



**HAL**  
open science

# Mise en place et appui au pilotage du projet “ continuité piscicole et sédimentaire ” : mise en conformité des ouvrages de l’UP Alpes pour 2018

Sabine Guilhot

## ► To cite this version:

Sabine Guilhot. Mise en place et appui au pilotage du projet “ continuité piscicole et sédimentaire ” : mise en conformité des ouvrages de l’UP Alpes pour 2018. Ingénierie de l’environnement. 2014. dumas-03533869

**HAL Id: dumas-03533869**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03533869v1>**

Submitted on 19 Jan 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Mise en place et appui au pilotage du projet « continuité piscicole et sédimentaire »

Mise en conformité des ouvrages de l'UP Alpes pour 2018



Mémoire de fin d'études présenté pour  
l'obtention du diplôme d'Ingénieur de l'ENGEES



## Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont apporté leur soutien durant ce stage.

Un grand merci au Directeur de La Branche Eau Titres Environnement, Christian Lallement, pour la confiance qu'il m'a accordée.

Je tiens tout particulièrement à remercier Philippe Bessy, mon maître de stage, pour son aide, sa patience, son écoute et son envie de partager. Je suis très reconnaissante du temps consacré afin de répondre à mes questions, et me faire visiter des ouvrages.

Et aussi merci à tous les membres de la branche, pour leur accueil chaleureux, leur aide et leur bonne humeur.

Je souhaite une bonne continuation à tous les membres de l'équipe, un bon courage à Philippe pour le pilotage du projet classement, et une bonne retraite à certains !



## Résumé

Le stage a pour objectif la mise en place d'une organisation au sein de l'Unité de Production Alpes d'EDF pour répondre au projet national « continuité écologique ». La Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques du 30 décembre 2006 modifie le Code de l'environnement, et classe les cours d'eau en deux listes (article L214-17). Ces classements doivent permettre de rétablir la migration piscicole (montaison et dévalaison), et un transfert suffisant des sédiments de l'amont vers l'aval. Sur les cours d'eau classés en liste 1 aucun nouvel ouvrage ne peut être construit, et les obstacles existants doivent être mis en conformité lors du renouvellement de concession et d'autorisation. Sur les cours d'eau classés en liste 2, la mise en conformité piscicole et sédimentaire des ouvrages existants doit être réalisée dans un délai de 5 ans à compter de la publication des listes sur les arrêtés. Ces listes abrogent les anciens classements des rivières en « rivières réservées » au titre de l'article 2 de la loi de 1919, et les rivières « à échelles à poissons » de la loi Pêche de 1984. Les arrêtés sont parus le 19 Juillet 2013. Pour EDF, une trentaine d'obstacles à la continuité est recensée sur le territoire de l'Unité de Production Alpes. Le lancement de ce projet nécessite une organisation efficace entre les membres de la maîtrise d'ouvrage, ainsi qu'une bonne coordination avec les représentants du projet national et les services de l'Etat. C'est dans le cadre de cette organisation que le stage est effectué, afin de permettre à EDF de mettre en conformité réglementaire les ouvrages hydrauliques dont il est propriétaire et/ou gestionnaire. Les objectifs sont donc de bien assurer le lancement du projet, en effectuant un état des lieux exhaustif des ouvrages concernés. S'en suit la mise en place de méthodologies afin de déterminer les effets des ouvrages sur la migration piscicole et sédimentaire. Les actions à effectuer sur les ouvrages afin de les mettre en conformité sont définies (diagnostics, études, réalisations, contrôles), et un chiffrage budgétaire des études et des travaux à réaliser est effectué. Des outils permettant de suivre l'avancée du projet sont créés. L'organisation du rôle des acteurs entre eux est aussi définie.

## Abstract

The following report deals with the management of the “ecological continuity” project within the Regional Hydro Operation Unit of Northern Alps. The December 2006 law on water and aquatic environments rectifies the Environmental Code and classifies the streams into two groups (article L214-17). The purpose of these classifications is to enable fish migration (upstream and downstream migrations) and a sufficient transfer of sediment from upstream to downstream. No new hydraulic structure can be built on streams which are classified into group 1 and the existent structures must be in line with the continuity when the concession or the authorization will be renewed. The conformity with the sediment and the fish migration for the streams, which are classified into the group 2 must be achieved within five years after the publication of the groups in the prefectural order. These lists repeal the old classification of the rivers in Article 2 of the 1919 Law, and the Fishing Law of 1984. The publication took place on 19 July 2013. For EDF, around thirty obstacles to the ecological continuity are identified over the Regional Hydro Operation Unit of Northern Alps’ territory. The beginning of the project requires an efficient organization between the members of the project manager group and an adequate coordination with the national project’s representatives and the stakeholders in the water area. It is in this context that the internship is realized, to allow EDF to bring the hydraulics structures into line with the regulation. The objectives of this internship are to ensure the project launch, by making a review of the different hydraulic structures. Methodologies are created to determine the effects of the structures on the ecological continuity. The actions are taken to comply with the regulation (diagnostics, studies, work, controls), and a budgetary approach of the studies and the work is estimated. Tools are created to allow the monitoring of the project. The organization of the role of the different actors is defined.

# Sommaire

<b>Liste des tableaux.....</b>	<b>9</b>
<b>Liste des figures.....</b>	<b>10</b>
<b>Liste des abréviations.....</b>	<b>10</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>11</b>
<b>1. Contexte général du projet.....</b>	<b>12</b>
<b>1.1. Présentation de l'organisme d'accueil .....</b>	<b>12</b>
1.1.1. L'UP Alpes.....	12
1.1.2. La BETE .....	13
1.1.3. Les centres associés.....	14
<b>1.2. Le projet « continuité écologique ».....</b>	<b>14</b>
1.2.1. Motivations et mise en place du projet .....	14
1.2.2. L'organisation nationale du projet et sa déclinaison au sein de l'UP Alpes.....	16
1.2.3. Analyse des risques du projet .....	18
<b>1.3. Périmètre du projet .....</b>	<b>19</b>
1.3.1. L'inventaire.....	19
1.3.2. Tronçons de cours d'eau classés et enjeux associés .....	20
1.3.3. Etat des lieux des ouvrages .....	21
<b>2. Programme de travail : diagnostics et études à entreprendre ..</b>	<b>24</b>
<b>2.1. Enjeu lié au transit sédimentaire .....</b>	<b>24</b>
2.1.1. Le transport solide et l'impact des ouvrages sur la continuité sédimentaire .....	24
2.1.2. Pré-diagnostic des ouvrages pour le transport solide, méthodologie .....	26
2.1.3. Application de la méthodologie aux ouvrages.....	30
2.1.4. Les diagnostics à effectuer .....	31
<b>2.2. Enjeu lié à la montaison .....</b>	<b>33</b>
2.2.1. La migration de montaison et l'impact des ouvrages sur la montaison piscicole.....	33
2.2.2. Pré-diagnostic des ouvrages lié pour la montaison, méthodologie .....	35
2.2.3. Application de la méthode aux ouvrages.....	40
2.2.4. Diagnostics et contrôles à effectuer .....	41
<b>2.3. Enjeu lié à la dévalaison .....</b>	<b>42</b>

2.3.1.	La migration de dévalaison et l'impact des ouvrages sur la dévalaison piscicole.....	42
2.3.2.	Pré-diagnostic des ouvrages lié à la dévalaison, méthodologie.....	43
2.3.3.	Application de la méthode aux ouvrages.....	48
2.3.4.	Diagnostics à effectuer.....	49
<b>3.</b>	<b><i>Planning des opérations et ressources associées.....</i></b>	<b>50</b>
<b>3.1.</b>	<b><i>Les études et réalisations envisagées : considération technique.....</i></b>	<b>50</b>
3.1.1.	Le transport solide.....	50
3.1.2.	La montaison.....	50
3.1.3.	La dévalaison.....	55
<b>3.2.</b>	<b><i>Priorisation des ouvrages.....</i></b>	<b>55</b>
3.2.1.	Prise en compte des demandes externes.....	55
3.2.2.	Les opportunités d'actions.....	57
3.2.3.	Echéancier du projet.....	58
<b>3.3.</b>	<b><i>Ressources humaines et budgétaires associées au projet.....</i></b>	<b>58</b>
3.3.1.	Ressources humaines.....	58
3.3.2.	Ressources budgétaires.....	62
3.3.3.	Suivi du projet.....	67
	<b><i>Conclusion.....</i></b>	<b>69</b>
	<b><i>Bibliographie.....</i></b>	<b>70</b>
	<b><i>Annexes.....</i></b>	<b>73</b>

## Liste des annexes

Annexe 1. Carte du territoire de l'UP Alpes .....	73
Annexe 2. Organigramme de la Branche Eau Titre Environnement .....	74
Annexe 3. Organisation du projet national .....	75
Annexe 4. Analyse des risques .....	76
Annexe 5. Ouvrages EDF classés en liste 2 dans le département de la Savoie (73).....	77
Annexe 6. Ouvrages EDF classés en liste 2 dans le département de la Haute-Savoie (74).....	78
Annexe 7. Ouvrages EDF classés en liste 2 dans les départements de l'Isère (38) et de la Drôme (26).....	79
Annexe 8. Schéma explicatif du rôle d'un barrage servant de prise d'eau.....	80
Annexe 9. Description des barrages classés en liste 2 .....	81
Annexe 10. Description des seuils classés en liste 2 .....	82
Annexe 11. Logigramme de la typologie des diagnostics sédimentaires.....	83
Annexe 12. Détail des diagnostics sédimentaires de types 1 et 2 .....	83
Annexe 13. Schéma illustrant l'influence de la configuration d'un obstacle sur sa franchissabilité ....	84
Annexe 14. Détail d'un diagnostic associé à la montaison .....	84
Annexe 15. Description d'une prise d'eau : exemple de Cudray .....	85
Annexe 16. Détail d'un diagnostic associé à la dévalaison .....	86
Annexe 17. Comparaison des différentes solutions d'aménagement pour la montaison.....	87
Annexe 18. Planning par ouvrage et par enjeu des différentes actions du projet .....	88
Annexe 19. Détail des heures d'ingénierie associées aux diagnostics sédimentaire.....	89
Annexe 20. Détail des heures d'ingénierie associées aux diagnostics piscicoles.....	89
Annexe 21. Tableau regroupant les prix selon les ouvrages et les actions, par année.....	90

## Liste des tableaux

Tableau 1. Application de la méthodologie sédimentaire aux seuils.....	30
Tableau 2. Application de la méthodologie sédimentaire aux barrages .....	31
Tableau 3. Capacité de saut des espèces cibles du projet.....	35
Tableau 4. Application de la méthodologie associée à la montaison aux ouvrages.....	40
Tableau 5. Périodes de dévalaison des espèces cibles et concernées.....	42
Tableau 6. Application de la méthodologie associée à la dévalaison aux ouvrages.....	48
Tableau 7. Solutions d'aménagements pour la montaison appliquées aux aménagements.....	54
Tableau 8. Echéances attendues par la DREAL et l'Agence de l'eau.....	56
Tableau 9. Nombre d'heures d'ingénierie à mobiliser pour les diagnostics sédimentaires.....	59
Tableau 10. Nombre d'heures d'ingénierie à mobiliser pour les diagnostics piscicoles.....	59
Tableau 11. Nombre d'heures d'ingénierie à mobiliser pour les études piscicoles.....	61
Tableau 12. Nombre d'heures CIH par année pour les études, diagnostics et contrôles.....	62
Tableau 13. Coûts associés aux diagnostics.....	63
Tableau 14. Coûts associés aux études.....	63
Tableau 15. Coûts des aménagements envisagés pour le franchissement piscicole.....	65
Tableau 16. Coûts des travaux suivant les scénarii envisagés.....	66

## Liste des figures

Figure 1. Balance de Lane (1955) .....	24
Figure 2. Impact théorique d'un ouvrage sur l'interception du transit sédimentaire. ....	25
Figure 3. Logigramme de décision d'un enjeu de l'ouvrage vis-à-vis du transit sédimentaire .....	29
Figure 4. Périodes de migration des adultes d'espèces holobiotiques .....	33
Figure 5. Logigramme de décision d'un enjeu de l'ouvrage vis-à-vis de la montaison.....	39
Figure 6. Logigramme de décision d'un enjeu de l'ouvrage vis-à-vis de la dévalaison.....	48

## Liste des abréviations

EDF : Electricité De France

UP : Unité de Production

GEH : Groupe d'Exploitation Hydraulique

GU : Groupement d'Usine

SRH : Service de Réparation Hydraulique

GMH : Groupe de Maintenance Hydraulique

CCH : Centre de Conduite Hydraulique

EM : Etat-Major

BETE : Branche Eau Titres Environnement

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

CIH : Centre d'Ingénierie Hydraulique

DTG : Division Technique Générale

LEMA : Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

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

DDT : Direction Départementale des Territoires

FDPPMA : Fédération Départementale pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique

EP : Etudes Préliminaires

APS : Avant-Projet Sommaire

APD : Avant-Projet Détaillé

ROE : Référentiel des Obstacles à l'Écoulement

UICN : Union Internationale de Conservation de la Nature

## Introduction

Le stage est effectué dans le pôle environnement de l'Unité de Production (UP) Alpes. Il a pour objectif la mise en place d'une organisation au sein de l'UP pour le lancement et le suivi du projet national « continuité écologique ».

Le projet national « continuité écologique » a pour objectif de rétablir la continuité piscicole et sédimentaire de certains cours d'eau. Pour cela, les rivières sont classées en deux listes, comme le stipule l'article L214-17 du Code de l'environnement, qui a été modifié suite à la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques du 30 décembre 2006. Ces listes abrogent les anciens classements des rivières en « rivières réservées » au titre de l'article 2 de la loi de 1919, et les rivières « à échelles à poissons » de la loi Pêche de 1984. Sur les cours d'eau classés en liste 1, aucun nouvel ouvrage ne peut être construit, et les obstacles existants doivent être mis en conformité lors du renouvellement de concession ou d'autorisation. Les ouvrages se trouvant sur les cours d'eau classés en liste 1 ne seront pas étudiés dans le stage, car ils ont une échéance de mise en conformité relativement lointaine. Sur les cours d'eau classés en liste 2, la mise en conformité des ouvrages existants doit être réalisée dans un délai de 5 ans à compter de la publication des listes sur les arrêtés préfectoraux. Ces derniers sont parus le 19 Juillet 2013 pour les rivières recouvrant le territoire de l'UP Alpes. EDF se doit de mettre en conformité réglementaire les ouvrages hydrauliques dont il est propriétaire et/ou gestionnaire.

Le stage débute lors du lancement du projet au sein de l'UP Alpes. Il a pour objectif la mise en place d'une organisation permettant de définir les ouvrages à traiter, et des outils permettant de suivre l'avancée du projet.

Dans un premier temps, l'inventaire des ouvrages est effectué. Un état des lieux exhaustif des ouvrages ainsi que leur description est fait.

Ensuite, des méthodologies de diagnostics permettant de déterminer quels ouvrages sont déjà conformes pour la continuité écologique, et sur lesquels des actions doivent être entreprises sont réalisées.

Après ce premier tri, les actions à réaliser sur chaque ouvrage sont définies (diagnostics, études, réalisations, contrôles).

Un planning est défini, afin de répartir les différentes actions à effectuer dans le temps.

Grâce au planning précédent, les ressources humaines et budgétaires à mobiliser sont évaluées. Ceci a pour objectif de déterminer la sous-traitance à entreprendre, et à estimer le montant global du projet.

Ces étapes permettent de démarrer le projet et d'anticiper les problèmes. L'organisation au cours du projet des différents acteurs est définie à l'aide de la rédaction de notes d'organisation qui indique le rôle de chacun. Le suivi du projet est anticipé par la création d'outils de suivi.

# 1. Contexte général du projet

## 1.1. Présentation de l'organisme d'accueil

Le stage est effectué au sein de la filière hydraulique d'EDF, qui constitue le premier producteur d'électricité d'origine hydraulique de l'Union européenne, avec plus de 20 000 MW de puissance installée en France métropolitaine à travers 439 sites de productions, allant de quelques kW à plusieurs centaines de MW. 10 % de l'électricité française est produite à partir de l'énergie hydraulique, à l'aide de centrales EDF ou non.. Les centrales hydroélectriques sont gérées par des Unités de production (UP). Il en existe cinq : l'UP Alpes, l'UP Sud-Ouest, l'UP Centre, l'UP Méditerranée et l'UP Est. Chaque unité gère la production associée aux centrales hydroélectriques présentes sur son territoire. En plus de ces 439 centrales, est associé à EDF divers ouvrages tels que des barrages et des prises d'eau. EDF est propriétaire de certains ouvrages, mais la plupart sont des concessions de l'Etat, déléguant à EDF la gestion de la production.

### 1.1.1. L'UP Alpes

L'UP Alpes regroupe 7 700 MW de puissance installée, 121 centrales hydroélectriques, 132 barrages fixes, et 300 prises d'eau (barrages mobiles). Ce patrimoine est géré par l'UP grâce à plusieurs services spécialisés :

**Les trois Groupes d'Exploitation Hydraulique (GEH)** qui exploitent et gèrent l'ensemble des centrales EDF réparties sur le territoire. Ce dernier est ainsi divisé en celui d'Ecrins-Vercors, Savoie-Mont-Blanc et la Vallée de la Maurienne.

