l'effet entonnoir et l'effet cascade. L'effet tunnel provient du fait que l'ouvrage, souvent une buse, a un rapport diamètre sur longueur trop petit. L'effet entonnoir est le produit du rétrécissement du cours d'eau qui peut empêcher certaines espèces de pénétrer dans le cours d'eau à cause d'un courant trop important. L'effet cascade résulte d'un seuil ou d'un ouvrage de forte dénivellation qui peut empêcher le passage.

Pour la franchissabilité par les activités par les canoës-kayaks, il y a quatre points à prendre en compte : l'accès au site et la fréquentation possible, le niveau des participants, le niveau d'eau et la dangerosité que représente l'obstacle.

Le diagnostic sédimentaire doit surtout s'intéresser aux conséquences des modifications qui seront apportées sur l'ouvrage. En effet, le principal problème est la remise en suspension des sédiments qui ont

pu s'accumuler en amont de l'ouvrage et qui seront transportés ensuite vers l'aval avec une possibilité de perturber la sédimentation sur des ouvrages situés à l'aval.

Enfin, il faut vérifier si l'ouvrage est autorisé, c'est-à-dire si la législation permet son aménagement.

#### 4. Identifier les enjeux

Grâce au référentiel des obstacles à l'écoulement (ROE), la plupart des caractéristiques des ouvrages présents sur le territoire sont référencées (Eau France, 2014). Le ROE est le résultat de la compilation de toutes les informations contenues dans différentes bases de données des partenaires de l'eau, d'un nouvel inventaire et d'une actualisation à venir. Les enjeux quant à l'aménagement des ouvrages sont donc déjà plus ou moins définis. A la suite du diagnostic, les données sont enregistrées dans une nouvelle base de données spécifique et permettront la création d'un nouvel outil, l'information sur la continuité écologique (ICE). L'ouvrage devra, selon les cas, permettre le franchissement des poissons, des mammifères semi-aquatiques, des canoës et également des sédiments.

#### B. Etudes

#### Phase d'étude

Lors de la conception d'un ouvrage de franchissement, cinq points essentiels sont à analyser.

a. L'identification des espèces cibles au regard des enjeux écologiques

Le choix des espèces cibles se fera après analyse des espèces en présence sur le tronçon considéré (Conseil général - Finistère). Le diagnostic de la qualité de dévalaison, sera mis en relation avec les habitats disponibles. Sur les cours d'eau classés, les articles L432-6 et L214-17 du code l'environnement listent les espèces et donnent une priorité aux amphihalins. Cette phase est essentielle, et les objectifs doivent être clairement définis avant toute avancée du projet.

#### b. La caractérisation de l'hydrologie au niveau de l'ouvrage

Cette étape consiste à définir les plages de débits pour lesquelles la passe à poissons doit être fonctionnelle sur la base des débits classés, des périodes de migration des espèces cibles, des variations amont-aval et des débits caractéristiques (Barran, 2012).

Le débit médian Q50 correspond au débit de dimensionnement de l'ouvrage de franchissement. L'ouvrage doit être fonctionnel entre le Q25 et le Q75, et si possible entre le Q10 et le Q90.

#### c. L'implantation de la passe et son attractivité

L'attractivité d'un ouvrage de franchissement est liée à la localisation de l'entrée du dispositif et aux conditions hydrauliques au voisinage de celle-ci (% du débit par rapport au débit du cours d'eau, vitesses compatibles avec la nage des espèces cibles, ...).

L'identification du lieu de positionnement de l'ouvrage doit se concentrer sur les couloirs préférentiels de déplacement des espèces et sur les veines d'écoulements marqués (Aigoui, 2008).

Les paramètres importants à prendre en compte pour le positionnement de l'ouvrage sont :

- La topographie du site
- L'orientation du seuil par rapport aux écoulements. En général, il convient d'installer l'entrée de la passe le plus près possible du point ou de la ligne de plus haute remontée du migrateur.
- La répartition des débits au niveau de l'ouvrage : se situer à proximité des zones attractives, donc des zones à écoulements marqués.

En cas de proximité avec des ouvrages hydroélectriques, la zone attractive se situe généralement proche de la sortie des turbines. En conséquence, il faut prendre en compte les fréquences de surverse au niveau des évacuateurs de crue et comparer les vitesses des écoulements par mètre linéaire, entre l'aval des turbines et le chenal, en aval de l'évacuateur de crue.

#### d. Le choix de la passe et son dimensionnement

Ce point sera développé en partie IV.B.2.

#### e. Les conditions en amont de la passe et l'entretien

n cahier des charges de contrôle et d'entretien de la passe à poissons doit être établi (Aigoui, 2008):

- Des visites d'inspections (vérification du colmatage des bassins, de la régularité des écoulements) sont prévues tous les deux mois environ et toutes les deux semaines sur la période de migration
- Des visites détaillées sur l'état général du dispositif et le nettoyage des bassins et des échancrures se font une fois par an, avant la période de migration.
  - Des interventions d'entretien sont à prévoir
  - Après des crues importantes, interventions exceptionnelles doivent être programmées

Une réflexion doit être menée sur la gestion du dispositif, sur les conditions d'accès et les équipements nécessaires pour garantir la sécurité sur la passe à poissons.

#### 2. Choix de la passe et son dimensionnement

Une fois le diagnostic posé, il s'agit de mettre en œuvre la solution la plus adaptée sachant que deux orientations d'intervention peuvent être envisagées : la reconstitution du lit naturel et l'aménagement de l'ouvrage existant (Conseil général - Finistère).

#### a. Ouvrages pour la reconstitution du lit naturel

Viser cet objectif, c'est garantir la pérennité et l'efficacité de l'action de restauration de la continuité écologique. Face à un ouvrage dont l'utilité n'est plus justifiée, la solution à privilégier est son retrait ou son arasement total ou partiel. Effectivement, cette mesure permet d'assurer la continuité écologique longitudinale et améliore la qualité des habitats aquatiques en éliminant les effets de retenue amont.

#### (1) Cas des seuils

Pour les seuils (Figure 2), l'arasement peut-être total ou partiel. L'arasement total remet le cours d'eau dans son état le plus naturel en rétablissant le profil en long, alors que l'arasement partiel restitue une circulation des sédiments et des poissons en modifiant faiblement le profil en long.



Figure 2 : Exemple de seuils (Source : cr-hautadour.com)

On constate généralement une reprise rapide de la végétation sur les zones qui sont exondées suite à l'abaissement du cours d'eau. Le développement de cette végétation contribue à stabiliser efficacement les berges.

#### (2) Cas des buses circulaires

Lorsqu'un ouvrage répond toujours à un usage particulier lié au franchissement du cours d'eau, il est préférable de privilégier des solutions techniques qui sont compatibles avec le respect du lit naturel. Cette problématique est notamment celle des buses circulaires (Figure 3). Le choix du type et de la forme de la buse est à effectuer en fonction de la taille du lit du cours d'eau, des espèces aquatiques ou semi-aquatiques considérées, et du budget.