Ces groupes sont eux-mêmes composés de plusieurs **Groupement d'Usine (GU)**, affiliés à une centrale hydroélectrique et ses ouvrages associés (prises d'eau, barrages, seuils), constituant le domaine concédé ou la propriété d'EDF.

**Un Service de Réparation Hydraulique (SRH)** au savoir-faire spécialisé dans la réparation des roues et des grosses pièces mécaniques.

**Un Groupe de Maintenance Hydraulique (GMH)** qui assure la maintenance mécanique.

**Un Centre de Conduite Hydraulique (CCH)** qui commande à distance les aménagements les plus importants.

**L'Etat Major (EM)** qui apporte son expertise dans les domaines de la production, de la maintenance, de la sûreté et dans l'environnement. Il coordonne les relations avec les services de l'Etat et les acteurs de l'eau. Ce siège regroupe plusieurs secteurs (Communication, ressources humaines, branche maintien du patrimoine, branche performance production, mission gestion, mission cabinet, mission risques opérations et branche eau titres environnement). Le stage est réalisé au sein de la Branche Eau Titres Environnement (BETE).

Une carte présentant le territoire de l'UP Alpes se trouve en **Annexe 1**.

### 1.1.2. La BETE

La BETE est un service au sein de l'Etat Major, dont les missions principales sont :

- Gérer les concessions, préparer le projet de leur renouvellement.
- Etre l'interlocuteur des partenaires extérieurs : administrations, collectivités, industriels, associations,...
- Organiser la communication avec les différents partenaires
- Piloter la gestion multi-usage de l'eau (hors sûreté) ainsi que la gestion domaniale et foncière
- Piloter les dossiers environnementaux (Certification ISO 14001, Directive Cadre sur l'Eau (DCE), Natura 2000...)
- Instruire les procédures règlementaires (vidanges, chasses, curages,... des barrages).

Les différentes missions sont gérées par plusieurs corps de métiers présents au sein de la BETE, qui travaillent en interaction :

**2 Chefs de projets développement**, qui assurent le pilotage des grands projets de développement au sein du territoire de l'UP Alpes (Centrale de La Coche, réaménagement de la moyenne Romanche,...). Ils appartiennent à la maîtrise d'ouvrage lors de ces projets.

**2 Ingénieurs Environnement**, qui dirigent les relations avec les acteurs environnementaux et les administrations, et gèrent les dossiers de l'environnement. Ils servent aussi de conseillers pour les autres acteurs de la branche. Ils peuvent parfois être des assistants thématiques à des chefs de projet. C'est le cas du projet « continuité écologique » étudié dans mon stage, pour lequel mon encadrant est un pilote thématique au chef de projet, dans le domaine piscicole et des sédiments, de l'UP Alpes. Dans ce cas, il fait aussi partie de la maîtrise d'ouvrage du projet.

**7 Gestionnaires de Vallées**. Le territoire de l'UP est divisé en vallées ; Un gestionnaire est le représentant EDF de sa vallée pour l'externe. Cela comprend le pilotage de la gestion des aménagements, mais aussi le lien avec les associations, les conventions, etc... qui existent entre EDF et les acteurs locaux.

**3 Chefs de projet « mise en concurrence »**, qui s'occupent d'analyser et d'anticiper les procédures législatives en cours sur des vallées particulières, comprenant des aménagements ciblés.

**2 Gestionnaires fonciers**, qui assistent les gestionnaires de Vallées et répondent aux sollicitations externes foncières notamment via les Groupements d'Usines.

**Un directeur**, qui manage l'équipe et représente les chefs de projets pour les décisions nationales.

Un organigramme de la Branche ETE est présenté en **Annexe 2**.

### 1.1.3. Les centres associés

Lors de l'élaboration d'un projet pour lequel l'UP Alpes est le maître d'ouvrage, une maîtrise d'œuvre interne à EDF est sollicitée. Celle-ci regroupe des ingénieurs experts dans plusieurs domaines.

Il existe trois pôles d'ingénierie :

**Le Centre d'Ingénierie Hydraulique (CIH).** Il constitue la maîtrise d'œuvre d'EDF sollicitée directement pour chaque projet et se divise en départements composés d'experts : environnement, contrôle-commande, électromécanique, génie civil, économie, ...

**La Division Technique Générale (DTG),** spécialisée dans la mesure dans des domaines très variés (électrique, mécanique, génie civil, hydrauliques, et la qualité d'eau). Ce pôle agit sur demande du CIH pour effectuer des mesures sur le terrain, afin d'obtenir des données. Il peut aussi être directement sollicité par la maîtrise d'ouvrage lorsque le projet a pour but une amélioration de la connaissance du terrain.

**Le Pôle Recherche et Développement,** qui effectue des recherches dans le but d'approfondir les acquis associés aux ouvrages et à leur environnement, et de palier les incertitudes et inconnues.

## 1.2. Le projet « continuité écologique »

### 1.2.1. Motivations et mise en place du projet

- **Historique du classement**

Afin de protéger les espèces piscicoles, certains cours d'eau faisaient déjà l'objet de classements qui, historiquement, se présentaient sous deux formes :

- « Les rivières réservées » au titre de l'article 2 de la loi de 1919 (loi relative à l'utilisation hydraulique) pour lesquelles l'implantation de nouveaux aménagements hydroélectriques sont interdits.
- Les rivières « à échelles à poissons » de la loi Pêche de 1984, pour lesquelles les ouvrages se trouvant sur ces cours d'eau doivent être équipés de dispositifs de franchissement pour les poissons migrateurs. Cette loi est retranscrite anciennement dans l'article L432-6 du code de l'environnement.

Les modalités et les objectifs des classements ont été entièrement réformés par la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA) du 30 décembre 2006, par le biais de l'article L214-17 du code de l'environnement, notamment pour s'adapter à la DCE du 23 Octobre 2000 qui fixe aux Etats membres un objectif général de non dégradation et d'atteinte du « bon état » des cours d'eau à l'échéance 2015.

Ces nouveaux classements abrogent les anciens, et se déclinent en deux listes :

- Liste 1 : énumère les cours d'eau, tronçons de cours d'eau, ou canaux parmi les réservoirs biologiques, les cours d'eau en très bon état ainsi que ceux nécessitant une protection complète des grands migrateurs amphihalins.

Sur ces cours d'eau, aucun nouvel ouvrage constituant un obstacle à la continuité écologique (piscicole et sédimentaire) ne peut être créé, et les ouvrages existants devront être mis en conformité au moment du renouvellement de concession ou d'autorisation.

- Liste 2 : désigne les cours d'eau, tronçons de cours d'eau, ou canaux dans lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs.

Pour ces cours d'eau, la mise en conformité (piscicole et sédimentaire) des ouvrages existants doit être réalisée dans un délai de 5 ans à compter de la publication des listes sur les arrêtés préfectoraux.

S'en suit une concertation afin de définir les tronçons qui seront inclus dans les deux listes. Cette négociation a lieu en plusieurs étapes, en regroupant EDF et les acteurs externes que sont la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL), les Directions Départementales des Territoires (DDT), l'Office National de l'Eau et des Milieux Aquatiques (ONEMA), les Fédérations Départementales pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (FDPPMA), l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse, et les contrats de rivières. La DREAL est l'autorité concédante des services de l'Etat pour les ouvrages de type concession, et les DDT représentent l'Etat sur les autorisations. L'ONEMA constitue leur appui technique. Lors d'une première parution provisoire des listes, un grand nombre de cours d'eau se trouvaient concernés comme potentiellement classés en liste 2. Pour l'UP Alpes, cela représentait environ 40 ouvrages à mettre en conformité, ce qui paraissait illusoire pour une échéance de 5 ans. Les concertations ont ainsi permis de réduire le champ d'action, en considérant les cours d'eau sur lesquels il y avait un réel enjeu piscicole et/ou sédimentaire, et sur lesquels une solution pouvait être envisagée, en lien avec les ouvrages présents. Lors d'une première phase il était proposé, pour exemple, de classer le tronçon de l'Isère amont sur lequel se trouve le barrage du Chevril, plus communément appelé barrage de Tignes. Cet ouvrage est conséquent, d'une hauteur de 180m, et rétablir la continuité piscicole ne paraît pas réalisable dans l'échéance prévue.

A la suite des concertations, des arrêtés de classement sont publiés par bassins, et font date de départ de l'échéance des 5 ans.

L'arrêté de classement, publié par le préfet coordonnateur de bassin Rhône Méditerranée Corse le 19 Juillet 2013, « liste les cours d'eau, tronçons de cours d'eau et canaux du bassin Rhône-Méditerranée classés en liste 2 au titre du 2° du I de l'article L214-17 du code de l'environnement ». Les ouvrages présents sur ces cours d'eau doivent être mis en conformité d'ici 2018.

- **La continuité écologique**

#### **Libre circulation des poissons migrateurs**

L'obligation d'assurer la circulation des poissons migrateurs imposée par un classement en liste 2 vise aussi bien les espèces amphihalines (accomplissant leur cycle de vie alternativement en eau douce et en eau salée) qu'halobiotiques (accomplissant leur cycle de vie dans un seul milieu, en l'occurrence ici, en eau douce). Le 2° du I de l'article L214-17 du code de l'environnement utilise la notion générale de « poissons migrateurs », sans la limiter aux seuls « grands migrateurs ». Assurer la

circulation de ces poissons s'étend, d'une manière générale, à la montaison et à la dévalaison. La règle est donc d'assurer la circulation dans les deux sens.

### **Continuité écologique et sédiments**

L'article L214-17 du code de l'environnement définit les ouvrages comme étant des obstacles à la continuité écologique s'ils empêchent « le bon déroulement du transport naturel des sédiments ». La définition du législateur ne précise pas l'efficacité attendue.

Le « transport suffisant » peut s'appréhender de différentes façons. (*Malavoi et al, 2011*).

Il peut être perçu par l'approche hydromorphologique qui s'appuie sur un bilan sédimentaire en équilibre, avec un transport sédimentaire égal en amont et en aval de l'ouvrage. Ce bilan doit cependant s'évaluer à long terme (plusieurs années), afin de prendre en compte la variabilité temporelle.

Le transport suffisant des sédiments est essentiel à la reproduction d'une ou plusieurs espèces cibles. De ce fait il s'inscrit dans une perspective écologique. C'est cet aspect qui est pris en considération par la DCE. Le substrat alluvionnaire, et plus particulièrement les sédiments grossiers assurent de nombreuses fonctions dans le cycle écologique des biocénoses aquatiques (*DREAL Centre, 2013*). Il permet de retenir l'alimentation des poissons, la matière organique et les êtres vivants vont en effet pouvoir s'insérer entre les interstices laissés par les sédiments grossiers. Les alluvions vont aussi servir d'habitat de reproduction. Et enfin ils constituent un habitat de refuge contre les prédateurs ainsi que contre les conditions hydrologiques néfastes. (*Malavoi et al, 2010*).

## **1.2.2. L'organisation nationale du projet et sa déclinaison au sein de l'UP Alpes**

- **Organisation Nationale**

Le projet « continuité écologique » étant de portée nationale, impliquant les différentes UP, une note d'organisation est rédigée, afin que tous les acteurs du projet comprennent leurs rôles respectifs.

On retrouve en **Annexe 3** l'organigramme du projet national. On peut voir que les acteurs sont multiples, et spécialisés dans un domaine et sur un territoire. Le chef de projet fait partie du CIH, donc de la maîtrise d'œuvre. Les UP jouent le rôle d'appuis thématiques. Pour chaque opération effectuée (cf. paragraphe suivant pour les différentes étapes existantes), les UP ainsi que le CIH doivent être impliqués et tenus informés.

Le projet est divisé en plusieurs lots, qui constituent les différentes étapes d'avancement du projet. Pour chacun d'entre eux, un responsable au sein du CIH, ainsi qu'un appui dans les UP sont nommés. L'organisation interne des UP vis-à-vis des différents lots n'est pas définie dans la note nationale. C'est pourquoi l'élaboration d'une note d'organisation propre à chaque UP doit être rédigée, permettant d'explicitier la fonction de chacun.

- **Organisation de l'UP Alpes**

Les lots ont été identifiés en cohérence avec le projet national pour donner plus de facilité à la synchronisation de l'avancement du projet. La coordination entre les différents lots est faite grâce à un responsable de lot appartenant à la maîtrise d'ouvrage d'EDF, et le correspondant au national, qui est le chef de projet appartenant à la maîtrise d'œuvre. Les différents lots sont :

**Le lot inventaire** : il comprend trois étapes :

1 : Lister l'ensemble des ouvrages concernés par le classement en liste 2. Cet état des lieux est établi par les représentants environnements de la branche ETE, en collaboration avec les gestionnaires de vallées, et du chef de projet CIH. Pour chaque ouvrage classé, la détermination de la conformité règlementaire ainsi que les enjeux associés (piscicole et sédimentaire) est réalisée.

2 : Intégrer les prescriptions des services de l'Etat et s'accorder sur les enjeux identifiés de chaque aménagement listé ci-avant. Certaines échéances et priorités, en fonction des politiques locales sont mises en évidence.

3 : Définir le programme de travail en planifiant les affaires dans le temps et en identifiant les ressources nécessaires. La prise en considération des actions en cours dans les vallées et sur les ouvrages permet une meilleure coordination entre les projets.

**Le lot diagnostics.** Un diagnostic est réalisé pour des ouvrages concernés par le classement mais dont les enjeux n'ont pas été clairement identifiés, dans le but de préciser l'intérêt d'assurer la continuité piscicole et sédimentaire compte tenu de la nature de l'ouvrage et de son contexte. Des notes méthodologiques doivent être rédigées par le service ingénierie et validées par l'externe.

Les diagnostics piscicoles doivent permettre de conclure sur l'intérêt d'assurer la continuité piscicole de l'ouvrage, à la montaison et/ou dévalaison, en identifiant les espèces concernées.

Le diagnostic sédimentaire doit permettre d'identifier les enjeux sédimentaires pour définir dans le temps des modes de gestion appropriés.

**Le lot contrôles et suivis** : Pour les aménagements classés et déjà équipés de passes, un contrôle peut être effectué afin de vérifier le bon fonctionnement des installations (hauteur de chute, débits, vitesses, engravement,...). Les contrôles sont aussi prévus lors de la mise en service des passes construites pour le projet, afin de garantir aux administrations que les aménagements de franchissement installés sont conformes. Les suivis permettent de mesurer l'efficacité biologique des ouvrages mis en place vis-à-vis de la migration des poissons : comptage, pêches électriques, ... A minima le suivi d'une année sera proposée sur l'ensemble des franchissements piscicoles réalisés afin d'évaluer leur efficacité. Dans certains cas, un approfondissement des connaissances pourra être réalisé sur du plus long terme dans l'intérêt de déterminer plus précisément les déplacements des peuplements piscicoles et leur colonisation, mais cela sortira du cadre du projet national.

**Les études préliminaires (EP)** : sur la base du diagnostic, ou d'éléments suffisamment étayés pour que le besoin soit bien posé, il s'agit de regarder la faisabilité du projet, de proposer des solutions pour répondre au besoin, et de fournir les informations technico-économiques facilement accessibles pour les inter-comparer. Le recours aux appuis métier génie civil, mécanique, contrôle commande et économie, pour une expertise rapide, doit être intégré.

**Les études** : des études approfondies sont réalisées à la suite des études préliminaires. Elles sont divisées en phases d'Avant-Projet Sommaire (APS) et d'Avant-Projet Détaillé (APD). Ces phases d'études sont dissociées des études préliminaires, car le pilote de la maîtrise d'ouvrage n'est plus

seulement le chef de projet de la maîtrise d'ouvrage de chaque UP (mon maître de stage pour l'UP Alpes, appartenant à la BETE), mais aussi un membre de la branche maintien du patrimoine, qui fait partie de la maîtrise d'ouvrage (branche de l'UP spécialisée dans la gestion de la maintenance technique), et qui permet une vérification technique en plus de l'aspect environnemental des solutions proposées. Ces études sont faites par la maîtrise d'œuvre d'EDF (CIH), ou sous-traitées à des bureaux d'études.

APS : l'objectif de l'APS est de fournir des informations complémentaires suffisantes face aux réserves identifiées au stade de l'EP. Certaines solutions sont écartées, d'autres sont approfondies. Les mêmes corps de métiers que pour l'EP sont employés. Lors de cette étape, des plans et des estimations précises de coûts sont établis. Suite à la divulgation de ces différentes solutions à la maîtrise d'ouvrage, une seule est retenue, et est soumise à l'APD. Le référent de la branche maintien du patrimoine, et le pilote thématique environnemental de l'UP sont les deux vérificateurs.

APD : c'est un projet détaillé, dans lequel on retrouve les différentes opérations à mettre en œuvre lors de la réalisation de la solution choisie suite à l'APS. A ce stade, les appuis métiers sont essentiellement le génie civil et la mécanique. Les vérificateurs sont les mêmes que pour l'APS. Ils transmettent le dossier finalisé à l'externe afin de valider le projet avant sa réalisation.

La possibilité de travailler en sous-traitance lors des différentes phases de diagnostics et d'études est évaluée par le CIH. Les UP sont informées, mais ne décident pas de la nécessité de sous-traiter. L'évaluation de son plan de charge par le CIH lui permet de définir le surplus de travail à externaliser.

**Le lot réalisation** : Les travaux sont effectués par des entreprises externes pilotées par le CIH. Cependant, les UP se doivent de vérifier l'avancement des opérations avec le planning global effectué et de contrôler les éventuels retards. Pour cela des reportings du CIH sur l'avancée des travaux sont prévus.

**Le lot subventions** : Dans le cadre des relations avec l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse, l'ensemble des actions pouvant obtenir des subventions sont listées en concertation avec l'Agence de l'eau, et le taux de subvention est défini en fonction des gains environnementaux. Ces dernières sont demandées pour les études, et pour les travaux séparément. Les subventions sont sollicitées par le pilote thématique environnemental de l'UP, qui s'occupe des relations avec les administrations externes. Une évaluation des coûts des projets doit donc être définie avant leur commencement.

### 1.2.3. Analyse des risques du projet

J'ai mis en place une analyse des risques du projet, qui sera utilisée comme contrôle du bon déroulement du projet. Elle permet d'anticiper les différents problèmes qui pourraient se présenter au cours du projet, et ainsi de trouver des parades pour éviter ces écarts.

Cette analyse est rédigée à l'aide des retours d'expériences des projets déjà effectués. Ceux-ci permettent de décrire les points du projet qui se sont bien passés, et ceux pour lesquelles des difficultés ont été observées. Pour l'analyse de risque du projet « continuité écologique », le retour d'expérience du projet « débit réservé 2014 » a été utilisé. C'est en effet un projet dont l'organisation nationale et locale ressemble à celle du projet traité durant le stage.

L'analyse du projet « continuité écologique » est liée à l'organisation en interne d'EDF, ainsi que son interaction avec les organismes externes, ce qui représente le travail de la maîtrise d'ouvrage. Les

autres acteurs du projet (CIH, pilote national) doivent eux-aussi constituer une analyse de risque à leur échelle et sur leurs domaines.

L'analyse de risque se décline en une liste de risques, avec la phase du projet concernée, la cause, et le niveau de ce risque. S'en suit la détermination d'une parade et d'un responsable, puis d'un outil concret permettant de pallier au risque, l'état actuel de la mise en place de l'outil, et enfin le risque résiduel restant à la suite des solutions acquises.

Ce travail a été effectué à la fin de mon stage, afin que je puisse avoir suffisamment de recul sur le fonctionnement du service vis-à-vis d'un projet, et que certaines difficultés se soient déjà révélées.

Cette analyse est faite sous forme de tableau que l'on retrouve en **Annexe 4**.

Cette analyse doit être suivie et modifiée au cours du projet. On remarque que de nombreux outils n'ont pas été mis en place, et que certains sont en cours de réalisation, ou doivent être renseignés constamment. Mon maître de stage devra ainsi suivre et compléter ce travail tout au long du projet.

## 1.3. Périmètre du projet

### 1.3.1. L'inventaire

Mon stage s'inscrit plus particulièrement dans la réalisation de ce lot.

L'inventaire permet de construire les bases du projet, en mettant en place une organisation du projet. Il est indispensable à son initiation et à son suivi. Il caractérise le périmètre d'action, la charge de travail à effectuer, et met en place un planning cohérent pour toute la durée du projet. Ceci permet d'évaluer les ressources budgétaires et humaines nécessaires.

L'inventaire est réalisé par la maîtrise d'ouvrage, en concertation avec la maîtrise d'œuvre et les services de l'Etat. C'est pourquoi mon stage c'est effectué dans le service BETE, avec comme maître de stage le chef de projet maîtrise d'ouvrage de l'UP Alpes.

Les grandes étapes sont les suivantes :

**1 : Valider le périmètre du projet continuité écologique** : cette concertation consiste à définir le périmètre du projet « continuité écologique ». Il s'agit de mettre en évidence les ouvrages concernés par les nouveaux classements en liste 2. Les enjeux associés, continuité piscicole (montaison et dévalaison) et continuité sédimentaire, doivent être définis pour ces ouvrages car ils constituent le cœur du projet. Cette validation doit intégrer les prescriptions des services de l'Etat, afin de s'accorder sur les enjeux identifiés de chaque aménagement.

**2 : Définir le programme d'action** : il s'agit de définir les actions à engager pour chaque ouvrage, c'est-à-dire identifier les diagnostics, EP, APS, APD, réalisations et contrôles à prévoir pour le projet.

**3 : Etablir le programme des opérations** : sur la base de la liste précédente, il s'agit de positionner dans le temps les différentes étapes de l'opération. Cette planification doit prendre en compte les attentes externes et le contexte de chaque ouvrage. Le planning peut varier tout au long du

projet. Cependant, afin de définir le projet dans sa globalité un planning est élaboré avant le commencement de toute opération.

**4 : Evaluer les ressources humaines et budgétaires :** il s'agit de programmer les ressources métiers ainsi que les budgets nécessaires à la réalisation du programme. Les volumes horaires sont précisés, ce qui permet d'évaluer le coût global du projet et l'étalement des dépenses dans le temps.

Le travail qui suit se base sur ces étapes d'organisation du lot inventaire du projet.

### 1.3.2. Tronçons de cours d'eau classés et enjeux associés

Les arrêtés de classement présentent les tronçons classés à l'aide d'un code, avec une description qui permet de les délimiter sur les cours d'eau. Un tri est effectué en repérant les portions sur lesquelles se situent des ouvrages dont EDF possède la concession ou l'autorisation. Au sein du territoire de l'UP Alpes, 20 tronçons de cours d'eau sont ainsi concernés, répartis sur les différents départements.

- **Indices définissant les enjeux associés aux cours d'eau**

Les tronçons classés ne sont pas obligatoirement concernés par un enjeu pour les aspects sédimentaire et piscicole simultanément. Cette appréciation est faite à l'aide d'indices de différentes natures (administrative, hydrologique et biologique) sur lesquels les services de l'Etat se sont appuyés afin de déterminer les tronçons classés en liste 2. Les indices sont les suivants :

**Nature administrative :** identification du bassin versant associé au tronçon, et s'il est associé à un SDAGE pour la continuité piscicole, et/ou pour le transit sédimentaire.

**Nature hydrologique :** vérification de l'importance du cours d'eau et de son rôle fonctionnel dans le réseau hydrographique.

Un tronçon peut posséder deux fonctionnalités essentielles pour le réseau :

- Relier l'amont et l'aval d'un bassin versant. C'est le cas des tronçons faisant partie des grands cours d'eau traversant plusieurs vallées : L'Isère, L'Arc, le Drac, La Romanche, L'Arve et Le Rhône.
- Permettre la connexion d'annexes hydrauliques de bonnes qualités à ces grands cours d'eau.

**Nature biologique :** prendre en considération la qualité biologique du cours d'eau à l'endroit où se situe le tronçon. La présence de frayères (zones de reproduction des poissons), et la nature des espèces présentes (grands migrateurs) sont des indices de cette qualité.

- **Application aux tronçons classés en liste 2**

L'analyse des tronçons face aux enjeux montre qu'ils sont tous concernés par les volets piscicoles et sédimentaires de la continuité écologique. Il faudra ainsi étudier l'impact de chaque obstacle sur le transit sédimentaire, et sur la migration piscicole de montaison et dévalaison.

### 1.3.3. Etat des lieux des ouvrages

- **Recensement des ouvrages classés**

Le périmètre du projet est constitué des obstacles à l'écoulement recensés sur les tronçons classés. Cela est effectué grâce au travail préalable de l'ONEMA, qui avait répertorié l'ensemble des obstacles dans le Référentiel des Obstacles à l'Écoulement (ROE), avant la parution des classements. Chaque obstacle est reconnaissable grâce à son numéro ROE.

Les obstacles sont répertoriés sur les cartes des territoires de la Savoie (**Annexe 5**), Haute-Savoie (**Annexe 6**), Isère et Drôme (**Annexe7**), et le Rhône sur lequel se situe le barrage de Jons.

L'impact de chaque ouvrage sur le transport sédimentaire et la continuité piscicole (montaison et dévalaison) doit être étudié dans le cadre du projet.

- **Nature et description des ouvrages**

Les obstacles à l'écoulement sur les cours d'eau sont de différentes natures : les barrages, les seuils, les digues, les ponts, les épis et les grilles. (*Léonard et al, 2010*).

Les obstacles présents sur les tronçons concernés par le classement en liste 2 sont des barrages et des seuils.

#### **Les barrages**

Un barrage est un ouvrage qui barre plus que le lit mineur d'un cours d'eau. (*Malavoi et al ; 2011*). Parmi les barrages, on retrouve des barrages fixes et mobiles.

**Les barrages fixes** se différencient entre eux par leur matériau constitutif (barrage en remblai constitué de matériaux meubles, barrages en béton ou maçonnerie), mais aussi par leur forme (barrages voûte, poids, à contreforts poids-voûte, voûtes multiples, etc...). On retrouve au sein du territoire de l'UP Alpes plusieurs barrages fixes, mais aucun ne se trouve classé sur un cours d'eau classé en liste 2. En réalité, la plupart de ces ouvrages sont de très grande ampleur (grande hauteur de chute) et le rétablissement de la continuité écologique paraissant improbable sur ces obstacles, ils ont été écartés du classement lors des concertations. Ces ouvrages sont également en tête de vallée, lieu où la faune piscicole est moins nombreuse.

**Les barrages mobiles** sont des barrages capables de s'effacer sur le fond de la rivière, ou de déverser lorsque le débit atteint une certaine valeur, ce qui permet d'éviter de constituer un obstacle à l'écoulement des eaux en temps de crue. Les barrages recensés en liste 2 sont tous mobiles. Ils diffèrent par leur fonction. Deux fonctions différentes sont recensées dans le périmètre du projet :

Les barrages servant de prise d'eau. Ce sont des barrages qui permettent de dériver de l'eau, afin d'alimenter une centrale hydroélectrique située en aval. Dans le cas d'un grand nombre de centrales, l'eau turbinée ne provient pas uniquement de l'eau provenant de la rivière au droit de la centrale, mais de plusieurs cours d'eau différents, ou du même dont l'eau est prélevée à plusieurs endroits. Un certain débit est détourné de ces cours d'eau vers la centrale. Il est obligatoire que les prises d'eau restituent un débit minimal (appelé débit réservé) dans la rivière sur laquelle elles se situent (1/10 ou 1/20 du module de la rivière, mis en place en 2014, suite à la LEMA de 2006.), mais le reste du débit est entonné dans une conduite forcée, et l'eau est mise en charge et amenée à la centrale. Certaines déviations s'effectuent dans un canal à ciel ouvert. Les prises d'eau sont mobiles, afin de contrôler la

part de débit à entonner par rapport au débit entrant. Lorsque les centrales hydroélectriques sont à l'arrêt, la totalité du débit entrant est évacuée dans la rivière sur laquelle se situe la prise d'eau grâce à des vannes qui s'ouvrent. De même, la prise d'eau n'étant capable que d'entonner un débit limité (limite due à la conduite forcée et à la capacité de turbinage de la centrale), le trop plein de débit doit pouvoir être restitué en aval, grâce à des clapets ou à des déversoirs.

Un schéma explicatif de l'utilité d'une prise d'eau pour alimenter une centrale hydroélectrique est représenté en **Annexe 8**.

Les barrages mobiles créant une retenue de compensation en amont : permettent de stocker une masse d'eau en amont lorsqu'un débit important arrive au droit de l'ouvrage. Cette configuration permet de contrôler constamment le débit restitué en aval. Ces barrages sont par exemple implantés en aval de la restitution d'une centrale, afin de compenser son changement d'état de turbinage, et lorsque des tronçons sont soumis à une réglementation de débit particulière (pour des activités nautiques par exemple). Les vannes s'ouvrent plus ou moins afin de garantir le débit demandé en aval, et la retenue fluctue en fonction du flux entrant et sortant.

Ainsi ces obstacles mobiles n'ont pas tous le même impact sur la continuité écologique, et il varie en fonction de leur régime de fonctionnement et de leur mode de gestion au cours de l'année.

### **Les seuils**

Les seuils sont composés d'un élément fixe ou mobile, et barrent tout ou une partie du lit mineur, contrairement aux barrages qui barrent plus que le lit mineur (*Sandre, 2012*).

**Les clapets, batardeaux et vannes en rivière** constituent les seuils mobiles. Aucun seuil mobile n'est recensé dans le territoire couvert par la liste 2.

**Les seuils fixes** varient par leur conformation : déversoirs, radiers en bétons ou en enrochements, blocs de bois ou de béton, ou de type non classifiable mais qui bloque l'écoulement de la rivière.

Les déversoirs sont des structures relativement élevées pour des seuils (supérieures au mètre). Le niveau de la rivière est augmenté en amont, et s'écoule par surverse sur la crête. Ils servent à stabiliser le débit à l'amont, et à augmenter le niveau d'eau.

Les radiers sont des dalles en béton ou en maçonnerie, occupent toute la largeur du lit, et peuvent avoir une longueur importante. Ils ont principalement pour rôle la stabilisation des berges ou d'un ouvrage (pont). Leur pente est généralement faible.

Les seuils en enrochements sont constitués d'une accumulation de blocs rocheux directement sur le cours d'eau, gênant l'écoulement. Ils résultent parfois de restes d'anciens ouvrages, ou permettent aussi une stabilisation.

On retrouve ces trois types de seuil au sein des ouvrages classés en liste 2. Etant des ouvrages de hauteur restreinte, ainsi que d'utilité parfois non révélée (restes d'anciens ouvrages, ou seuils créés pour des chantiers finis par exemple), leur mise en conformité nécessitera des études et travaux moins conséquents que pour les barrages.

Une bonne connaissance de la configuration et du fonctionnement des ouvrages recensés dans la liste 2 est primordiale pour bien commencer le projet.

28 ouvrages sont à traiter dans le cadre du projet :

- 20 barrages mobiles : 19 prises d'eau  
1 régulateur de débit
- 8 seuils : 3 déversoirs  
2 radiers bétonnés  
1 en enrochement  
2 divers

Un descriptif sommaire des barrages concernés est présenté en **Annexe 9** et les seuils sont décrits en **Annexe 10**. Cette description est effectuée à l'aide de visites de terrains (pour 5 seuils et 4 barrages mobiles), par des photos (pour 1 seuil et 4 barrages mobiles). Pour les autres ouvrages, la plupart sont déjà bien connus par mon maître de stage, et la connaissance des derniers est effectuée à l'aide des exploitants.

Une fois l'état des lieux défini, le programme de travail associé doit être défini.

## 2. Programme de travail : diagnostics et études à entreprendre

### 2.1. Enjeu lié au transit sédimentaire

#### 2.1.1. Le transport solide et l'impact des ouvrages sur la continuité sédimentaire

L'aménagement des cours d'eau a engendré des modifications hydromorphologiques et a ainsi entraîné des déséquilibres entre les conditions hydrologiques et morphologiques des rivières. On parle de dégradations hydromorphologiques lorsque, par rapport à un état de référence du cours d'eau, les modifications de l'état naturel se traduisent par des altérations du milieu aquatique.

- **Le transport solide en rivière et l'altération dû aux ouvrages :**

La dynamique fluviale est déterminée par le fonctionnement morphologique d'un cours d'eau, c'est-à-dire que le lit d'une rivière varie sous l'effet combiné de deux types de variables (*Malavoi et al*, 2011) :

- Les variables de contrôle qui commandent l'évolution de la rivière.
- Les variables de réponse qui s'ajustent aux évolutions des variables de contrôle.

La morphologie des cours d'eau résulte de deux principaux facteurs de contrôle : le débit solide et liquide. Le débit solide, on parle aussi de charge alluviale, du cours d'eau est principalement caractérisé par la taille des particules. Le débit liquide détermine la puissance du cours d'eau, couplé avec sa pente. La puissance du cours d'eau a une variabilité spatiale et temporelle. La dimension spatiale provient du fait que la puissance dépend de la forme et de la pente de la vallée, ainsi que de la géométrie du lit de la rivière. Le régime des crues et les variations hydrologiques représentent l'aspect temporel de la puissance du cours d'eau. Les processus d'érosion et de dépôt découlent du jeu de ces paramètres. La capacité de transport d'une rivière croît lorsque le débit et la pente augmentent, et que la taille des matériaux diminue (*Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse*, 1999). Cette notion est décrite comme « équilibre dynamique », schématisée par la balance de Lane (1955).