Figure 3 : Exemple de buse circulaire (Source : parcnaturel.be)

#### (3) Création d'une rivière de contournement

Lorsqu'un seuil ou un ouvrage ne peut être effacé, il est possible de créer un chenal qui courtcircuitera l'obstacle (Figure 4). Ce genre d'aménagement a l'avantage d'être utilisable par toutes les espèces piscicoles étant donné qu'il se rapproche des conditions naturelles du cours d'eau.



Figure 4 : Exemple de rivière de contournement (Source : *GHAAPPE*)

Pour son implantation, l'accès en aval doit se situer au plus proche de l'obstacle, et afin de pallier d'éventuelles variations de niveaux en amont, la sortie de l'aménagement doit être suffisamment profonde pour qu'il soit toujours alimenté en eau. Le principal inconvénient de cet ouvrage est l'emprise foncière que nécessite sa mise en place.

#### b. Ouvrages permettant l'aménagement de l'ouvrage existant (Aigoui, 2008)

Le choix d'aménager un ouvrage existant, compte-tenu des usages en cours, doit être fait en connaissance de cause car cela reste une solution « à minima » pour assurer la continuité écologique. Si l'amélioration s'avère efficace pour la libre circulation piscicole, il ne répond pas de manière optimale à la question du transport solide.

Aménager un obstacle consiste à trouver la technique appropriée par rapport aux dysfonctionnements à corriger. Ces techniques consistent généralement à rehausser la ligne d'eau en aval de l'ouvrage ou à aménager l'intérieur de celui-ci.

#### (1) Mise en place de passes à poisson

Lorsque la hauteur de chute à rattraper est importante, que l'espace nécessaire est faible ou qu'un usage particulier l'impose, la solution la plus adaptée semble être une passe à poissons (Larinier, 1983; Barran, 2012).

#### Passes à bassins

Lorsque l'objectif est de rattraper une hauteur de chute relativement importante, il est possible de diviser le dénivelé total de l'ouvrage par une série de chutes (Figure 5). Cet aménagement permet de former un « escalier hydraulique » accessible quelle que soit la capacité de nage du poisson.

Les chutes sont contrôlées par des cloisons séparant des bassins, qui ont pour rôle de dissiper l'énergie de la chute et d'assurer une zone de repos au poisson. Entre les différents bassins, l'eau peut s'écouler par déversement sur toute la cloison, par écoulement à travers un ou plusieurs orifices noyés, ou par écoulement par une ou plusieurs échancrures ou fentes.

Les principaux paramètres d'une telle passe sont les dimensions des bassins et les caractéristiques géométriques des cloisons. Les volumes et la forme des bassins, les altitudes et les largeurs des déversoirs, fentes, les dimensions des orifices permettent de déterminer le débit, la chute entre bassins ainsi que la configuration des écoulements dans l'ouvrage.

Le passage des poissons sera d'autant plus facile que la chute entre bassins sera faible. Elle ne peut toutefois pas être réduite de manière excessive, sous peine d'un trop grand nombre de bassins. Il y a donc nécessité d'adapter les chutes entre les bassins successifs aux capacités de nage ou de saut des espèces à considérer. Les hauteurs de chute entre bassins vont de 15 à 20 cm pour des ouvrages conçus pour les petites espèces à faibles capacités de nage à une trentaine de cm pour les salmonidés.



Figure 5 : Exemple d'une passe à bassins (Source : valleesdesgaves.com)

Le dimensionnement de ce type de passe est déterminé par les conditions hydrodynamiques. En effet, la difficulté de passage des poissons d'un bassin à l'autre augmente avec le niveau d'agitation de l'eau dans les bassins, caractérisés par la turbulence et l'aération. L'indicateur utilisé pour quantifier ce niveau d'agitation de l'eau est la puissance dissipée volumique.

$$Pv$$
 Puissance dissipée volumique (watts/m²)

 $Pv = \rho g Q \frac{DH}{V}$ 

Avec

 $Pv = \rho g Q \frac{DH}{V}$ 

Avec

La forme des bassins est liée au mode de communication entre les bassins et au tracé de l'ouvrage. Il convient d'éviter les phénomènes de court-circuit (passage direct d'un bassin à l'autre sans dissipation suffisante d'énergie) et les jets heurtant trop violemment les parois, pouvant alors perturber le comportement des poissons.

Il existe principalement trois types de passe à bassins successifs : les passes à échancrures latérales, à fentes verticales, et à seuils déversants. Elles ne seront pas détaillées dans ce rapport.

Sur le même principe, les prébarrages constituent une solution pour résoudre les problèmes de franchissement sur des obstacles de faible hauteur. Ils sont formés de plusieurs murs ou seuils créant, à l'aval de l'obstacle de grands bassins qui fractionnent la chute à franchir.

#### Passes en enrochement

Ce dispositif se veut reproduire de plus ou moins près le fonctionnement des cours d'eau. Ces passes sont des chenaux dans lesquels l'énergie est dissipée et les vitesses réduites par la rugosité du fond et des singularités plus ou moins régulièrement réparties (Figure 6).



Figure 6 : Exemple de passe en enrochement (Source : onema.fr)

Généralement installés sur une partie du barrage ou contre l'une des berges, ces ouvrages sont adaptés aux barrages de faible chute à modérée.

Ces passes sont des ouvrages peu sélectifs permettant d'assurer le passage de la plupart des poissons, à condition que le débit par mètre de largeur (quelques centaines de l/s/m) et leur pente (de 2% à 5%) restent limités. En contrepartie, elles nécessitent une emprise importante limitant le plus souvent, leur installation aux barrages présentant une chute faible à modérée (<2 à 3m).

#### Passes à anguilles

Lors de sa remontée en eau douce, l'anguille se caractérise par une évolution physiologique importante passant progressivement du stade larvaire à adulte. Elle débute sa remontée en cours d'eau par une migration passive (portée par les marées) pour faire place à une migration active (nage) avec une capacité de nage augmentant progressivement avec la taille. La capacité de nage reste cependant faible à

modérée, ce que la jeune anguille compense par des capacités de reptation sur substrats rugueux humides, qu'elle peut utiliser pour contourner des zones trop rapides ou les obstacles de faible hauteur.

Si pour le stade adulte, une adaptation des passes à poissons (réduction de la hauteur de chute entre bassins...) est possible, pour les jeunes stades, il est préférable d'aménager des ouvrages se basant sur la capacité de reptation de l'espèce.

Le choix se fera selon la position de l'obstacle sur l'axe de remontée du poisson, en privilégiant les dispositifs pour jeunes anguilles en aval de cours d'eau.

Les passes à anguillettes sont composées de deux parties (Figure 7).

La rampe de montée, dont la partie inférieure est immergée dans le plan d'eau aval, est revêtue d'un matériau facilitant la progression du poisson. Il est maintenu humide ou faiblement submergé soit par arrosage, soit gravitairement par le plan d'eau amont.

Et la partie amont est configurée pour permettre l'accès au plan d'eau amont avec des vitesses d'écoulement compatibles avec la capacité de nage de l'anguille afin d'éviter tout rejet du poisson à l'aval.

Il est généralement plus facile et généralement moins coûteux d'aménager une passe à anguilles qu'une passe à poissons multi-espèces.



Figure 7 : Exemple de passe à anguilles (Source : sage-grandlieu.fr)

#### (2) Mise en place d'écluses et d'ascenseurs

Ces deux aménagements assurent un franchissement assisté du poisson, que ce soit mécaniquement (ascenseur), ou hydrauliquement (écluse) (Larinier, 1983). Ils sont mis en place sur des barrages présentant un espace réduit et/ou une forte hauteur de chute (> 8-10m).

Une écluse à poissons se compose d'une chambre amont reliée au bassin aval (sas) par une conduite inclinée ou un puits vertical. Les opérations de remplissage et de vidange du sas sont assurées par l'ouverture et la fermeture de vannes positionnées aux extrémités de l'ouvrage.

Le principe de l'écluse piscicole est semblable à celui d'une écluse de navigation. Il se compose de quatre temps, dont la durée de cycle est très variable (1-4h) :

- Attrait : Le poisson est attiré dans le sas par le courant d'alimentation de l'ouvrage
- Remplissage : La vanne aval est fermée et le sas ainsi que la conduite sont remplis jusqu'à l'équilibre avec le niveau amont
- Sortie : Le poisson est incité à sortir du dispositif par le maintien d'un courant traversant l'ouvrage.
- Vidange : Une fois le poisson sorti, l'écluse se vidange progressivement afin de débuter un nouveau cycle par une phase d'attrait.

L'inconvénient majeur de ce dispositif est son fonctionnement discontinu. Il n'est également pas facile d'optimiser le cycle de fonctionnement lorsque plusieurs espèces migratrices sont présentes en aval. Pour ces raisons, les écluses à poissons sont peu utilisées de nos jours en France comme à l'étranger.



Figure 8 : Schéma d'un ascenseur à poissons (Source : EDF)

Le principe de l'ascenseur consiste à piéger le poisson dans une cuve au pied de l'obstacle, puis d'élever cette dernière et de déverser les poissons dans le plan d'eau amont. Le volume de la cuve dépend non seulement de l'espèce mais aussi du nombre de poissons susceptibles d'être présents simultanément.

Le cycle de fonctionnement comporte trois temps :

- Piégeage: Un courant d'attrait est injecté dans la cuve, placée en position basse. Les poissons remontent dans la cage où ils sont piégés par une grille anti-retour.
- Remontée et déversement : La cuve remonte ensuite, puis bascule pour déverser le poisson dans le plan d'eau amont
- **Descente** : Après déversement, la cuve redescend en position de capture.

La durée d'un cycle est fonction de l'espèce considérée et du nombre d'individus susceptibles de se trouver dans la nasse. Il varie également dans l'année selon les périodes de migration.

Ce sont toutefois des dispositifs complexes avec de nombreux organes mécaniques, entraînant des contraintes et des coûts de fonctionnement plus importants que ceux des autres types de passe.

#### (3) Mise en place de passerelles pour les mammifères semiaquatiques

Sur les ouvrages hydrauliques routiers présentant un défaut de franchissement pour les mammifères semi-aquatiques et un risque de collision important, il est possible d'installer une passerelle, comme sur la Figure 9 (équerre supportant des planches en bois ou des dalles en béton), ou une banquette béton (Conseil général - Finistère).



Figure 9 : Exemple de passerelles pour mammifères semi-aquatiques (Source : DREAL Bretagne)

#### c. Dimensionnement des ouvrages

Le dimensionnement des ouvrages nécessite la prise en compte des paramètres hydrauliques du cours d'eau et des capacités de nage des poissons. Ces capacités déterminent en partie leur aptitude à franchir un obstacle. Elles dépendent non seulement de l'espèce, mais aussi et surtout de la taille du poisson et de facteurs abiotiques comme la température (Larinier, 1983; Barran, 2012).

Pour le passage des ouvrages de franchissement, on considère un niveau de nage soutenue, qui peut être maintenu durant plusieurs minutes, voire dizaines de minutes, mais qui engendre rapidement la fatigue du poisson. La durée de l'effort est d'autant plus brève que la vitesse de nage est importante et proche de l'activité de sprint.

Pour cette approche du dimensionnement, nous prendrons pour exemple les critères de dimensionnement des passes à bassins, et des passes en enrochement (Barran, 2012).

Pour les passes à bassins, deux critères sont prépondérants :

• la vitesse qui varie selon la hauteur de chute entre bassins dH (en m), et le type d'écoulement du jet (en surface ou plongeant)

$$V(en m/s) = \sqrt{2 g dH}$$
 Avec g : Accélération de la pesanteur (9,81 m/s<sup>2</sup>)

• les conditions hydrauliques dans les bassins : possibilité de repos, limitation du temps de séjour, pas de zone de piège. La puissance dissipée volumique est un bon indicateur de ce critère.

Le dimensionnement doit ensuite être effectué selon l'espèce cible choisie, en fonction de ces capacités (Tableau 1) :

Tableau 1: Capacités de quatre espèces de poissons, selon les critères de dimensionnement d'une passe à bassins

Poisson	Saumon	Truite fario	Barbeau	Corégone
Hauteur de chute franchissable	40 – 50 cm	25 – 35 cm	20 -30 cm	15 – 25 cm
Puissance dissipée volumique supportée	>200 W/m <sup>3</sup>	180 – 220 W/m <sup>3</sup>	150 – 180 W/m <sup>3</sup>	130 – 150 W/m <sup>3</sup>

En ce qui concerne les passes en enrochement, le nombre et la taille des macro-rugosités dépendent de :

la vitesse, qui varie selon le débit, la pente du radier, et la rugosité du fond

$$V(m/s) = K \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

Avec K: Rugosité du fond (m1/3/s), R: Rayon hydraulique (m), J: pente du radier (m/m)

• la forme des écoulements et des sillages derrière les macro-rugosités

Dans ce cas aussi, le dimensionnement doit tenir compte des capacités des poissons. Les valeurs du tableau 2 sont données pour une concentration de blocs de 10 - 16% de la surface de la passe.

Tableau 2 : Capacités de quatre espèces de poissons, selon les critères de dimensionnement d'une passe en enrochement

Poisson	Saumon	Truite fario	Barbeau	Corégone
Pente du radier franchissable	>7 – 8 %	>5 – 7%	>3 – 5%	<3%
Débit supporté	>500 - 700 l/s/m	300 – 500 l/s/m	150 – 300 l/s/m	100 – 200 l/s/m

Ces deux exemples montrent réellement la nécessité d'identifier l'espèce cible avant le dimensionnement pour pouvoir adapter au mieux l'ouvrage final selon les capacités du poisson.

#### d. Choix de l'ouvrage

Il n'existe pas un type d'ouvrages « miracle » plus efficace qu'une autre (Larinier, 1983). La multiplicité des contraintes et des facteurs (espèces cibles, hydrologie, hydraulique, topographique) fait que chaque situation est différente, et qu'aucune classification ne peut être proposée selon les obstacles ou les espèces.