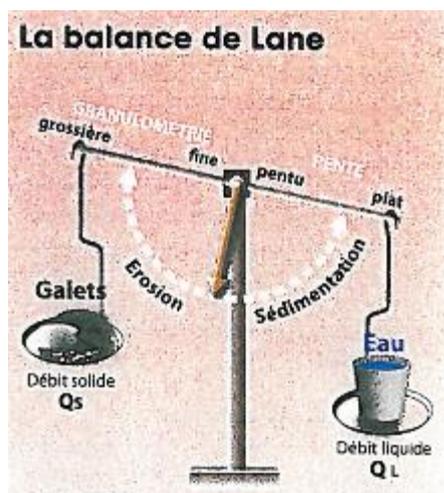


Figure 1. Balance de Lane (1955)

Un cours d'eau est constamment en recherche d'un équilibre. Les débits solide et liquide oscillent ainsi dans le temps et dans l'espace, modifiant la morphologie du cours d'eau. Les variables de réponses qui réagissent à ces modifications sont principalement la largeur et la pente du lit, la profondeur et la sinuosité. Les rivières en équilibre ne sont ainsi pas fixes mais s'ajustent continuellement autour d'une condition moyenne (*Malavoi et al, 2011*).

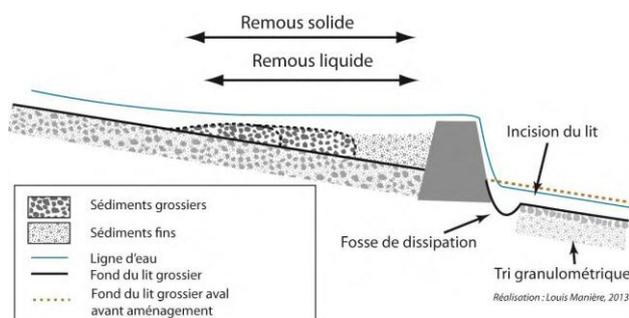
Le transport des sédiments depuis l'amont vers l'aval s'effectue de différentes façons suivant la puissance fluviale et la taille des particules. La charge de fond, plus grossière, est mobilisée par charriage, alors que les alluvions plus fines vont se déplacer par saltation ou suspension. Selon la puissance des cours d'eau, la dimension des alluvions charriés et en suspension ne sont pas les mêmes. La charge de fond peut se stocker en bancs, puis ensuite migrer vers l'aval en fonction des crues.

- **Impact des ouvrages sur le transit sédimentaire**

Les ouvrages transversaux ont un impact car ils créent une retenue, et engendrent un déficit sédimentaire à l'aval de l'ouvrage.

**Influence de la retenue :**

Un ouvrage transversal a pour conséquence une réduction de pente de la ligne d'eau au niveau amont de l'aménagement. Le secteur influencé est appelé « zone de remous liquide ». Comme expliqué précédemment, la diminution de la pente induit une diminution de la capacité de transport solide. Ainsi, un « remous solide » se forme au fond du lit, et la pente en amont de l'ouvrage est aussi diminuée. Par le fait de leur déplacement par charriage dans le fond du lit de la rivière, ce sont les sédiments grossiers qui restent bloqués. Les sédiments fins peuvent s'agglomérer entre les grossiers, et ainsi augmenter l'accumulation.



**Figure 2. Impact théorique d'un ouvrage sur l'interception du transit sédimentaire.**

Lorsque la zone de remous liquide est entièrement remplie par les sédiments, ceux-ci peuvent à nouveau franchir l'obstacle. Dans ce cas, le transfert des sédiments charriés peut être assuré (*Degoutte, 2012*). Mais ce phénomène a lieu pour des seuils de hauteur restreinte, formant une retenue en amont qui permet l'effacement de ce dernier. Dans le cas des ouvrages transversaux tels que des barrages, il est difficile d'imaginer que de telles dynamiques soient assurées. Les sédiments restent alors bloqués en amont, et leur passage vers l'aval nécessite une intervention humaine (ouvertures de vannes, ou transferts de sédiments).

### **Conséquence d'un déficit sédimentaire sur la dynamique fluviale :**

Le piégeage des sédiments à l'amont des ouvrages a aussi un impact sur la partie linéaire à l'aval. Si l'ouvrage n'est pas équipé d'un dispositif permettant de dissiper de l'énergie en aval, l'énergie de la chute va éroder localement le fond du lit, créant une fosse de dissipation.

A l'échelle plus étendue du tronçon, l'interception des sédiments entraîne un déficit de la charge solide, plus particulièrement de matériaux grossiers, tout en ne changeant pas le débit liquide. La rivière, qui cherche constamment à rétablir l'équilibre hydrosédimentaire, va dissiper son énergie en érodant le stock alluvionnaire par érosion des berges ou du fond du lit, en fonction de la cohésion. Ainsi se crée une incision progressive : érosion de l'amont vers l'aval, ce qui peut aussi avoir des conséquences sur la stabilité des berges, et sur des potentiels aménagements s'y trouvant.

Dans le cas de l'incision du lit, l'amincissement de la couche d'alluvions peut s'accompagner de la mise en place d'un pavage ou, à plus long terme la disparition du substrat et l'affleurement du substratum rocheux. Un pavage est une couche d'alluvions de surface grossière qui protège une couche de sédiments plus fins et qui ne peut se déplacer que lors d'épisodes hydrologiques exceptionnels (*Malavoi et al, 2010*). Une variante à ce pavage est l'armurage. Visuellement, la distinction n'est pas évidente, mais dans le cas de l'armurage les sédiments sont plus facilement emportés. La différence entre les deux phénomènes se fait en comparant les tailles de particules en surface et dans la couche sous-jacente, ce qui nécessite un diagnostic de la zone impactée. L'affleurement et le pavage servent à stabiliser le fond du lit et limiter son érosion, mais ils sont révélateurs d'un problème d'équilibre.

Les sédiments fins peuvent aussi impacter l'amont de l'ouvrage. A l'amont de certains ouvrages on observe du colmatage. Il s'agit « d'un dépôt de sédiments fins (des argiles aux sables) en surface et dans les interstices de substrats plus grossiers » (*Malavoi et al, 2010*). Suite à des opérations de vidange des barrages mobiles, d'importants volumes de sédiments sont remis en mouvement, et la variation de débit brutal les fait redescendre en aval, impactant des secteurs importants dans le cycle biologique des espèces aquatiques.

L'impact d'un ouvrage sur le cours d'eau est variable en fonction de son hydromorphologie et des caractéristiques du mode de gestion de l'ouvrage.

### **2.1.2. Pré-diagnostic des ouvrages pour le transport solide, méthodologie**

- **Le pré-diagnostic associé au transport sédimentaire**

Afin d'assurer la continuité sédimentaire, Le Code de l'environnement fixe une obligation d'assurer un « transport suffisant » des sédiments au droit des ouvrages situés sur les cours d'eau classés en liste 2. Il n'existe aucune forme juridique à la notion de « transport suffisant » des sédiments. Ainsi une appréhension du contexte sédimentaire de la rivière naturelle doit être effectuée.

Le pré-diagnostic, fait par la maîtrise d'ouvrage avec l'aide des exploitants, a pour but de définir les actions à entreprendre pour chaque obstacle. Deux cas peuvent être mis en évidence :

- 1<sup>er</sup> cas : Le pré-diagnostic montre de manière évidente que l'ouvrage impacte la continuité sédimentaire. Si les données sont suffisantes, des études seront directement effectuées pour traiter le problème. Si les données sont insuffisantes et/ou la nature du problème non trouvable, un diagnostic sera prévu.

- 2<sup>ème</sup> cas : Le pré-diagnostic montre que l'ouvrage est transparent au transport sédimentaire, et ainsi aucune action visant à rétablir la continuité n'a besoin d'être envisagée. Dans ce cas on dira que l'enjeu sédimentaire n'est pas un enjeu avéré pour l'ouvrage.

Afin d'être le plus précis possible, une méthodologie associée aux seuils et aux barrages est mise en place. Les éléments à prendre en considération afin d'évaluer la continuité sédimentaire sont déjà connues par EDF. Mon rôle sur ce pré-diagnostic est d'organiser la méthodologie, afin de pouvoir avoir un discours clair et argumenté vis-à-vis des organisations externes, et de l'appliquer sur les différents ouvrages concernés.

### **Méthodologie associée aux barrages :**

Un barrage est considéré comme ayant un impact forcément fort sur le milieu, si son fonctionnement n'est pas adapté. (*Malavoi*, présentation 2010).

Ainsi dans le cas des barrages, le pré-diagnostic consiste à analyser la gestion de l'exploitation de l'ouvrage. Elle doit permettre d'assurer un « transport suffisant » des sédiments.

La gestion est conditionnée par la présence ou non d'un système de dégrèvement fonctionnel au barrage. Cette structure est utilisée pour effectuer des chasses au droit de l'ouvrage. Cependant, les chasses exécutées sont de différentes natures, et possèdent des fonctions distinctes. Elles se déclinent en trois aspects : les chasses d'hydrocurage, d'entretien, et de vidange.

Les chasses d'hydrocurage et de crue permettent d'évacuer vers l'aval les sédiments grossiers. Les vannes sont ouvertes en période de crue et parallèlement le niveau d'eau de la retenue est abaissé. Cela signifie qu'il faut pouvoir évacuer au début de l'évènement plus de débit que l'entrant et ensuite pouvoir évacuer le maximum de la crue par les vannes (et non par déversement). Le plan d'eau retrouve une pente naturelle, un chenal se crée au sein du remous solide de la retenue, et des processus naturels de transfert de sédiments se mettent en marche. Pour de nombreux aménagements, la procédure commence néanmoins après le pic de crue pour éviter de délivrer un sur-débit qui pourrait accentuer une crue.

Selon les débits la procédure appliquée est différente : consigne de chasse ou consigne de crue. Pour cette dernière les débits sont plus importants et c'est la sûreté qui prime.

Les manœuvres d'entretien permettent de nettoyer les embâcles bloqués dans les mécanismes des vannes, ou le sable accumulé dans le dessableur des prises d'eau. Lors des chasses, le plan d'eau est maintenu à cote haute, ce qui ne permet pas d'augmenter la pente, et donc n'entraîne pas les sédiments accumulés en amont.

Les vidanges servent à l'évacuation des matières en suspension bloquées en amont de l'ouvrage. Le plan d'eau est abaissé, mais en période de basses eaux.

Ainsi, seules les chasses d'hydrocurage et crues peuvent vraiment être considérées comme efficaces face au transport des sédiments grossiers.

Pour plusieurs barrages, l'aménagement d'un ouvrage de dégrèvement a été effectué dans un but de maintenance, et non de gestion de transport de sédiments grossiers. Cela se traduit aussi par un emplacement du système non adéquat pour des chasses d'hydrocurage : vannes de taille insuffisante et mal placées (souvent proche de l'entonnement de l'eau).

Pour chaque barrage possédant un système de dégravement, il faut évaluer si des chasses d'hydrocurage efficaces sont pratiquées. L'appréciation de l'efficacité des chasses est un cas d'ingénierie, propre à chaque ouvrage. Pour certains barrages, un suivi d'efficacité est effectué, qui permet d'évaluer l'impact de l'ouvrage sur le « transport suffisant » des sédiments. Cependant, pour la plupart des ouvrages il n'existe pas un suivi à proprement dit, mais des consignes de chasses sont établies et doivent être respectées par l'exploitant. Dans ce cas, la notion de « transport suffisant » n'est pas clairement définie. Néanmoins, l'avis des exploitants face à l'efficacité permet de conclure à une efficacité ou non, et si celle-ci n'est pas significative, un diagnostic est prévu.

Certains aménagements ne possèdent pas de système de dégravement, mais la transparence sédimentaire peut être assurée par des techniques alternatives, qui permettent des réductions d'impact et non une réelle transparence de l'ouvrage :

- Une première technique est le transfert à pas de temps plus ou moins réguliers des alluvions de l'amont vers l'aval de l'obstacle, à l'aide de camions ou d'outils mécaniques.
- Le piégeage définitif de la charge de fond peut être accepté. Dans ce cas des solutions alternatives en aval sont instaurées, permettant d'augmenter le taux de sédiments grossiers. Ceci peut être fait en favorisant des érosions latérales en aval.

Les barrages gérés de manière à les rendre transparents, ou pour lesquels des techniques alternatives sont associées, sont considérés comme assurant un transport sédimentaire suffisant.

#### **Méthodologie associée aux seuils :**

Les seuils peuvent être transparents au transit sédimentaire, grâce à la dynamique qui s'effectue au droit de ces obstacles pour rétablir naturellement une continuité (cf. 2.1.1). Deux aspects permettent d'apprécier la transparence d'un seuil face au transit sédimentaire : le contexte naturel, et le réel impact de l'ouvrage.

#### Caractérisation du contexte naturel :

Une approche simplifiée permettant d'évaluer la dégradation du milieu est suggérée. Une spécification précise sera effectuée par un diagnostic, si la première approche n'est pas concluante.

Les deux critères essentiels à la détermination grossière d'un faciès sont la hauteur d'eau et la vitesse, qui représentent la dynamique du milieu (Jowett, 1993). Les visites de terrains et les photos permettent visuellement de se rendre compte grossièrement de ces aspects.

Il est cependant intéressant de compléter l'approche dynamique par des observations statiques : l'épaisseur des alluvions en amont (accumulation des sédiments grossiers charriés) et la présence ou non d'incision en aval (substratum à nu, phénomène de pavage, ou d'armurage) (Degoutte, 2012).

Si le contexte naturel révèle une altération, l'expertise du réel impact de l'ouvrage sur le transport sédimentaire est faite.

#### Rôle du seuil dans l'impact :

L'impact des seuils fixes est déterminé grâce à leurs profils.

- Les seuils en rivières torrentielles : la régulation naturelle permettant de revenir à un équilibre sédimentaire est efficace. En effet la puissance en amont est qualifiée de

suffisamment importante pour entraîner les charges grossières vers l'aval. On considère ainsi qu'un seuil en rivière naturelle de montagne ne présente pas un impact significatif sur le transport sédimentaire.

- Les seuils de canaux stables : la transparence dépend des caractéristiques physiques du seuil, qui englobant principalement sa hauteur et sa forme (radier ou déversoir). Un radier, n'engendrant pas de retenue en amont, est transparent de par sa forme au transit sédimentaire.

Les étapes constituant le pré-diagnostic sont résumées dans le logigramme suivant, appliqué à chaque ouvrage :

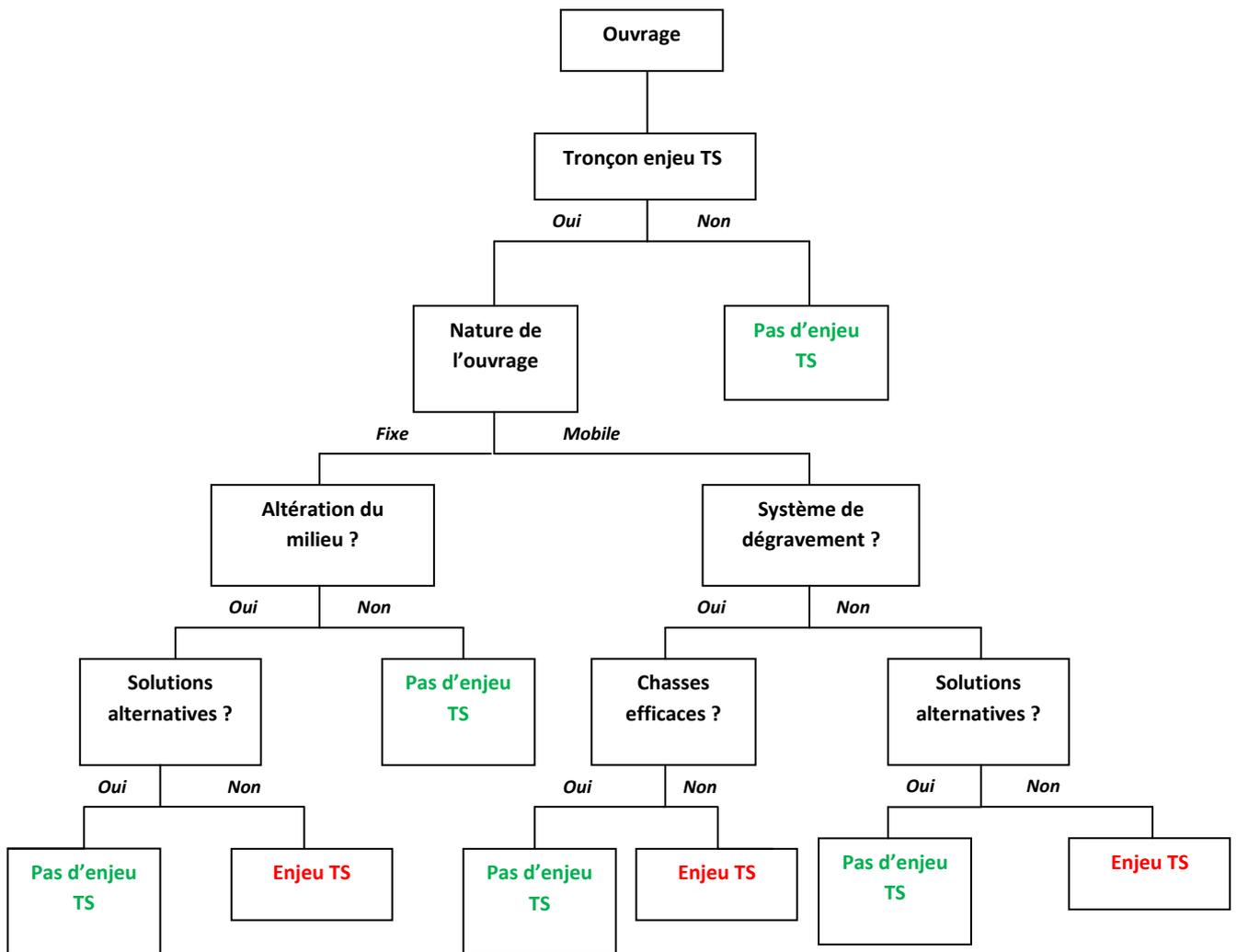


Figure 3. Logigramme de décision d'un enjeu de l'ouvrage vis-à-vis du transit sédimentaire

### 2.1.3. Application de la méthodologie aux ouvrages

La méthodologie de prise de décision ci-dessus appliquée aux ouvrages du projet est récapitulée dans les tableaux suivants, séparant les seuils et les barrages. Pour les seuils, les photos et les visites de terrains ont permis de compléter ces tableaux. Pour les barrages, l'avis des exploitants sur le transport sédimentaire naturel, ainsi que sur le mode de gestion a été systématiquement demandé. Certaines précisions sur des projets en cours sont connues par le service BETE.