Les quelques points suivants permettront de donner des exemples de choix de passes à poisson :

- Lorsque l'on a affaire à plusieurs espèces migratrices (saumons, truites de mer, truites, poissons blancs,...), la passe à bassins successifs est généralement la mieux adaptée, puisqu'elle est bien moins sélective que les passes à ralentisseurs. Elle sera dimensionnée sur l'espèce la plus exigeante en termes de chute de bassins, de vitesses, de puissance dissipée volumique ...
- Les passes à ralentisseurs sont relativement sélectives et ne sont adaptées qu'aux espèces possédant des capacités de nage suffisantes en termes de vitesse de nage et d'endurance (grands salmonidés migrateurs, lamproies, grands cyprinidés d'eau vive). Elles ne sont pas adaptées aux poissons de plus de trente centimètres de long. On peut aisément les placer sur des cours d'eau de petite ou moyenne importance sur lesquels le débit disponible n'est que de quelques centaines de litres par seconde. Toutefois, elles perdent de leur intérêt lorsque la hauteur de l'obstacle à franchir devient trop importante, ou dans des cours d'eau transportant des matériaux grossiers.
- Pour les ouvrages de hauteur importante, l'installation d'un ascenseur est généralement plus facile et moins coûteuse que celle d'une passe classique. Cependant, les coûts de maintenance de ces ouvrages sont bien plus élevés. On privilégiera une passe à poisson classique au coût du génie civil plus élevé, mais d'un entretien moins lourd, et au fonctionnement plus fiable.

#### 3. Précautions à prendre lors de l'aménagement

Afin de limiter, dès la conception d'un dispositif de franchissement, la charge d'entretien qui va être nécessaire à son fonctionnement pérenne, plusieurs critères sont à prendre en compte (LOGRAMI, 2013). En effet, le type d'ouvrages, ses dimensions, et son implantation sont des critères qui influent sur la fréquence et la quantité de travail nécessaire à son entretien. Ces caractéristiques doivent de fait être choisies en fonction du site d'implantation (environnement, espèces cibles) et de règles générales.

Les règles suivantes aident à concevoir un ouvrage avec un entretien limité et facilité :

- Eviter de construire des dispositifs trop sophistiqués, avec des mécanismes et grilles, qui sont plus exigeants en termes d'entretien
  - Concevoir des dispositifs larges permet de limiter les problèmes d'encombrement
  - Implanter le dispositif préférentiellement en rive, ou à proximité, pour en faciliter l'accès
- Orienter l'entrée du dispositif latéralement ou à contre-courant, et en dehors des zones d'accumulation des corps flottants ou des sédiments.

Des aménagements accessoires peuvent également être mis en place pour limiter l'entretien du dispositif.

Ainsi, la prise d'eau peut être protégée par des grilles de surface à barreaux verticaux suffisamment écartés pour laisser passer les poissons. Cependant, ce type d'aménagement est sensible au colmatage, et il vaut mieux éviter de le mettre en place si sa configuration peut entraîner la création d'un obstacle sur toute la colonne d'eau. La mise en place la plus adaptée est celle où l'entrée hydraulique de la passe est

positionnée latéralement ou à contre-courant, et où une vanne ou un clapet existe à côté de cette entrée (son ouverture permet d'entraîner les débris flottants qui s'accumulent en amont de la grille).

Il faut tout de même garder à l'esprit que ce type d'équipements de protection demande également une surveillance et un entretien réguliers.

Pour faciliter et sécuriser l'entretien du dispositif, il faut également tenir compte de la question de l'accessibilité à la passe (accessible à pieds pendant la plus large gamme de conditions hydrauliques, accès pour les engins motorisés en cas d'intervention lourde) ainsi qu'à ses différents organes (passerelles, échelles), et prévoir des équipements pour la sécurité du personnel chargé de l'entretien (système d'attache avec des filins, équipement individuel pour s'attacher, équipement de protection individuelle type casque ...).

Par ailleurs, la question de l'accessibilité est également associée à celle de la propriété des parcelles riveraines du dispositif de franchissement. Dans le cas où l'ouvrage et la parcelle à traverser n'appartiennent pas au même propriétaire, il peut être nécessaire de mettre en place un accord pour prévoir un droit de passage.

Pour faciliter les opérations d'entretien, un dispositif de mise hors d'eau peut être prévu. Cela peut consister en une vanne ou une réservation à batardeaux placée au niveau de l'entrée hydraulique de la passe. Ce type de dispositif est indispensable sur des passes à bassins successifs. Une dérivation temporaire des eaux peut également être envisagée. Par ailleurs, dans le cas de passes à poissons qui ne peuvent être vidangée, une pompe peut être utilisée pour vider l'eau restante.

Une mire graduée doit être mise en place dans le plan d'eau amont pour vérifier que la cote de ce dernier, ainsi que le débit alimentant l'ouvrage, inscrits dans le règlement d'eau de l'ouvrage hydraulique sont bien respectés.

Enfin, il est possible d'utiliser un système de télésurveillance, constitué de sondes mesurant le niveau d'eau du plan amont, associé à un système d'alarme pour surveiller l'état et la fonctionnalité du dispositif et éventuellement intervenir à distance.

#### C. Après-étude

#### 1. Maîtrise d'œuvre

Pour le chef de projet, cette mission consiste globalement à suivre le déroulement des travaux par des réunions de chantier régulières pour s'assurer de la bonne exécution des ouvrages.

Sa mission s'axera autour de trois points :

- Les réunions de chantiers
- Le respect du cahier des charges et des règles de l'art en génie civil et en montage.
- La gestion administrative et financière du dossier

Il est souvent préférable que le prestataire qui a élaboré le projet, soit également le maître d'œuvre pour l'exécution et la réception des travaux.

#### 2. Phase travaux

Les travaux d'aménagement des ouvrages peuvent être réalisés en régie par les collectivités ou les associations possédant le personnel technique et le matériel nécessaires ou par des entreprises, généralement de travaux publics (Conseil général - Finistère).

Si une entreprise est appelée pour la réalisation des travaux, il est important de se rappeler que le devis doit prendre en compte :

- Les déplacements de réseau éventuels (EDF, eau, téléphone) qui peuvent augmenter les coûts, ou poser des contraintes supplémentaires pour les travaux. Effectivement, ceux-ci peuvent limiter les possibilités de décaissement latéral ou vertical.
- La fourniture et la pose des aménagements complémentaires si nécessaires (déflecteurs, grilles, aménagements de berges amont ou aval, aménagements paysagers...)
- Le coût des précautions à prendre durant la phase chantier (dispositifs de filtration ou dérivation du cours d'eau pour éviter le départ de sédiment), dispositifs de déviation si interruption de l'écoulement

Lors des travaux, certaines précautions sont à prendre :

- Les dates de réalisations, généralement durant la période d'étiage
- La prévention des pollutions accidentelles (huiles, carburants ...)
- La prévention des conséquences en aval (turbidité...) en tenant compte des usages sensibles qui peuvent exister sur le cours d'eau et en avertissant les structures concernées (prise d'eau potable, baignade, pisciculture ...)
- L'utilisation de matériel lourd dans le lit du cours d'eau, sur des berges humides donc peu stables, sur des réseaux d'eau préexistants dans le cours d'eau ...,
  - La sécurité des personnes,
  - Le devenir des déchets de chantier (prévoir et vérifier leur devenir).

Pour la réalisation de travaux lourds (grosses passes à poissons, aménagements d'obstacles importants, ...), il est important de faire intervenir des bureaux d'études spécialisés pour assurer la conception de l'ouvrage ou de l'aménagement mais aussi la maîtrise d'œuvre qui requiert alors des compétences plus spécifiques.

#### 3. Suivi après restauration

L'étendue du suivi scientifique va de l'échelle locale à l'échelle globale, selon la réponse attendue par le milieu. En fonction du compartiment considéré, la fréquence du suivi doit être adaptée (ONEMA, 2012):

- Hydromorphologie du cours d'eau : un premier suivi est réalisé juste après les interventions (année n), le second est programmé trois ans après la fin des travaux (n + 3). Le troisième est calé ente n+3 et n+6 lors d'une crue morphogène, soit le débit entraînant le plein remplissage du lit mineur, correspondant à des crues de période de retour de 1 à 3 ans. Si une telle crue ne se produit pas durant ce laps de temps, le suivi est automatiquement planifié en n+6.
- Biologie : Le premier suivi n'est réalisé qu'en année n+3, afin de laisser du temps aux cycles biologiques de se réadapter. Il est réitéré sur trois années (n+3, n+4, et n+5), pour avoir une image fiable de l'impact de l'aménagement réalisé, et pouvoir décrire au mieux la trajectoire d'évolution écologique. Un suivi biologique peut également être calé après la crue morphogène après n+5.
  - Physico-chimie : les années de suivi sont identiques à celles de la biologie.

Afin d'évaluer les effets du projet d'aménagement, il est nécessaire d'identifier les paramètres du milieu à suivre. Ceux-ci sont définis selon les pressions identifiées lors des études préliminaires, et selon les modifications supposées du projet sur le milieu. L'Annexe 3 détaille les paramètres pouvant être suivis selon le type de pression identifié et d'altérations hydromorphologiques associées.

L'Annexe 4 présente les stratégies d'échantillonnages selon 4 cas de figures. Elles permettent d'évaluer les effets sur l'hydromorphologie, la biologie et la physico-chimie. Pour chaque cas de figure, une stratégie de suivi scientifique minimal et amélioré est présentée.

Les annexes 5 à 7 définissent les méthodes de mesures ou de prélèvement pour les différents paramètres de suivi suivant trois échelles d'investigation : suivi stationnel, suivi sur l'ensemble du linéaire restauré, et en dehors du linéaire restauré.

La bancarisation des données collectées se fera à terme sous Naïades, banque nationale des données des eaux de surface continentales, mise à disposition pour la saisie des données de suivi depuis 2013.

Enfin, des prises de photos datées du linéaire restauré sont à réaliser avant, pendant, et après restauration depuis des positions géoréférencées et stables dans le temps, suivant un même angle.

#### Conclusion

Après des années de restructuration et destruction des cours d'eau naturels, entraînant une perte de biodiversité inquiétante, l'Europe a pris les choses en main en mettant en place la Directive Cadre sur l'Eau en 2000. De nombreuses décisions et applications à l'échelle française ont suivi, que ce soit au niveau national ou régional. Obligations, interdictions et aides financières sont autant d'outils qui ont été instaurés pour atteindre l'objectif de bon état écologique des cours d'eau en 2015. Allant de l'installation de zones de passage pour les poissons à la suppression d'infrastructures, les aménagements possibles sont aussi variés que les espèces et ouvrages en place (DREAL Limousin, 2014).

Bien que le concept de restauration de la continuité écologique ait tout son sens, il existe quelques points noirs dans la pratique, notamment dus à de mauvaises conceptions d'ouvrage ou à un manque de technologie (Prefecture de la Mayenne, 2010).

Dans le premier cas par exemple, la mise en place d'une passe à poisson doit être réfléchie : la lame d'eau à l'arrivée sera-t-elle suffisante pour que l'aménagement soit efficace, ou simplement, sera-t-il vraiment utile de donner la possibilité aux poissons de traverser un ouvrage si rien ne les attend de l'autre côté. Dans le deuxième cas, l'exemple de la continuité sédimentaire peut être cité : la loi prévoit de rétablir le passage des sédiments bloqués par les ouvrages, mais cette demande dépasse les connaissances dans le domaine, car la seule solution existant à l'heure actuelle est d'établir un programme de gestion, prévoyant l'ouverture de vannes de temps en temps pour laisser passer les sédiments. La restauration de la continuité écologique s'avère donc être un processus améliorable.

Les inondations ayant eu lieu dans l'Hérault en fin septembre 2014 illustrent, de plus, une faille de ces aménagements de restauration. Lors de la montée des eaux, la violence des courants a arraché une passe à poisson qui avait été installée, montrant un problème de solidité des édifices. Pour éviter ce genre de situation, des paramètres comme le climat des régions pourrait être pris en compte dans la conception des ouvrages.

#### Bibliographie

- Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse. (2013). *Aides et Redevances Le programme d'action 2013-2018*. Consulté le Septembre 2014, sur Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse: http://www.eaurmc.fr/aides-et-redevances/le-programme-daction-2013-2018.html
- Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée et Corse. (2012). La maitrise d'oeuvre publique, en propriété privée, à des fins de rétablissement de la continuité écologique longitudinale. Agence de l'eau Rhône-Mediterranée Corse.
- Aigoui, D. (2008). *Guide passes à poissons*. Voies Navigables de France et Centre d'Etudes Techniques Maritimes et Fluviales (CETMEF).
- Barran, P. (2012, Mai 30). Principes de dimensionnement des ouvrages de franchissement sur les ouvrages à la navigation.

  Récupéré sur ONEMA: http://www.rencontre-voiesnavigables.oieau.fr/pdf/presentations/Dimensionnement%20ouvrages\_BARAN.pdf
- Conseil général Finistère. (s.d.). *Guide de mise en œuvre de la continuité écologique sur les cours d'eau*. Consulté en Septembre 2014, sur Gesteau: http://www.gesteau.eaufrance.fr/sites/default/files/CGFI001%20guide%20cours%20d\_%27eau %20brochure.pdf
- DREAL Limousin. (2014, Janvier 8). *Continuité écologique*. Récupéré sur DREAL Limousin: http://www.limousin.developpement-durable.gouv.fr/continuite-ecologique-a1455.html
- Eau France. (2014, Mai 07). Référentiel des Obstacles à l'Ecoulement. Consulté en Septembre 2014, sur Eaufrance Le service public d'information sur l'eau: http://carmen.carmencarto.fr/66/ka\_roe\_current\_metropole.map
- Eau France. (s.d.). La directive cadre sur l'eau. Consulté en Septembre 2014, sur Eaufrance Le service public d'information sur l'eau: http://www.eaufrance.fr/comprendre/la-politique-publique-de-l-eau/la-directive-cadre-sur-l-eau
- Eau France. (s.d.). *La loi sur l'eau et les milieux aquatiques.* Consulté en Septembre 2014, sur Eaufrance Le service public d'information sur l'eau: http://www.eaufrance.fr/comprendre/la-politique-publique-de-l-eau/la-loi-sur-l-eau-et-les-milieux
- Gouvernement français. (2014). *Code de l'environnement*. Consulté en Septembre 2014, sur Legifrance: http://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?cidTexte=LEGITEXT000006074220
- Larinier. (1983). Guide pour la conception des dispositifs de franchissement des barrages pour les poissons migrateurs.