Ouvrages	Tronçon enjeu TS	milieu altéré	ouvrage impactant	techniques alternatives	Enjeu TS
<i>Châtelard seuil amont</i>	Oui	Non			<b>Non</b>
<i>Châtelard seuil aval</i>	Oui	Non			<b>Non</b>
<i>Seuil de Malgovert</i>	Oui	Non			<b>Non</b>
<i>Seuil Pont des Arcs</i>	Oui	Non			<b>Non</b>
<i>Seuil de la Rivoire</i>	Oui	Oui	Oui	Manque d'information	<b>Diagnostic à faire</b>
<i>Seuil de Voreppe</i>	Oui	Non			<b>Non</b>
<i>Seuil Pont-Mayet</i>	Oui	Oui	Non		<b>Non</b>
<i>Seuil du Furon</i>	Oui	Non			<b>Non</b>

Tableau 1. Application de la méthodologie sédimentaire aux seuils

Ouvrages	Tronçon enjeu TS	Système de dégrèvement	hydrocurage suffisant?	techniques alternatives?	Enjeu TS
<i>Arthaz</i>	Oui	Oui	Consignes de chasse suffisantes		<b>Non</b>
<i>Beffay</i>	Oui	Oui	Consignes de chasse suffisantes		<b>Non</b>
<i>Bramans</i>	Oui	Oui	Consignes de chasse suffisantes		<b>Non</b>
<i>Valmeinier</i>	Oui	Oui	Consignes de chasse suffisantes		<b>Non</b>
<i>Mottets</i>	Oui	Oui	Nouvelles consignes de chasses de prévues	Non	<b>Diagnostic à faire</b>
<i>Cudray</i>	Oui	Oui	Consignes de chasse suffisantes		<b>Non</b>
<i>Centron</i>	Oui	Oui			<b>Non</b>
<i>Montrigon</i>	Oui	Oui	Accumulation de sédiments à l'amont	Curage prévu	<b>Diagnostic à faire</b>
<i>Saint-Bruno</i>	Oui	Oui	Chasses semblent insuffisantes	Non	<b>Diagnostic à faire</b>
<i>Plan du Lac</i>	Oui	Oui	Accumulation de sédiments à l'amont	Non	<b>Diagnostic à faire</b>
<i>Saut du Moine</i>	Oui	Oui	Consignes de chasse suffisantes	Non	<b>Non</b>
<i>Beauvoir</i>	Oui	Oui	Consignes de chasse suffisantes		<b>Non</b>
<i>Beaumont-Monteux</i>	Oui	Oui	Consignes de chasse suffisantes		<b>Non</b>
<i>Ponturin</i>	Oui	Incertitude	Manque d'information	manque d'information	<b>Diagnostic à faire</b>
<i>Brides-les-Bains</i>	Oui	Oui	Consignes de chasse suffisantes		<b>Non</b>
<i>Détrier</i>	Oui	Oui	Manque d'information	Non	<b>Diagnostic à faire</b>

<b>Romagnieu</b>	Oui	Oui	Diagnostic en cours sur les chasses	Non	<b>Diagnostic à faire</b>
<b>Jons</b>	Oui	Oui	Consignes de chasse suffisantes		<b>Non</b>
<b>La Valette</b>	Oui	Oui	Chasses semblent insuffisantes	Non	<b>Diagnostic à faire</b>
<b>Valjouffrey</b>	Oui	Oui	Manque d'information	Non	<b>Diagnostic à faire</b>

**Tableau 2. Application de la méthodologie sédimentaire aux barrages**

Pour les seuils, et pour la plupart des barrages, l'étape de pré-diagnostic permet de conclure à leur capacité d'assurer un « transport suffisant ».

Neuf barrages et un seuil sont suspectés de ne pas être conformes pour le transit sédimentaire, et un diagnostic doit être réalisé, afin de mieux connaître leur mode de fonctionnement.

**Montrigon** : la retenue en amont présente une forte accumulation de sédiments. Une étude est en cours afin de curer la retenue. Cette solution est effective pour les sédiments fins, mais ne constitue pas forcément une réponse pérenne au transport de sédiments grossiers. *Source : BETE*

**Plan du Lac et Romagnieu** : le charriage en amont et à l'aval des ouvrages est très important. Malgré des chasses mises en place, la charge sédimentaire reste importante. Plus d'informations sont nécessaires afin de conclure à leur transparence. *Source : BETE*

**Ponturin, Détrier et Valjouffrey** : manque d'informations sur la gestion de ces prises d'eau. *Source : exploitants*

**La Valette, Saint-Bruno** : Des chasses sont effectuées mais semblent insuffisantes. *Source : exploitants*

**Mottets** : Une étude est faite pour augmenter les chasses, il faut la vérifier. *Source : BETE*

**Seuil de la Rivoire** : Une technique alternative est en place : érosion de sédiments en aval. Il faut cependant vérifier son efficacité. *Source : BETE*

#### 2.1.4. Les diagnostics à effectuer

Suite aux arbitrages par la maîtrise d'ouvrage des diagnostics à effectuer, un partage est réalisé avec le service assurant la maîtrise d'œuvre d'EDF, le CIH, afin de déterminer quelles typologies de diagnostics doivent être attribuées aux aménagements.

Un diagnostic conclut à deux types d'action à engager :

- La nécessité d'engager une étude préliminaire avec, le cas échéant, des suites d'études à prévoir.
- La fin de la procédure car le transit sédimentaire s'effectue parfaitement et/ou l'état sédimentaire est satisfaisant.

Pour aider la discussion, la maîtrise d'œuvre a mis en place dans le cadre du projet une typologie de diagnostic, suivant l'ouvrage et la situation pressentie.

- Type 1 : ouvrage totalement transparent au charriage de par sa conception et sa gestion (ouverture de vannes en crue). Le diagnostic consiste dans ce cas à prouver la transparence de l'ouvrage.

- Type 2 : ouvrage transparent à la plus grande partie du charriage de par sa conception et sa gestion. Le diagnostic portera sur l'ouvrage, ainsi que celui de l'état sédimentaire du tronçon, dans le but d'adapter si besoin les modalités de gestion du barrage.
- Type 3 : ouvrage transparent à une partie du charriage. Certaines fractions moyennes et grossières passent lors d'opérations de transparence. Ce diagnostic est semblable au type 2, avec en plus la possibilité d'une incapacité de pouvoir adapter les modes de gestion, et ainsi de réfléchir à des mesures de réductions qui pourraient suffire à assurer un transport suffisant.
- Type 4 : ouvrage étanche au charriage, mais certaines fractions moyennes (sables, graviers) peuvent occasionnellement transiter à l'occasion d'opérations particulières (vidanges, chasses).
- Type 5 : ouvrage totalement étanche au charriage, quels que soient les modes de gestion. Dans les deux cas, le diagnostic sera le même que le type 3, avec la possibilité que les mesures de réductions ne soient pas suffisantes. Dans ce cas des compensations peuvent être réfléchies.

Le logigramme prévu par le CIH pour les diagnostics sédimentaires est présenté en **Annexe 11**.

La définition en typologie est importante, car elle permet à la maîtrise d'œuvre de programmer ses ressources, aussi bien humaines que matérielles.

Une concertation entre le CIH et la BETE (mon maître de stage et moi-même) permet de définir les typologies associées aux ouvrages du projet.

**Montrigon** : typologie 2, car le curage risque de ne pas être une réponse pérenne, et la mise en place de chasses devra être étudiée.

**Romagnieu** : Typologie 2. C'est un site atelier sur lequel le CIH fait des expérimentations sédimentaires, les conclusions actuelles semblent montrer un manque d'efficacité des chasses.

**Plan du Lac** : typologie 1. C'est un site atelier sur lequel le CIH fait des expérimentations sédimentaires, les conclusions actuelles semblent montrer que les chasses sont efficaces.

**Ponturin, Détrier et Valjouffrey** : Typologie 1. Manque d'information, mais les rivières Le Ponturin, Le Bréda et La Bonne ne semblent pas être impactées d'un mauvais transit sédimentaire.

**La Valette, Saint- Bruno** : Typologie 2. Des consignes de chasses pourraient être changées.

**Mottets** : Typologie 2, car de nouvelles consignes de chasses vont être effectuées.

**Seuil de la Rivoire** : Typologie 1 car c'est en fait un contrôle de la technique alternative.

On remarque que les solutions à mettre en œuvre pour rétablir le « transport suffisant » de sédiments pour les obstacles du projet ne devraient pas engendrer de gros travaux : ce sont des diagnostics de type 1 et 2 uniquement, car ils ne paraissent pas compliqués et une modification de la gestion sédimentaire devrait suffire.

Le descriptif détaillé du contenu des diagnostics sédimentaires de type 1 et 2 se situe en **Annexe 12**.

## 2.2. Enjeu lié à la montaison

### 2.2.1. La migration de montaison et l'impact des ouvrages sur la montaison piscicole

- **La migration de montaison**

#### Les espèces et les périodes de migration :

Certaines espèces piscicoles ont besoin, pour le déroulement des principales phases de leur cycle biologique, de milieux différents. Elles doivent se déplacer pour rejoindre leurs zones de reproduction, ou de grossissement. Pour ces espèces, la migration constitue une phase indispensable à leur survie.

On distingue deux grands groupes d'espèces migratrices (GHAAPPE, 2001) :

- Les amphibiotiques, dont leur cycle se déroule en partie en eau de mer, et en autre partie en eau douce. Les trajets entre leur zone de reproduction et de grossissement peuvent atteindre plusieurs milliers de kilomètres. Le saumon, la truite de mer, les aloses et les lamproies se reproduisent dans les rivières et grossissent en mer. A l'inverse l'anguille se reproduit en mer et croît en rivière.
- Les holobiotiques, dont leur cycle de vie s'effectue entièrement en eau douce. Pour certaines espèces comme les truites farios, les barbeaux, et les brochets, les zones de reproduction et de grossissement peuvent être éloignées. D'autres espèces comme le gardon, l'ablette et l'ombre commun, le besoin de migration est plus restreint. Afin d'éviter l'isolement génétique, leur migration de part et d'autre d'un obstacle doit être néanmoins facilitée.

Dans le cadre du projet, seules des espèces holobiotiques sont présentes sur tout le secteur. L'aloise est présente seulement dans le tronçon classé du Rhône (d'après les recensements des FDPPMA).

Les périodes de migration en montaison des principales espèces holobiotiques sont les suivantes : (GHAAPPE, 2001)

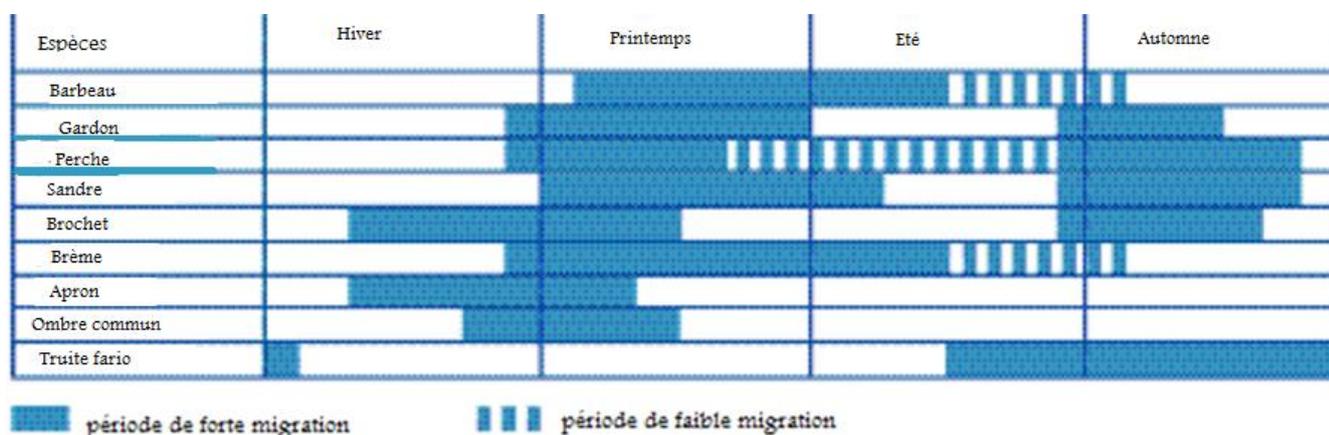


Figure 4. Périodes de migration des adultes d'espèces holobiotiques

Ces données sont valables en France en moyenne, mais la zone étudiée est montagneuse, et ainsi les périodes de migration peuvent fluctuer en fonction de la température de l'eau et des débits.

### **Les espèces cibles**

La migration de toutes les espèces présentes dans les rivières n'est pas appréciée par le même degré d'importance. Les principales espèces que l'on retrouve dans le territoire de l'UP Alpes sont classées en trois catégories (*Conseil Général de l'Isère, 2005*). Ce livre ne recense que la population de l'Isère. Cependant, par la proximité géographique et la ressemblance des cours d'eau, on suppose que les espèces présentes sont les mêmes pour les autres départements de l'étude. De plus, des études piscicoles faites en Savoie et Haute-Savoie montrent que le peuplement est relativement semblable :

- Espèces non cibles : ce sont des espèces peu ou pas menacées, que l'on ne retrouve pas en quantité significative sur le secteur. Les espèces non cibles sont : la Loche, le Vairon, l'Épinoche, le Gardon, l'Ablette, la Truite arc-en-ciel, la Carpe et la Perche. Ces espèces ont une faible capacité de nage et de saut, mais leur besoin de migration pour leur survie n'est pas avéré.
- Espèces concernées : ce sont des espèces considérées comme rare ou vulnérables dans la liste rouge de l'Union Internationale de Conservation de la Nature (UICN) de 1990. Ces espèces ne sont pas très nombreuses sur le secteur. On retrouve le Blageon, le Barbeau, appartenant aux Cyprinidés d'eau vive et l'Ombre commun. Ces espèces ne sont pas prises en compte pour la détermination de la transparence d'un ouvrage. Néanmoins, la réalisation d'un aménagement de franchissement avéré, la considération de ces poissons peut être décidée.
- Espèces cibles : ce sont des espèces indicatrices de bonne qualité des cours d'eau. La migration devra obligatoirement être assurée pour ces espèces si elles sont présentes dans le cours d'eau. On retrouve les truites farios, nombreuses sur le territoire, et ainsi constituant un bon révélateur des impacts. Le Chabot, présent en proportion significative sur le territoire, est une espèce très sensible à la qualité des cours d'eau et qui est listé parmi les espèces menacées d'Europe, classé à l'annexe II de la directive Habitat-faune-flore de 1992 (*Conseil Général de l'Isère, 2005*). Les espèces amphibiotes sont des espèces cibles également.

La notion d'espèce cible est essentielle pour caractériser l'enjeu piscicole associé à un cours d'eau. Un tronçon peut être classé pour son intérêt piscicole mais ne contenir qu'une seule espèce cible, dans ce cas la transparence ne devra être efficace que pour cette espèce. Si plusieurs espèces cibles sont recensées sur le cours d'eau, l'ouvrage de franchissabilité doit être efficace pour toutes ces espèces. Cette notion est aussi discutable suivant les cours d'eau et les acteurs. Par exemple, l'ombre commun, étant initialement une espèce concernée, peut être considérée comme une espèce déterminante sur certaines rivières.

La transparence d'un ouvrage diffère selon les espèces par leur capacité de nage et leur taille. Cela influe sur la hauteur d'obstacle que l'espèce peut franchir.

- **L'impact des ouvrages sur la montaison piscicole**

La capacité de nage d'un poisson, utilisée pour déterminer sa capacité de franchissement, est déclinée en deux notions : la vitesse maximale en sprint, et la hauteur de saut associé. Cela dépend de l'espèce, mais aussi de la taille de l'individu et de la température de l'eau.