  Consulté en Septembre 2014, sur Knowledge and management of aquatic ecosystems: http://www.kmae-journal.org/articles/kmae/pdf/1983/04/kmae1983NS01.pdf
- LOGRAMI. (2013). Guide de gestion et d'entretien des dispositifs de franchissement des ouvrages pour les poissons.

  Consulté en Septembre 2014, sur Migrateurs Loire: http://www.migrateurs-loire.fr/IMG/pdf/logrami\_-\_guide\_d\_entretien\_des\_dispositifs\_de\_franchissement.pdf
- Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie. (2012). Plans nationaux d'actions en faveur des espèces menacées Objectifs et exemples d'actions.
- Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie. (2014, Janvier). La Trame verte et bleue. Récupéré sur Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie: http://www.developpement-durable.gouv.fr/-La-Trame-verte-et-bleue,1034-.html
- ONEMA. (2010, Septembre). *Pourquoi rétablir la continuité écologique des cours d'eau ?* Consulté le Septembre 2014, sur ONEMA: http://www.onema.fr/IMG/pdf/continuite\_cours-deau.pdf

- ONEMA. (2014, 04 24). Effacement du plan d'eau de Coupeau sur le Vicoin et réaménagement du lit mineur . Récupéré sur Les zones humides: http://www.zones-humides.eaufrance.fr/?q=node/238
- ONEMA. (s.d.). Les poissons migrateurs amphibalins et la restauration des cours d'eau. Récupéré sur ONEMA: http://www.onema.fr/POISSONS-MIGRATEURS-Gestion-locale
- ONEMA. (s.d.). *Plan national pour la restauration de la continuité écologique des cours d'eau*. Consulté le Septembre 2014, sur ONEMA: http://www.onema.fr/Plan-national-pour-la-restauration
- ONEMA. (s.d.). Restauration de l'hydromorphologie et de la continuité des cours d'eau. Consulté le Septembre 2014, sur ONEMA: http://www.onema.fr/RESTAURATION-Possibilites-de-financement
- Prefecture de la Mayenne. (2010). Améliorer la continuité écologique de nos cours d'eau Une nécessité pour atteindre le bon état écologique.
- Syndicat mixte du parc naturel régional du Morvan. (2012). LIFE Continuité écologique, gestion de bassinsversants. Récupéré sur Syndicat mixte du parc naturel régional du Morvan: http://www.lifecontinuite-ecologique.eu/index.php?option=com\_content&view=article&id=48&Itemid=152
- Système d'Information sur l'Eau Rhône Méditerranée. (s.d.). *Plan de gestion PLAGEPOMI 2010 2014*. Récupéré sur L'eau dans le bassin Rhône-Méditerranée: http://www.rhone-mediterranee.eaufrance.fr/gestion/migrateurs/plan-gestion-2010-2014.php
- WWF. (2014). Rapport Planète Vivante 2014.

#### Annexes

ANNEXE 1: OBLIGATIONS RELATIVES A LA CONTINUITE ECOLOGIQUE SUR LES OUVRAGES	
Annexe 2: La police de l'eau et ses missions	1
ANNEXE 3:ALTERATIONS HYDROMORPHOLOGIQUES ET ALTERATIONS MORPHO-ECOLOGIQUES, ET PARAMETRES A SUIVRE	
Annexe 4 : Strategie d'echantillonnage pour le suivi des ouvrages	\
Annexe 5: Methodes de mesures et de prelevements pour le suivi scientifique minimal a la station	V
Annexe 6 : Methodes de mesures et de prelevements pour le suivi scientifique minimal sur l'ensemble du lineaire	
REALISE	V
Annexe 7 : Methodes de mesures et de prelevements pour le suivi scientifique minimal sur sites	. VI

Annexe 1: Obligations relatives à la continuité écologique sur les ouvrages

liste	Niveau de référence	Niveau d'appropriation	Obligation sur ouvrages existants	Portée
Ouvrages prioritaires Anguille	Européen : Règlement Anguille	National : Plan de gestion Anguille	Recensement de 1500 ouvrages dans un but d'effacement ou d'aménagement d'ici 2015 (73 ouvrages Anguilles sur le Bassin)	Prise en compte par les Services de l'Etat = volonté de priorisation des interventions
Ouvrages prioritaires Alose	Bassin : Plan de gestion des poissons migrateurs	Bassin	Travaux d'ici 2014	Prise en compte par les <b>Services de</b> l' <b>Etat</b> = volonté de priorisation des interventions
Ouvrages Grenelle	National : Plan National pour la restauration écologique des cours d'eaux	listes d'espèces migratrices arrêtées par Bassin	783 ouvrages sur le bassin RMC  répartis en :  Lot 1:  Travaux à engager avant fin 2012  Lot 2:  Etudes techniques et socio-économiques achevées fin 2012	Prise en compte par les <b>Services de</b> l <b>'Etat</b> = volonté de priorisation des interventions
		Classement des cour	s d'eau	1
Pour les espèces migratrices	National : Article 432-6 du code de l'environnement	Arrêté d'espèces migratrices réalisé par Bassin ou sous <b>Bassin</b>	Mise en conformité des ouvrages existant dans un délai de 5ans à compter de la publication de la liste d'espèces migratrice	Obligation pour le <b>propriétaire</b> de l'ouvrage
Ouvrages hydrauliques	National (article 2 de la loi de 1929)	National : liste de cours d'eau par décret en Conseil d'Etat	Interdiction de nouvelle autorisation d'ouvrages hydrauliques sur ces cours d'eau	Interdiction
Nouveau classement des cours d'eau	National (article L214- 17 du code de l'environnement)	Listes des cours d'eau par arrêté du préfet de Bassin	Liste 1= interdiction de nouvel ouvrage  Liste 2= mise en conformité de l'ouvrage dans les 5ans suivant la publication de la liste	Obligation pour le propriétaire de l'ouvrage
		Régimes d'autoris	ation	
Demande d'autorisation	National (L214-3 du Code de l'env.)	Ouvrage par ouvrage	Arrêté d'autorisation peut fixer des prescriptions nécessaires aux intérêts mentionnés à l'article L211-1 du Code de l'Env. et donc à la continuité écologique	Obligation pour propriétaire de l'ouvrage
Prescriptions complémentaires	National (R214-17 du Code de l'env.)	Ouvrage par ouvrage	Pour assurer le respect des intérêts de l'article 211-1, dont la continuité écologique	Obligation pour le propriétaire de l'ouvrage
Cessation d'activité	National (L214-3-1 du code de l'env.)	Ouvrage par ouvrage	Obligation de remise en état du site pour assurer le respect de la continuité écologique	Obligation du <b>propriétaire</b> de l'ouvrage

(Source : « La maîtrise d'ouvrage publique, en propriété privée à des fins de rétablissement de la continuité écologique longitudinale, Agence de l'Eau RMC, Direction des Interventions et Actions de Bassin, Unité Ressource en Eau et Pollution Diffuse, Juillet 2012)

#### Annexe 2: La police de l'eau et ses missions

En France, la police de l'eau est assurée par trois polices spécialisées :

- La police de l'eau et des milieux aquatiques instruit les demandes d'autorisation de prélèvements conformément à l'article 10 de la loi sur l'eau, veille à la déclaration et au comptage des prélèvements, fixe les objectifs de réduction des flux polluants, contrôle le respect de ces autorisations, veille au libre écoulement des eaux et poursuit les infractions.
- La police de la pêche assurée en partie par les gardes pêche du conseil supérieur de la pêche veille au respect de la réglementation de la pêche en eau douce, à la protection du milieu aquatique, à la gestion des ressources piscicoles, constate les infractions et dresse les procès-verbaux.
- La police des installations classées veille à l'application de la législation du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement. Par des visites d'inspection et par des contrôles, elle constate les infractions, propose les sanctions administratives au préfet et les suites pénales au Procureur de la République.