Le tableau suivant répertorie les capacités de saut des espèces cibles et concernées :

Espèces	Capacité de saut	références
<b>Truite fario</b>	30 cm en moyenne	<i>Larinier et al, 1999</i>
<b>Ombre commun</b>	30 cm maximum	<i>SYMILAV, 2007</i>
<b>Cyprinidés</b>	Faible ou nulle	<i>Conseil Supérieur de la Pêche, 2007</i>
<b>Chabot</b>	20 cm en moyenne	<i>Ovidio et al, 2007</i>

**Tableau 3. Capacité de saut des espèces cibles du projet**

Cependant ces valeurs sont à nuancer, car la capacité de nage des poissons dépend de différents facteurs, comme la température de l'eau, l'oxygène présent, et la nature de la chute (profondeur de la fosse aval, tirant d'eau de la chute, lame d'eau en crête et sa nature,...). Les données du tableau ne sont utilisables que pour une estimation grossière (VNF, 2008).

## 2.2.2. Pré-diagnostic des ouvrages lié pour la montaison, méthodologie

- **Le pré-diagnostic associé à la montaison piscicole**

Afin d'assurer la migration piscicole, les obstacles se situant sur des cours d'eau classés doivent permettre la montaison des espèces cibles présentes sur le tronçon.

De même que pour le transport sédimentaire, le pré-diagnostic a pour but de définir les actions à entreprendre pour chaque obstacle. Deux cas peuvent être mis en évidence :

- 1<sup>er</sup> cas : le pré-diagnostic montre de manière évidente que l'ouvrage a un impact sur l'étape de montaison piscicole. Si les données sont suffisantes, des études seront directement menées afin de traiter le problème. Si les données sont insuffisantes, un diagnostic sera prévu.
- 2<sup>ème</sup> cas : Le pré-diagnostic montre que l'obstacle permet la migration en montaison, ou qu'elle n'est pas nécessaire. Dans ce cas, l'enjeu de montaison sera écarté du projet pour l'ouvrage concerné. Si une passe existe mais que son efficacité n'est pas prouvée, un contrôle de cette passe sera fait.

Cette méthodologie s'appuie sur différents aspects : le contexte naturel de la rivière, comprenant sa population piscicole et sa morphologie ; ainsi que la nature de l'obstacle. Lors du pré-diagnostic, mon rôle est de recenser la population piscicole à l'aide d'études bibliographiques, d'organiser la méthodologie de prise de décision et de l'appliquer sur les différents ouvrages concernés.

### **Evaluation de la population piscicole et du milieu :**

L'aménagement d'un obstacle afin de permettre la montaison piscicole n'est pas requis dans tous les cas. Cette nécessité est évaluée grâce à une analyse de la qualité des populations piscicoles

présentes, ainsi que leur probabilité de migration autour de l'ouvrage, par la présence d'obstacles naturels sur le cours d'eau.

#### Qualité de la population piscicole :

L'examen des populations piscicoles présentes sur le tronçon classé permet d'évaluer les contraintes de franchissement associées aux obstacles.

La première étape est de déterminer quelles sont les espèces cibles existantes, et l'état de leur peuplement. Dans certains cours d'eau des doutes sont révélés quant à la nature des « espèces cibles », ainsi que leur comportement. Des études faites par les FDPPMA montrent des contradictions sur les poissons recensés pris en considération pour établir le classement. Lors du pré-diagnostic, un dilemme s'est révélé lors des discussions avec différents acteurs (FDPPMA, ingénierie, DREAL, DDT...). Certains considèrent qu'assurer la montaison des poissons n'est pas opportun si la population piscicole est faible, et d'autres estiment que le franchissement n'est pas nécessaire si les populations se portent bien, et sont réparties en amont et aval de l'obstacle. Ceci s'est révélé lors de réunions avec l'ingénierie, et de discussions téléphoniques avec l'ONEMA, organisées dans le but de tenir au courant les différents acteurs du projet de la méthode utilisée, et d'obtenir leur validation.

La gestion de ces deux cas de figure est complexe, et un consensus n'ayant pas été clairement identifié entre les différents acteurs, un diagnostic sera effectué dans le cas d'une pauvreté piscicole, afin d'en déterminer la cause, et d'évaluer le rôle de l'ouvrage vis-à-vis du problème. Dans le cas d'une rivière ayant une population active de bonne qualité, il a été convenu qu'un ouvrage de montaison doit être effectué, afin de faire perdurer cette population.

La montaison des poissons se fait pendant des périodes de l'année sélectives. Ces périodes dépendent des espèces cibles. Néanmoins, dans l'étape de pré-diagnostic, l'appréciation visuelle ne permet pas d'être précis sur des périodes de franchissement, ainsi la préconisation retenue est de traiter l'obstacle s'il apparaît comme obstruant une partie de l'année.

#### La morphologie du cours d'eau :

Les espèces cibles présentes ne sont pas toujours capables d'atteindre naturellement l'aval immédiat de l'obstacle, dans le but de le remonter.

S'il existe des chutes infranchissables en amont de l'ouvrage, et qu'aucune zone de frayère n'est recensée entre l'obstacle et cette chute, le poisson n'a pas d'intérêt biologique à se trouver dans ce tronçon. De même, une chute trop élevée se situant en aval de l'aménagement ne permet pas au poisson de remonter jusqu'à l'obstacle. La notion de chute trop importante dépend des espèces présentes. La capacité de franchissement d'un obstacle par une espèce est définie par sa capacité de nage. Pour le pré-diagnostic, l'évaluation du passage de la chute est définie grâce à l'espèce présente dans le secteur de l'UP Alpes qui possède la plus grande capacité de saut, c'est-à-dire la truite fario (sauf pour le Rhône ou le saumon sera considéré). En effet, si une chute est infranchissable pour une truite fario, elle ne l'est pas non plus pour des espèces plus sélectives. La découverte de chutes infranchissables pour des espèces cibles à faible capacité de saut ne peut être envisagée que dans l'étape de diagnostic. Le saut maximal que peut effectuer une truite est communément estimé à 30 cm, mais certains grands individus peuvent sauter 50 cm dans des conditions hydrauliques favorables.

Ainsi, lors du pré-diagnostic, la découverte d'une chute supérieure à 50 cm de part et d'autre de l'ouvrage, sur 1 km environ, démontre le manque de pertinence d'équiper l'obstacle. Ceci est une

décision prise en concertation avec l'ONEMA. Cependant, il est possible que par la suite du projet, pour certains obstacles, cette évaluation s'avère trop grossière et que des études doivent être entreprises.

#### **Différenciation selon la nature de l'obstacle :**

Le pré-diagnostic diffère pour des ouvrages de faible hauteur et non mobiles, ou des ouvrages de hauteur plus élevée.

Un obstacle de chute supérieure à 30-50 cm (capacité de saut d'une truite fario), mobile ou non, et qui n'est pas équipé d'une passe de montaison est considéré comme infranchissable pour les espèces cibles. Cette notion n'est pas évidente, car la hauteur de chute dépend du débit de la rivière et donc des saisons.

Pour un ouvrage non mobile et de chute inférieure à 30 cm, la nature du seuil doit être étudiée. Les indices à recueillir afin d'effectuer le pré-diagnostic sont (*Conseil Supérieur de la Pêche, 2007*):

- Les espèces cibles présentes et l'analyse de leur capacité de saut, afin de considérer l'aptitude de remontée.
- La profondeur de la fosse d'appel en aval du seuil. Une hauteur d'environ deux fois celle de la chute est préconisée de façon à assurer une impulsion suffisante pour le poisson.
- La lame d'eau s'écoulant à la crête du seuil. La hauteur suffisante n'est pas évidente à chiffrer, car elle dépend du type de déversoir. Un tirant d'eau suffisant est estimé visuellement par rapport à la hauteur de chute. (*Larinier et al, 1999*)
- La constitution du seuil : sa forme et son matériau de construction. Certaines matières, comme le métal, ou la présence d'éminences en crête de l'obstacle sont susceptibles de blesser le poisson.

Un schéma illustrant les différentes configurations des obstacles et leur franchissabilité associée en montaison se situe en **Annexe 13**.

Pour les seuils formés d'un radier, les éléments à étudier sont (*GHAAPPE, 2006*) :

- Les espèces cibles présentes et l'analyse de leur capacité de nage afin de considérer l'aptitude de remontée.
- Les caractéristiques du radier : sa longueur, sa pente et sa rugosité. L'évaluation de la pente satisfaisante doit se faire en corrélation avec la longueur du radier et sa rugosité, et joue un rôle sur la vitesse de l'écoulement sur le radier. L'interaction de tous ces phénomènes ne peut pas être visuellement définie lors du pré-diagnostic. On retient les critères visuels suivants, à affiner dans le cas d'incertitudes : la rugosité n'est pas supposée satisfaisante si le radier est lisse visuellement (roche lisse, ou béton). Sa longueur ne doit pas dépasser quelques mètres, correspondant à la distance maximale de nage en sprint de la Truite fario (*GHAAPPE, 2001*). La pente est supposée permettre la montaison si elle s'inscrit dans la déclivité de la rivière, et n'est pas plus importante.

- La hauteur d'eau sur le radier. L'analyse de l'efficacité en montaison de cette donnée dépend de celles citées ci-dessus. En effet, la lame d'eau requise dépend de la pente et de la rugosité du radier. Plusieurs valeurs moyennes sont citées dans la littérature.

Une lame d'eau de 20 cm pour les Truites fario, les Cyprinidés, et les plus petites espèces est nécessaire (GHAAPPE, 2006). Cependant on trouve aussi la valeur de 10 cm de lame d'eau seulement (DDT du Puy de Dôme, 2010) . Pour le pré-diagnostic, la valeur maximale de 20 cm est choisie, et sera affinée par un diagnostic si besoin.

Certains ouvrages sont déjà équipés d'une passe de montaison. Si elle ne paraît pas fonctionnelle (chutes trop élevées), de nouvelles études seront engagées, et si la passe ne fait pas l'objet de suivis en cours, un contrôle de cette dernière sera prévu. Cette détermination peut être faite visuellement (chutes trop élevées), mais est essentiellement effectuée grâce aux avis des FDPPMA sur les passes existantes.

Dans le cas des grands ouvrages (> 10m), l'appréhension du coût-bénéfice est discutée lors du pré-diagnostic. Le coût est évalué lors des EP pour les projets, cependant la nécessité de garantir une montaison pour ces barrages impose des dépenses considérables, et ainsi la mise en place d'un diagnostic pour évaluer préalablement la réelle pertinence de franchissement paraît opportune, si certaines incertitudes sont révélées.

Des diagnostics sont prévus dans le cas d'un manque d'informations sur le peuplement piscicole ainsi que sur le réel impact de l'ouvrage sur la continuité piscicole en montaison.

Les étapes constituant le pré-diagnostic sont résumées dans l'organigramme suivant. Je l'ai créé à l'aide des informations bibliographiques, pour permettre d'uniformiser la prise de décision sur les différents ouvrages, afin de mieux organiser la démarche du pré-diagnostic :

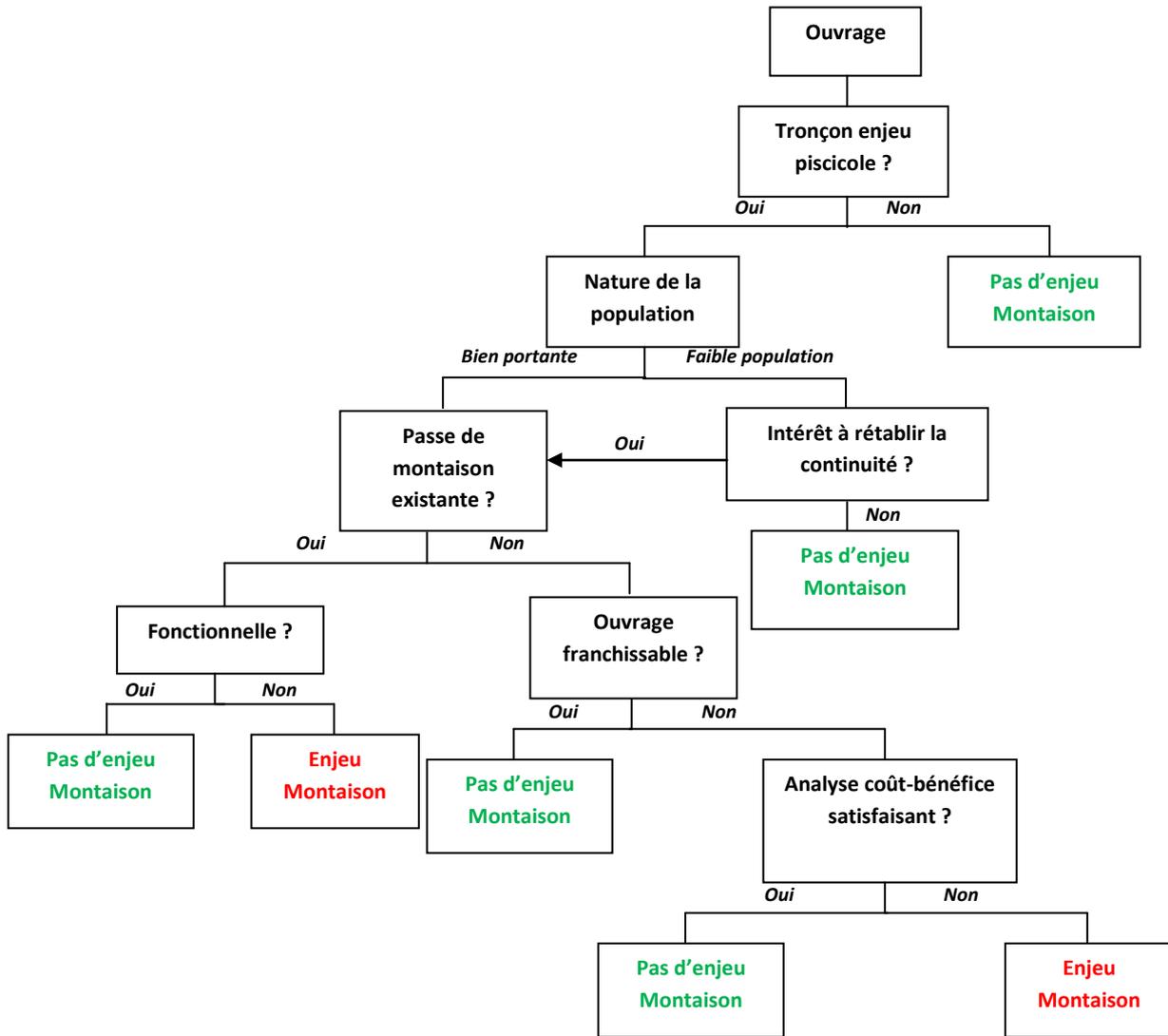


Figure 5. Logigramme de décision d'un enjeu de l'ouvrage vis-à-vis de la montaison

### 2.2.3. Application de la méthode aux ouvrages

La méthodologie de prise de décision ci-dessus appliquée aux ouvrages du projet est récapitulée dans le tableau suivant. Pour certains ouvrages, les visites ont permis de recenser des problèmes (chutes trop élevées, radiers trop lisses). Pour les barrages, la présence ou non de passe est connue par le service BETE, et leur efficacité est évaluée par les exploitants, ou par des retours des études faites par les FDPMA et l'ONEMA.

Ouvrages	Tronçon enjeu piscicole?	Explication de la décision	Enjeu M
<i>Arthaz</i>	Oui	passé existante, suivi	<b>Non</b>
<i>Beffay</i>	Oui	Infranchissables à l'aval	<b>Non</b>
<i>Bramans</i>	Oui	Passé existante, pas de suivi	<b>Contrôle</b>
<i>Valmeinier</i>	Oui	Infranchissables en amont	<b>Non</b>
<i>Châtelard seuil amont</i>	Oui	Deux chutes de 1 m	<b>Oui</b>
<i>Châtelard seuil aval</i>	Oui	Lame d'eau insuffisante, pente trop élevée	<b>Oui</b>
<i>Mottets</i>	Oui	Infranchissables à l'aval	<b>Non</b>
<i>Cudray</i>	Oui	Infranchissables à l'aval	<b>Non</b>
<i>Centron</i>	Oui	Passé existante, suivi	<b>Non</b>
<i>Montrigon</i>	Oui	Passé existante mais à améliorer	<b>Oui</b>
<i>Seuil de Malgovert</i>	Oui	Chute trop élevée, seuil en métal blessant	<b>Oui</b>
<i>Seuil Pont des Arcs</i>	Oui	Passé existante mais à améliorer	<b>Oui</b>
<i>Saint-Bruno</i>	Oui	Infranchissables à l'aval	<b>Non</b>
<i>Plan du Lac</i>	Oui	Infranchissables à l'aval	<b>Non</b>
<i>Saut du Moine</i>	Oui	Passé en construction	<b>Oui</b>
<i>Seuil de la Rivoire</i>	Oui	Chute trop élevée	<b>Oui</b>
<i>Seuil de Voreppe</i>	Oui	Incertitude sur le franchissement	<b>Diagnostic à faire</b>
<i>Beauvoir</i>	Oui	Chute trop élevée, coût important	<b>Diagnostic à faire</b>
<i>Beaumont-Montoux</i>	Oui	Chute trop élevée	<b>Oui</b>
<i>Ponturin</i>		Chute trop élevée, manque d'information	<b>Diagnostic à faire</b>
<i>Brides-les-Bains</i>	Oui	Infranchissables à l'aval	<b>Non</b>
<i>Seuil Pont-Mayet</i>	Oui	Radier trop lisse, trop long, lame d'eau insuffisante	<b>Oui</b>
<i>Détrier</i>	Oui	Manque d'information	<b>Diagnostic à faire</b>
<i>Seuil du Furon</i>	Oui	Chute trop élevée	<b>Oui</b>
<i>Romagnieu</i>	Oui	Passé existante, suivi	<b>Non</b>
<i>Jons</i>	Oui	Passé existante, suivi	<b>Non</b>
<i>La Valette</i>	Oui	Passé existante, suivi	<b>Non</b>
<i>Valjoux</i>	Oui	Passé existante, pas de suivi	<b>Contrôle</b>

Tableau 4. Application de la méthodologie associée à la maintenance aux ouvrages

Le pré-diagnostic face à l'enjeu de montaison s'est révélé être une étape déterminante afin de diminuer le nombre de diagnostics à appliquer.

Pour 10 ouvrages la continuité piscicole n'est actuellement pas assurée, et la franchissabilité de ces obstacles doit être permise. Parmi ces obstacles, 8 sont infranchissables de par leur constitution et 2 possèdent une passe non fonctionnelle pour certaines configurations (bas débits). Des études vont être directement programmées pour ces 10 obstacles.

Pour 7 obstacles, des chutes naturelles infranchissables en amont ou en aval de l'obstacle ne permettent pas aux poissons de se situer au droit de l'ouvrage, et ainsi un aménagement de montaison ne paraît pas nécessaire. Il reste à faire valider cette étape par les services de l'Etat, et donc l'ONEMA.

3 ouvrages nécessitent un diagnostic :

**Beauvoir** : une analyse du bénéfice doit être effectuée. C'est un ouvrage supérieur à 10m, pour lequel des études faites par la FDPPMA 38 montreraient qu'il serait plus judicieux de favoriser les connections latérales (elles permettent aux poissons de remonter vers les affluents parfois riches en zones de frayères potentielles) plutôt que de construire une passe très coûteuse à Beauvoir. La relecture et une réflexion par rapport à ces affluents sont impératives avant l'ordonnance d'études.

**Ponturin** : Manque d'information piscicole sur le cours d'eau Le Ponturin.

**Seuil de Voreppe** : incertitude sur le franchissement de l'obstacle.

5 barrages sont aménagés de passes qualifiées de fonctionnelles.

2 barrages sont équipés de passes dont le bon fonctionnement n'est pas prouvé par un suivi d'efficacité, ainsi des contrôles devront être faits : **Bramans** et **Valjouffrey**

#### 2.2.4. Diagnostics et contrôles à effectuer

Les actions directement effectuées par la maîtrise d'œuvre seront les diagnostics et les contrôles.

##### **Diagnostics**

Le CIH met en place une méthodologie de diagnostic piscicole. C'est une typologie générale. Les diagnostics adaptés pour chaque ouvrage seront inspirés de la méthodologie prévue, mais pourront varier en fonction des attentes. Ce choix sera effectué par le CIH.

Un descriptif du contenu du diagnostic piscicole de montaison se situe en **Annexe 14**.

##### **Contrôles**

Le contrôle du bon fonctionnement d'une passe est aussi défini par un protocole. Il comprend une identification des espèces cibles, et une vérification du comportement hydraulique de la passe : hauteurs de chutes, débit dans la passe, courant d'attrait,...suivant sa configuration.

## 2.3. Enjeu lié à la dévalaison

### 2.3.1. La migration de dévalaison et l'impact des ouvrages sur la dévalaison piscicole

- **La migration de dévalaison**

Afin de se reproduire et de garantir leur grossissement, les poissons ont besoin de migrer de l'aval vers l'amont, mais aussi de redescendre de l'amont vers l'aval

La dévalaison a lieu après la période de frai. Les adultes dévalent après leur reproduction, et les juvéniles cherchent à descendre pour grossir.

Le comportement des poissons dévalant est relativement difficile à prévoir. Les recherches se sont jusqu'à aujourd'hui essentiellement focalisées sur la montaison et la dévalaison des jeunes saumons (smolts). L'estimation des périodes se fait grâce aux connaissances des périodes de frai. On suppose que la dévalaison des adultes a lieu à la suite des mois de reproduction, pour les jeunes vraisemblablement lors des épisodes de forts débits au printemps. Sur le territoire d'UP Alpes les caractéristiques des cours d'eau montagnards, souvent de régime nival et/ou glaciaire, ajoutent de nombreuses incertitudes sur les périodes de migrations piscicoles.

Ci-dessous on retrouve les périodes préférentielles de dévalaison pour les espèces cibles et les espèces concernées recensées dans le projet :

Espèces	Période de dévalaison	Références
<b>Truite fario</b>	Mars - Juillet	<i>Site Encyclopêche</i>
<b>Ombre commun</b>	Juin - Août	<i>Conseil Général de l'Isère, 2005</i>
<b>Cyprinidés</b>	Printemps-été	<i>GHAAPPE, 2001</i>
<b>Chabot</b>	Février - Octobre	<i>Ovidio et al, 2007</i>

**Tableau 5. Périodes de dévalaison des espèces cibles et concernées**

Ces valeurs sont théoriques et relativement larges, estimées en fonction des périodes de montaison. Cependant, il semblerait que les migrations de l'amont vers l'aval soient aussi liées à la variation de débit des rivières. Les périodes de forts débits entraîneraient naturellement un pic de dévalaison des différentes espèces, qui se laisseraient emporter à l'aval. (*Larinier et al, 1999*).

- **L'impact des ouvrages sur la dévalaison**

La présence de barrages, seuils et prises d'eau bloquent le transfert des poissons de l'amont vers l'aval. Pour certains ouvrages, la conséquence n'est pas seulement un blocage, mais des blessures voire la mort des individus. L'impact d'un ouvrage sur la dévalaison s'avère ainsi un enjeu de sensibilité égale à la montaison, même si actuellement c'est un sujet moins mis en avance dans la littérature.

La nature de l'ouvrage influe sur l'impact : la mortalité est principalement constatée dans les ouvrages mécanisés.

La constitution et le fonctionnement d'une prise d'eau permet d'apprécier ce phénomène :

Des pré-grilles, permettant d'arrêter les embâcles grossiers, sont installées au droit amont de la prise d'eau (écartement de 10 cm environ). Plus en aval, les embâcles plus petits et les sédiments grossiers sont retenus par des grilles fines (espacement variable de 2 cm à 5 cm). L'eau est ensuite stockée dans un dessableur, ouvrage dans lequel l'eau est relativement stable afin de faire décanter les sédiments fins restants (principalement du sable), et ensuite pouvoir entonner l'eau relativement claire dans une conduite forcée, qui sera par la suite turbinée dans une centrale qui se trouve plus en aval.

La description imagée du trajet de l'écoulement au sein d'une prise d'eau est illustrée en **Annexe 15**, par l'exemple de la prise d'eau de Cudray.

Un poisson arrivant au droit d'une prise d'eau peut agir différemment :

De par l'écartement suffisamment important, l'individu passe au travers des pré-grilles et se retrouve au droit des grilles fines. Si leur écartement est assez réduit, le poisson ne les traverse pas. Dans ce cas soit il est dévié vers un exutoire de sortie en amont des grilles si il existe, soit il reste bloqué dans l'entrée de la prise si aucun échappatoire ne s'y trouve. Si le débit affluant sur les grilles fines est trop important, le poisson peut être écrasé sur les grilles, entraînant une mortalité presque systématique. Si les grilles fines possèdent un écartement trop important, le poisson traverse les grilles, et se retrouve bloqué dans le dessableur, dans lequel sa mortalité est certaine. Il faut aussi considérer que lorsqu'un poisson s'échappe par un exutoire, il va atterrir à l'aval de l'ouvrage, et la chute peut être dans certains cas importante, ainsi la survie du poisson dépend de cette hauteur et des conditions de réception.

Ainsi la dévalaison piscicole, qui paraît dans un premier temps assurée lorsqu'un flux s'effectue de l'amont vers l'aval n'est pas évidente.

### **2.3.2. Pré-diagnostic des ouvrages lié à la dévalaison, méthodologie**

Afin d'assurer la migration piscicole, les obstacles classés doivent permettre la dévalaison des espèces cibles présentes sur le tronçon.

De même que pour les autres enjeux, le pré-diagnostic a pour but de définir les actions à entreprendre pour chaque obstacle. Deux cas peuvent être mis en évidence :

- 1<sup>er</sup> cas : Le pré-diagnostic montre de manière évidente que l'ouvrage a un impact sur l'étape de dévalaison piscicole. Si les données sont suffisantes, des études seront directement menées afin de traiter le problème. Si les données sont insuffisantes, un diagnostic sera prévu.
- 2<sup>ème</sup> cas : Le pré-diagnostic montre que l'obstacle permet la migration en dévalaison, ou qu'elle n'est pas nécessaire. Dans ce cas, l'enjeu de dévalaison sera écarté du projet pour l'ouvrage concerné.

Cette méthodologie s'appuie sur différents aspects : la population piscicole présente, et la nature de l'ouvrage. La population piscicole est évaluée, de même que pour la montaison, par une étude bibliographique, et l'impact de l'ouvrage est évalué essentiellement par les avis des exploitants, ainsi que par des visites de terrains.

### **Evaluation de la population piscicole :**

Les espèces cibles présentes sur les tronçons sont les mêmes pour la dévalaison que pour la montaison. La hauteur de 50 cm des chutes naturelles présentes sur le cours d'eau ne constituent pas un obstacle à la dévalaison, à l'inverse de la montaison, les poissons étant capables de survivre à des chutes très élevées (*Larinier et al, 1999*). Le dilemme annoncé pour la montaison associé à la qualité du peuplement piscicole et à son comportement est le même pour la dévalaison. La même hypothèse est faite : un ouvrage de dévalaison doit être mis en place dans le cas d'une population active de bonne qualité, et un diagnostic est prévu dans le cas d'une prétendue pauvreté piscicole.

Les périodes de migration sont différentes en montaison et dévalaison, et les ouvrages de franchissement associés à ces deux phénomènes ne devront ainsi pas être efficaces aux mêmes périodes de l'année. Les périodes préférentielles de dévalaison sont citées dans le tableau précédent, avec leurs incertitudes associées. Pour les cours d'eau du projet, les débits sont fortement liés à la fonte des neiges. On peut ainsi supposer que la dévalaison se produit essentiellement au printemps. Néanmoins, dans le cadre du pré-diagnostic, la période de dévalaison n'étant qu'approximative, on considèrera que l'ouvrage doit assurer la dévalaison toute l'année. Les réflexions au cas par cas seront faites lors des études.

### **Différentiation selon la nature de l'obstacle :**

La dévalaison au travers d'un ouvrage qui barre le cours d'eau ne peut s'effectuer que si un flux suffisant et attractif est assuré de l'amont vers l'aval. La nature de cet écoulement doit être expertisée.

Le pré-diagnostic diffère selon que l'obstacle est un seuil ou un barrage de nature prise d'eau.

### Méthodologie associée aux seuils :

La mortalité piscicole peut s'opérer uniquement dans les cas où le seuil est blessant, et/ou la réception de chute non adéquate.

La chute maximale qu'un poisson peut endurer, en supposant une réception convenable, dépend principalement de sa taille. Des expérimentations ont mis en évidence l'apparition de dommages significatifs dès que la vitesse d'impact sur le plan d'eau dépasse 15-16 m/s, ce qui correspond à une chute de 30-40 m pour des poissons de 15 à 18 cm, et à une chute de 13 m seulement pour des poissons d'une taille supérieure à 60 cm. (*Bell et al, 1972*). Ainsi pour tous les ouvrages du classement la hauteur de chute n'est pas un critère de non franchissement.

Malgré cela, la réception n'est naturellement pas optimale, et ainsi certains seuils de faible hauteur de chute peuvent aussi blesser les individus dévalant de par leur mauvaise réception. La profondeur de réception nécessaire dépend de la hauteur de chute. Il est préférable que la profondeur de réception mesure au moins la moitié de la chute. (*GHAAPPE, 2001*).

Pour un seuil, la vérification des critères suivants permet de le considérer comme franchissable : une lame d'eau en crête suffisante, la constitution du seuil non blessante, ainsi qu'une bonne corrélation entre la chute et la profondeur de réception. La lame d'eau nécessaire n'est pas explicitement décrite dans la littérature. Pour assurer une montaison, elle doit être de 10 à 20 cm (cf. 2.2.2.), on peut ainsi émettre l'hypothèse que la lame d'eau nécessaire pour la dévalaison est inférieure à 10 cm. En fait, compte tenu des changements de débits, ceci est difficile à évaluer, et on pourra considérer que 5 cm suffisent si le seuil n'est pas blessant, et comporte une pente assez élevée.

Dans le cas des seuils constitués d'un radier, seule la lame d'eau et la nature des matériaux du seuil sont à évaluer. Contrairement à la montaison, la longueur du radier n'a pas d'influence.

#### Méthodologie associée aux barrages :

L'étude de la constitution et du fonctionnement de la prise d'eau permet d'évaluer son impact sur la dévalaison.

##### ✓ Constitution de la prise d'eau :

La présence ou non d'un exutoire, et la nature des grilles fines au sein de la prise d'eau sont des éléments de constitution de la prise d'eau essentiels pour évaluer la capacité de dévalaison.

La présence d'un exutoire : pour que les poissons puissent dévaler, un exutoire doit être accessible. Le pré-diagnostic consiste ainsi à vérifier la présence d'un exutoire, qui pourrait potentiellement être utilisé à des fins de dévalaison. Dans le cas des prises d'eau du projet, il existe un orifice de débit de restitution qui permet le passage d'un flux continu de l'amont vers l'aval, afin d'assurer une continuité hydraulique. C'est le débit réservé. La valeur réglementaire dépend du module du cours d'eau. Le débit réservé doit être au minimum à 1/10 du module du cours d'eau si ce dernier est inférieur à 80 m<sup>3</sup>/s, et il est accepté qu'il ne représente que 1/20 du module pour un cours d'eau de débit supérieur à 80m<sup>3</sup>/s (L214-18). Ce débit doit être respecté toute l'année, ainsi on pourrait imaginer que son orifice de restitution soit un ouvrage efficace pour assurer la dévalaison piscicole. Toutefois, les exutoires doivent être étudiés au cas par cas.

Leur efficacité pour la dévalaison dépend de leur position : un exutoire attractif pour la dévalaison semble devoir se trouver en amont immédiat des grilles fines, pour être le plus attrayant possible (*Larinier et al, 1999*). Leur attractivité dépend aussi de leur profondeur d'implantation. La dévalaison des truites est assez mal connue, de par les périodes associées et leur comportement. Des études ont été effectuées pour les smolts de saumon atlantiques, et il semblerait que les truites agissent de manière comparable. Ce point serait important à vérifier grâce à des études et retours d'expériences plus approfondies. Des études montrent que les smolts atlantiques dévalent en surface, contrairement à leur montaison qui s'effectue en profondeur (*Chanseau et al, 1999*). On suppose pour le pré-diagnostic qu'il en est de même pour les Truites et autres espèces cibles. Ainsi une position en profondeur de l'exutoire de débit réservé n'est pas considéré comme suffisamment attractive. Seulement, la plupart des orifices de débit réservé des prises d'eau ont été positionnés en profondeur, pour permettre le passage du débit règlementaire toute l'année, même en période d'étiage. Dans ces cas-là, le pré-diagnostic ne valide pas comme conforme l'orifice de débit réservé comme exutoire.

Cependant la présence d'un tel orifice s'accompagne souvent d'un bassin de réception en aval, permettant de contrôler le débit restitué dans le milieu naturel. Ce bassin constitue une opportunité de bassin de réception de dévalaison. Cette possibilité est à évaluer en fonction de sa profondeur et de sa surface. Ces critères ne peuvent être déterminants lors d'un pré-diagnostic, mais constituent une piste fiable pour les études.

L'étude de ces exutoires de débit réservé ainsi que leur réception est aussi faite dans un but de rentabilité. Effectivement, le débit qui n'est pas entonné vers la centrale, mais transitant vers l'aval constitue une perte énergétique. La mise en place d'un système de dévalaison, pour être accepté, ne

doit pas entraîner de pertes de débit entonné supérieures au débit réservé. Ainsi l'utilisation de l'orifice de restitution du débit réservé, ou son remplacement par un exutoire plus efficace pour la dévalaison constitue une nécessité. La solution d'utiliser le bassin de contrôle du débit réservé comme fosse de réception des poissons permettrait de continuer à contrôler le débit, tout en permettant une chute convenable. C'est pourquoi lors du pré-diagnostic ces éléments sont évalués, car les études à mener ensuite sont plus ou moins complexes en fonction de ces constituants.