Chacune de ces polices spécialisées a deux fonctions :

- La police administrative instruit, suit et révise les dossiers de déclaration et d'autorisation. La loi sur l'eau soumet à autorisation ou à déclaration « les installations, ouvrages, travaux et activités réalisés à des fins non domestiques par toute personne physique ou morale, publique ou privée et entraînant des prélèvements sur les eaux superficielles ou souterraines, restitués ou non, une modification du niveau ou du mode d'écoulement des eaux ou des déversements, écoulements, rejets ou dépôts directs ou indirects, chroniques ou épisodiques, même non polluants ». La police administrative s'occupe également de contrôles sur le terrain.
- La police judiciaire contrôle le respect de la réglementation. Elle est exercée sous l'autorité du procureur de la République. En cas d'infractions, des procès-verbaux sont dressés. Les sanctions peuvent être administratives (obligation de réaliser des travaux, mise aux normes d'une installation...) ou pénales (amende, voire emprisonnement) pour les cas les plus graves relevant d'un tribunal.

Source : Eau France. (s.d.). Réglementer - Au niveau local. Consulté le Septembre 2014, sur Eaufrance - Le service public d'information sur l'eau: http://www.eaufrance.fr/agir-et-participer/reglementer/auniveau-local-la-police-de-l-eau

Annexe 3: Altérations hydromorphologiques et altérations morpho-écologiques, et paramètres à suivre

Pression	Altérations hydromorphologiques	Altérations morpho-écologiques	Paramètres à suivre	Compartiment altéré
Barrages hydroélectriques ou d'irrigation	Modification des caractéristiques hydrodynamiques (crues et/ou étiages)	Modification des paramètres d'habitats	Quantité et dynamique du débit liquide	Hydrologie
Recalibrage, rectification, seuils, extractions	Homogénéisation des faciès	Homogénéisation des habitats aquatiques	Variation de la largeur et de la profondeur, faciès d'écoulement	
Recalibrage Elargissement du lit mineur		Profondeurs limitantes en étiage	Variation de la largeur et de la profondeur	Lit mineur
Recalibrage, rescindement, endiguement étroit	Incision du lit mineur	Vitesses limitantes en crue	Variation de la largeur et de la profondeur	
Recalibrage, amont seuil	Surcharge en MES et/ou ralentissement de l'écoulement favorisant le dépôt des fines	Colmatage des substrats grossiers	Structure et substrat du lit, colmatage de surface, colmatage profond	
Protection berges, modifications du régime de crues	Blocage des processus d'érosion latérale	Perte de capacité de recharge alluviale grossière et perte des processus de rajeunissement des milieux	Structure et substrat du lit linéaire de berge stabilisé, taux d'érosion	Substrat alluvial
Seuil, barrage, extractions, modifications du régime des crues	Perturbation fourniture et/ou transit de la charge de fond	Perte de charge alluviale grossière et des habitats associés	Transport des sédiments, granulométrie	
Protection berges	Modifications de la structure des berges	Appauvrissement de la qualité écologique des rives (disparition de l'écotone de rive)	Structure de la rive, linéaire de berges stabilisé	Rives
Suppression ripisylve + tous travaux se traduisant par une incision du lit mineur Disparition ripisylve		Perte des habitats aquatiques liés à la ripisylve (racines)	Structure de la rive et épaisseur de la ripisylve	Rives
Recalibrage, rescindement, endiguement, extractions	Incision du lit mineur	Perte de fréquence et de durée de submersion du lit majeur et des annexes hydrauliques	Fréquence et durée de connexion et submersion	Lit majeur + annexes
Recalibrage, rescindement, endiguement, extractions	Incision du lit mineur	Modification des relations nappe rivière (le cours d'eau draine la nappe en permanence)	Connexion aux masses d'eau souterraines, niveau de la nappe	None
Déplacement	Talweg perché	Modification des relations nappe rivière (le cours d'eau draine la nappe en permanence : perte de capacité d'accueil)	Connexion aux masses d'eau souterraines, débit du cours d'eau	Nappe
Deselikus as assumentias de inches		Réchauffement de l'eau et atteinte de conditions létales pour les biocénoses	Température	
Recalibrage, suppression ripisylve	Elargissement du lit mineur	Réchauffement de l'eau et aggravation des effets de l'eutrophisation	Oxygène	Dhuaisa ahimia
Tous les travaux se traduisant par perte de faciès Homogénéisation des faciès et/ou perte de substrat et/ou de substrat alluvial alluvial		Réduction des capacité auto-épuratoire	-	Physico-chimie
Tous les travaux se traduisant par une disparition de la ripisylve  Disparition ripisylve		Perte des fonctions auto-épuratrices liées à la ripisylve et réchauffement	Température	

(Source : « Aide à la définition d'une étude de suivi – Recommandations pour des opérations de restauration de l'hydromorphologie des cours d'eau », ONEMA, Agence de l'eau, Septembre 2012)

Annexe 4 : Stratégie d'échantillonnage pour le suivi des ouvrages

Type d'intervention	Echelle d'intervention et réponse probable	Suivi scientifique minimal	Suivi scientifique amélioré
		1 ou 2 station(s) dans l'emprise de la retenue (HM + Bio avec état initial + PC)	Quelques paramètres en plus sur l'ensemble du linéaire restauré (ex : substrat alluvial)
Cas n°1 : Effacement d'un seuil ou d'un barrage sur un cours d'eau sur lequel il en existe d'autres	Traitement d'obstacles échelle locale (réponse dans la zone dénoyée)	Faciès d'écoulement sur l'ensemble du linéaire restauré	N sites en amont sur le réseau hydrographique (HM + Bio)
·		Si déficit sédimentaire identifié : 1 station en aval (HM+ Bio + PC) ou N sites (HM+ Bio)	N sites aval pour suivre le transit sédimentaire (HM+ Bio)
		1 ou 2 station(s) dans l'emprise de certaines retenues jugées les plus représentatives (HM+ Bio avec état initial + PC)	1 station dans l'emprise de N retenues supplémentaires (HM + Bio avec état initial + PC)
Cas n°2 : Suppression de plusieurs seuils ou barrages, ou un seul ouvrage bloquant tout ou la plus grande partie du réseau	Traitement d'obstacles échelle globale	N sites en amont sur le réseau hydrographique (Bio + HM)	Quelques paramètres en plus sur l'ensemble du linéaire restauré (ex : substrat alluvial)
hydrographique		Si déficit sédimentaire identifié : 1 station en aval de l'ouvrage le plus en aval (HM + Bio + PC) et/ou N sites en aval (HM + Bio)	Si déficit sédimentaire identifié : 1 station en aval de N ouvrages supplémentaires (HM + Bio + PC)
		Faciès d'écoulement sur l'ensemble du linéaire restauré	Si pas déficit sédimentaire, N sites en aval pour suivre le transit sédimentaires (HM + Bio)
Cas n°3 : Restauration "linéaire" sur une longueur inférieure à		1 ou 2 station(s) représentative(s) du linéaire restauré (HM + Bio + PC)	Quelques paramètres en plus sur l'ensemble du linéaire restauré (ex : substrat alluvial)
100 fois la largeur moyenne naturelle du lit pleins bords alors que l'ensemble du tronçon est altéré		Paramètres sur l'ensemble du linéaire restauré (faciès, berges, nappes, annexes)	1 Station témoin (HM+ Bio + PC)
hydromorphologiquement			1 station de référence (HM + Bio + PC)
	<u> </u>	1 ou 2 station(s) représentatives du linéaire restaurédans chaque tronçon ou sous-tronçon hydromorphologique restauré (HM + Bio + PC)	Quelques paramètres en plus sur l'ensemble du linéaire restauré (ex : substrat alluvial, ripisylve)
Cas n°4: Restauration "linéaire" sur une longueur supérieur à 100 fois la largeur moyenne naturelle du lit à pleins bords		Paramètres sur l'ensemble du linéaire restauré (faciès, berges, nappes, annexes)	1 station témoin par tronçon ou sous-tronçon hydromorphologique
		N sites (HM + Bio)	1 station de référence par tronçon ou sous-tronçon hydromorphologique

HM : Suivi hydromorphologique, Bio : Suivi biologique, PC : Suivi physico-chimique

Station témoin : Station altérée non restaurée dans le même tronçon

Station de référence : Stations présentant pas ou peu de pressions et d'altérations, et doit être localisée dans le même tronçon hydromorphologique et ne pas être influencée par les travaux de restauration

(Source : « Aide à la définition d'une étude de suivi — Recommandations pour des opérations de restauration de l'hydromorphologie des cours d'eau », ONEMA, Agence de l'eau, Septembre 2012)

Annexe 5 : Méthodes de mesures et de prélèvements pour le suivi scientifique minimal à la station

	Biologie	Hydromorphologie	Physico-Chimie
gueur 14	Invertébrés : Protocole DCE réseau de surveillance, IBGN	Protocole CARHYCE : mesure de Largeur pleins bords et mouillée, profondeur, pente ligne d'eau, faciès d'écoulement, débit plein bord, substat sur radier, sur transect et substrat additionnel, colmatage profond, ripisylve, berge	Température : méthode basée sur le protocole du réseau thermie de l'ONEMA. Mesure journalière avec de petits enregistreurs immergeables
le : station de longue rrgeur plein bord	Poissons : Pêche au moins 2 passages complets sans remis à l'eau (Carl et Strube, 1978) ou pêche stratifiée par points ou par ambiance en milieux non entièrement prospectables à pied, effectué de préférence en automne	Substrat : Colmatage du substrat grossier de surface, protocole Archambaud	O <sub>2</sub> dissous et taux de saturation : mesure de l'O <sub>2</sub> dissous sur cycles de 24h. En milieu avec excès de nutriments, mesure de : DBO5, DCO, NKJ, NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , P total, COD, MEST, turbidité hors épisode de crue
Echelle stationnelle : fois la large	Poissons : Biométrie (taille et poids)	Ripisylve : Mesure du linéaire et épaisseur sur chaque berge de la station, détermination des essences à partir du terrain ou de photos aériennes à basse altitude	Conductivité, pH
Echelle st			Débits : Station permanente du réseau de suivi hydrométrique ou/et équipements des stations suivies + Débits de crues

(Source : « Aide à la définition d'une étude de suivi – Recommandations pour des opérations de restauration de l'hydromorphologie des cours d'eau », ONEMA, Agence de l'eau, Septembre 2012)

Annexe 6 : Méthodes de mesures et de prélèvements pour le suivi scientifique minimal sur l'ensemble du linéaire réalisé

	Hydromorphologie
éaire	Faciès d'écoulement : Cartographie de la succession des longueurs des faciès sur l'ensemble du linéaire restauré, à pieds ou en bateau avec topofil ou GPS, photointerprétation de la Bdortho
du lin	Berges : mesure au topofil ou au GPS du linéaire stabilisé par des protections
emble tauré	<b>Berges</b> : Mesure du taux d'érosion in situ par mesure topographique ou par photos aériennes IGN à pas de temps de 5 ans par exemple
Echelle de l'ensemble du linéaire restauré	Connexions annexes hydrauliques et lit majeur : Observations de terrain de la fréquence et durée de submersion du lit majeur
	Connexion nappe et cours d'eau, pour les cours d'eau incisés : Mesures des cotes en lit mineur et dans les piézomètres pour diverses gammes de débit
	Connexion nappe et cours d'eau, pour les cours d'eau déplacés en limite de leur lit majeur : Jaugeages en amont de la zone qui a été déplacée et dans la zone déplacée

(Source : « Aide à la définition d'une étude de suivi – Recommandations pour des opérations de restauration de l'hydromorphologie des cours d'eau », ONEMA, Agence de l'eau, Septembre 2012)

Annexe 7 : Méthodes de mesures et de prélèvements pour le suivi scientifique minimal sur sites

	Biologie	Hydromorphologie
Echelle étendue sur site : Site de longueur 6 fois la largeur pleins bords	Poissons: Mesure de la recolonisation du réseau hydrographique, méthode à adapter selon le groupe d'espèce concerné, par exemple pour les rhéophiles par pêche sur radier telle que celles pratiquées dans les indices d'abondance visant les juvéniles de saumon, pêche par ambiance bien réparties pour autres espèces, ou dénombrement des habitats de reproduction potentiels et occupés	Faciès: Mesure des longueurs des différents faciès d'écoulement au topofil ou GPS, Indicateur de suivi : Proportion des faciès d'écoulement répartis parmi les 11 types de faciès et 4 mégatypes dans chaque site de mesure
	Invertébrés : mesure de la recolonisation du réseau hydrographique, méthode à adapter selon le groupe d'espèce concerné, par exemple par balayage rapide sur radier méthode "kick sampling"	Géométrie du lit : Mesure de 2 profils en travers très simplifiés permettant d'obtenir des valeurs de largeur et profondeur à pleins bords, de préférence au droit de faciès de type plat courant ou radier, si possible au niveau de points d'inflexion entre 2 sinuosités ou dans des portions rectilignes (portions du cours d'eau où le profil en travers est généralement symétrique)
		Substrat: Mesure de la granulométrie de surface dans chaque site sur un radier ou, à défaut, sur le faciès le plus lotique, en notant le type de faciès selon le protocole Wolman. Indicateur de suivi: Granulométrie la plus grossière et localisation/nombre de frayères potentiels

(Source : « Aide à la définition d'une étude de suivi – Recommandations pour des opérations de restauration de l'hydromorphologie des cours d'eau », ONEMA, Agence de l'eau, Septembre 2012