La présence de grilles fines : pour chaque prise d'eau, il faut vérifier la présence de grilles fines, qui constituent une barrière physique pour les poissons. On considère que les poissons ne peuvent pas les traverser si leur écartement est inférieur à 2 cm voir 2,50 cm, valeur prise en France pour la truite (*Larnier et al, 1999*). Les grilles fines doivent s'accompagner d'une vitesse réduite de l'écoulement au droit des grilles, afin d'éviter les blessures, ainsi qu'une vitesse tangente aux grilles plus importante pour permettre l'évacuation des poissons. Les valeurs nécessaires dépendent de la constitution de chaque prise d'eau, ainsi elles seront définies dans les phases d'études. Seul l'écartement des grilles peut être évalué lors du pré-diagnostic, par des plans ou des visites, mais cela ne permettra pas de conclure à une dévalaison assurée.

✓ Fonctionnement et la gestion de la prise d'eau :

Les déversements et les chasses constituent des opportunités de passage en aval des poissons.

La fréquence des déversements : dans certains cas, il n'est pas nécessaire qu'un exutoire se trouve à l'entrée de la prise d'eau, car de nombreux déversements sont observés, et peuvent permettre une dévalaison suffisante des poissons. Cependant, il faut évaluer plusieurs critères pour effectivement considérer que ceux-ci soient efficaces : lame d'eau correcte, avec une réception des poissons en aval convenable, à une fréquence importante et durant les périodes de l'année stratégiques. Ceci est difficilement quantifiable lors d'un pré-diagnostic. Lors de cette étape, on discute avec les exploitants du nombre de déversements, de leur fréquence et à quelles périodes ils ont lieu. Pour certaines prises d'eau, les déversements sont presque continus lors de la fusion nivale (mi mai à mi juillet selon l'altitude) et permettent la dévalaison. Pour les ouvrages qui semblent déverser fréquemment un diagnostic peut être décidé afin d'évaluer la réelle efficacité de ces déversements.

Les chasses effectuées en rivière : afin d'évacuer les sédiments fins accumulés à l'entrée de la prise d'eau, des chasses sont effectuées. Les vannes s'ouvrent et les poissons peuvent ainsi dévaler. Cette méthode nécessite aussi que la réception des poissons dans la rivière à la sortie des vannes soit effective. Cette technique n'a pas prouvé son efficacité pour la dévalaison. Sans connaître précisément les périodes préférentielles des espèces cibles, on peut difficilement imaginer cette technique comme suffisante à elle seule, sauf si des suivis en cours concluent à une dévalaison satisfaisante. Elle peut cependant s'ajouter à une autre, comme par exemple à des déversements, afin d'augmenter son efficacité de dévalaison. Dans le cas de chasses fréquentes, un diagnostic sera mis en place. L'efficacité des chasses lors de cette étape de pré-diagnostic ne peut être admise que si un suivi piscicole est effectué sur l'ouvrage.

Afin de déterminer l'efficacité grossière de la dévalaison pour les ouvrages concernés par le classement, on se heurte à un manque évident de connaissances quant aux périodes de dévalaison

sur le secteur considéré, ainsi qu'un déficit de jugement sur la fréquence suffisante de déversements ou des chasses. Un travail de recherche sur la génétique est en cours par le pôle Recherche et Développement, et pourra peut-être apporter des informations précieuses sur le niveau de franchissabilité d'un obstacle.

Les étapes constituant le pré-diagnostic sont résumées dans l'organigramme suivant. De même que précédemment, j'ai mis en forme ce logigramme afin d'organiser la démarche du pré-diagnostic. Cette méthodologie sera mise en place sur tous les ouvrages concernés.

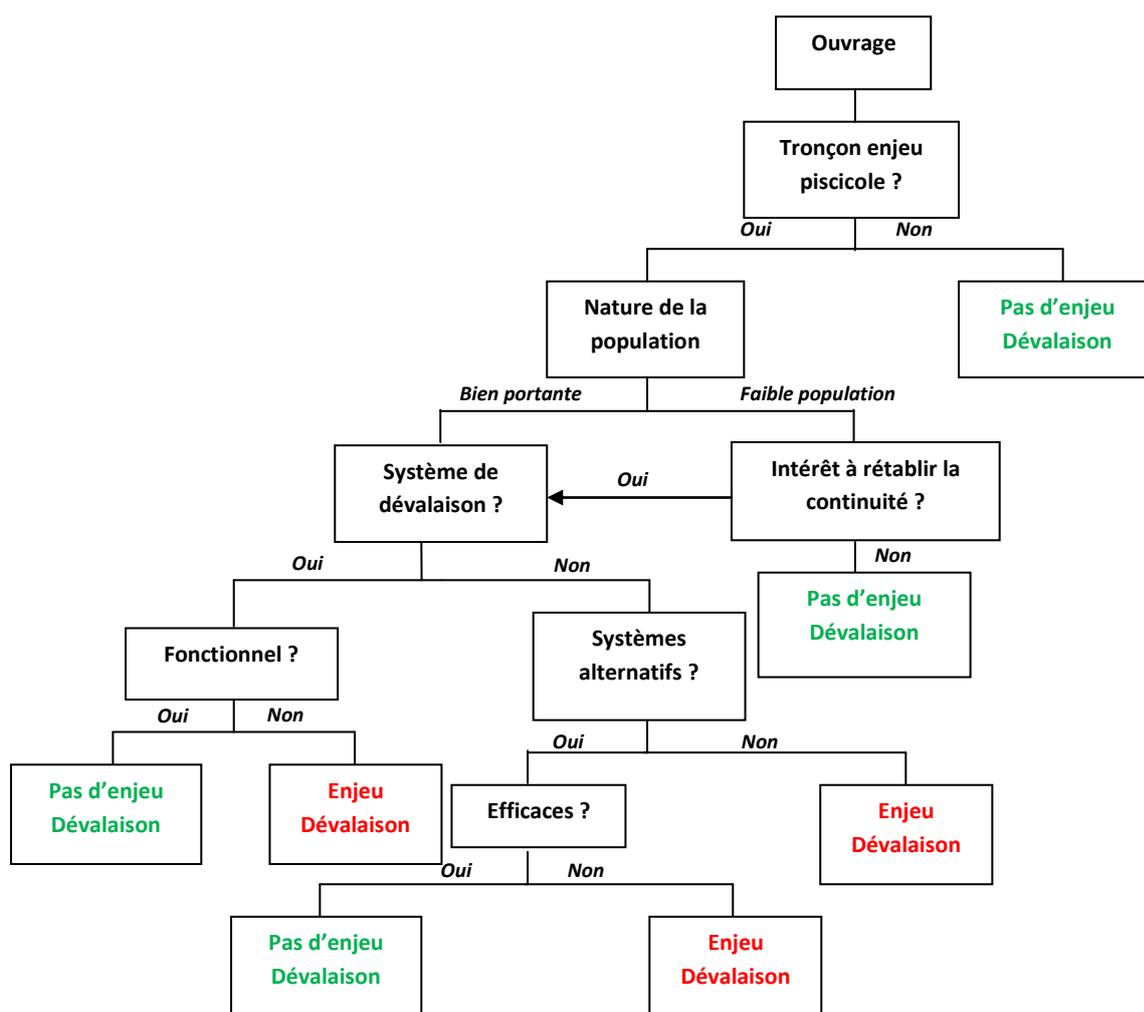


Figure 6. Logigramme de décision d'un enjeu de l'ouvrage vis-à-vis de la dévalaison

### 2.3.3. Application de la méthode aux ouvrages

La méthodologie de prise de décision ci-dessus appliquée aux ouvrages du projet est récapitulée dans le tableau suivant. Pour les seuils, une visite de terrain, ainsi que les photos permettent de réaliser le pré-diagnostic. Pour les barrages, des visites de terrains ont eu lieu, mais la principale source d'information sur la gestion des barrages est l'avis des exploitants et les consignes de chasses.

Ouvrages	Tronçon enjeu piscicole?	Explication de la décision	Enjeu D ?
<b>Arthaz</b>	Oui	Chasses effectives – déversement fréquent	<b>Non</b>
<b>Beffay</b>	Oui	Pas de système de dévalaison	<b>Oui</b>
<b>Bramans</b>	Oui	Chasses effectives – dispositif de dévalaison en place	<b>Non</b>
<b>Valmeinier</b>	Oui	Pas de système de dévalaison	<b>Oui</b>
<b>Châtelard seuil amont</b>	Oui	2 chutes de 1 m avec réception suffisante	<b>Non</b>
<b>Châtelard seuil aval</b>	Oui	Lame d'eau suffisante sur le radier, pente assez élevée	<b>Non</b>
<b>Mottets</b>	Oui	Chasses vont être augmentées pour le transport sédimentaire	<b>Diagnostic à faire</b>
<b>Cudray</b>	Oui	Pas de système de dévalaison	<b>Oui</b>
<b>Centron</b>	Oui	Système de dévalaison en place effectif	<b>Non</b>
<b>Montrigon</b>	Oui	Chasses effectives	<b>Non</b>
<b>Seuil de Malgovert</b>	Oui	Seuil en métal blessant	<b>Oui</b>
<b>Seuil Pont des Arcs</b>	Oui	Dévalaison assurée par une rive en enrochements	<b>Non</b>
<b>Saint-Bruno</b>	Oui	Suspicion d'un manque d'intérêt piscicole	<b>Diagnostic à faire</b>
<b>Plan du Lac</b>	Oui	Pas de système de dévalaison	<b>Oui</b>
<b>Saut du Moine</b>	Oui	Déversements fréquents	<b>Diagnostic à faire</b>
<b>Seuil de la Rivoire</b>	Oui	Seuil, lame d'eau et réception suffisante	<b>Non</b>
<b>Seuil de Voreppe</b>	Oui	Seuil, lame d'eau et réception suffisante	<b>Non</b>
<b>Beauvoir</b>	Oui	Incertitudes trop importantes	<b>Non-reporté</b>
<b>Beaumont-Montoux</b>	Oui	Système de dévalaison efficace	<b>Non</b>
<b>Ponturin</b>	Oui	Manque d'information	<b>Diagnostic à faire</b>
<b>Brides-les-Bains</b>	Oui	Système de dévalaison mais suspicion de non efficacité	<b>Diagnostic à faire</b>
<b>Seuil Pont-Mayet</b>	Oui	Radier lisse avec lame d'eau suffisante	<b>Non</b>
<b>Détrier</b>	Oui	Manque d'information	<b>Diagnostic à faire</b>
<b>Seuil du Furon</b>	Oui	Seuil, lame d'eau et réception suffisante	<b>Non</b>
<b>Romagnieu</b>	Oui	Déversements fréquents	<b>Diagnostic à faire</b>
<b>Jons</b>	Oui	Système de dévalaison efficace	<b>Non</b>
<b>La Valette</b>	Oui	Pas de système de dévalaison	<b>Oui</b>
<b>Valjouffrey</b>	Oui	Déversements fréquents	<b>Diagnostic à faire</b>

Tableau 6. Application de la méthodologie associée à la dévalaison aux ouvrages

Parmi les 28 obstacles classés sur un tronçon comportant un enjeu piscicole, 13 sont considérés comme conformes pour la dévalaison à la suite du pré-diagnostic (chasses suffisantes, seuils franchissables, ou système existant).

6 obstacles ne permettent pas la dévalaison piscicole, et des études sont à engager.

Des diagnostics sont prévus pour 8 prises d'eau dont l'efficacité des chasses et des déversements est à confirmer, ou que la qualité piscicole est incertaine.

Un cas particulier : Beauvoir, dont la dévalaison ne sera pas étudiée dans l'échéance du projet. La montaison paraît plus importante à assurer, et étant un ouvrage important, la question de la dévalaison a été reportée à une échéance incertaine.

#### 2.3.4. Diagnostics à effectuer

De même que pour la montaison, le service de l'ingénierie hydraulique met en place une méthodologie de diagnostic piscicole. Les diagnostics adaptés pour chaque ouvrage seront inspirés de la méthodologie prévue, mais pourront varier en fonction des attentes du diagnostic. Ce choix sera effectué par le CIH.

Un descriptif du contenu du diagnostic piscicole de dévalaison se situe en **Annexe 16**.

#### **Conclusion sur la continuité sédimentaire et piscicole :**

Dans le cas de ces pré-diagnostic, les ouvrages ont été étudiés pour les trois aspects de la continuité écologique de manière relativement indépendante. Il faudra cependant prendre en compte lors des études l'interaction de ces différents aspects.

Le cas de la prise d'eau des Mottets illustre ce propos. C'est un ouvrage qui a déjà été étudié pour le transport sédimentaire, et des consignes de chasses vont être mise en place sur cet ouvrage. Ainsi le diagnostic, et ensuite la potentielle étude de dévalaison doit se faire en considérant ces nouvelles consignes, qui répondront peut-être simultanément à l'enjeu sédimentaire et piscicole.

Les diagnostics seront réalisés par des ingénieurs spécialisés dans le transport sédimentaire et par d'autres spécialisés dans le domaine piscicole, ce qui dissocie ces deux aspects. Un des rôles de la maîtrise d'ouvrage lors du suivi de ces diagnostics sera de bien coordonner l'aspect sédimentaire et piscicole de la continuité, pour éviter que les deux branches d'ingénierie n'effectuent un travail similaire, ou que les solutions suggérées soient incohérentes, ou inutiles.

La détermination des actions à envisager sur les différents obstacles permet de créer un planning des opérations, et d'identifier les ressources humaines et budgétaires associées. La planification est incontournable dans le cadre d'une gestion de projet.

## 3. Planning des opérations et ressources associées

### 3.1. Les études et réalisations envisagées : considération technique

La gestion du projet nécessite une planification des actions, et donc des études et des travaux à entreprendre. Dans le cas où aucun diagnostic n'est effectué, des solutions présumées d'aménagements doivent permettre de tenir compte de la difficulté des études et travaux associés. Ces solutions proposées sont le fruit de discussions avec le service ingénierie, des visites de terrain, et des retours d'expérience des projets effectués préalablement.

#### 3.1.1. Le transport solide

Les ouvrages non conformes pour le transit sédimentaire dans le cadre du projet subissent tous un diagnostic. Les solutions apportées seront soit une justification de la transparence de l'ouvrage (diagnostic type 1), soit une adaptation du mode de gestion (diagnostic type 2). Ainsi les études à engager ne seront pas sous forme d'EP, APS, et APD, qui sont prévues à des fins de réalisation d'aménagements. Les études conduisant à une adaptation de la gestion de l'ouvrage (discussions avec la maîtrise d'ouvrage), elles ne seront ainsi pas comptabilisées dans les études du périmètre du projet.

#### 3.1.2. La montaison

- Les solutions envisagées

L'estimation des études à entreprendre pour la montaison nécessite de cataloguer les solutions « types » qui permettent le franchissement. Ces réponses proposées tiennent compte de la nature des ouvrages. Néanmoins, les solutions peuvent être combinées pour certains ouvrages, et certaines s'avéreront peut-être irréalisables. La liste qui suit n'est donc ni exhaustive, ni catégorique, mais permet de répartir les ouvrages suivant leurs difficultés associées dans le but d'une planification globale du projet.

L'affectation d'une solution appropriée se fait par étapes :

##### **1<sup>ère</sup> étape : Vérifier l'intérêt de l'obstacle.**

Des ouvrages, principalement les seuils, ont été construits lors de travaux sur les berges ou de construction d'aménagements en amont ou en aval, dans le but de stabiliser l'écoulement. Sur certains de ces seuils se situent des stations de mesures (de débit, de turbidité,...). Leur intérêt n'est parfois plus d'actualité, et la solution de destruction de l'ouvrage pourra dans ce cas être envisagée. L'effacement complet ou partiel d'un obstacle est la seule solution permettant de garantir une absence de dommage sur les poissons. En effet, même franchissable, un obstacle peut continuer à impacter la qualité physico-chimique de l'eau, envoyer des zones de frayères et changer le régime hydrologique (M. Larnier et al, 1999). Dans le cas de notre projet, les barrages sont tous considérés comme utiles (ce sont toutes des prises d'eau en fonctionnement sauf le barrage de Montrigon, qui est un barrage de compensation). Leur arasement (effacement partiel), ou dérasement (effacement

total) ne sont pas des solutions possibles. Pour les seuils, la question se pose au cas par cas. L'effacement d'un seuil est privilégié car c'est la seule solution qui permet de rétablir entièrement la continuité, et elle est souvent moins coûteuse que la mise en place d'ouvrages de franchissement.

## **2<sup>ème</sup> étape : Considérer la hauteur de chute de l'ouvrage.**

Les solutions proposées dans la littérature dépendent de la hauteur de chute de l'obstacle. Ces réponses consistent en des adaptations de l'obstacle existant, ou à l'aménagement d'ouvrages de franchissement annexes. On constate dans la littérature que les modifications ne sont étudiées que pour les seuils dont la hauteur de chute est inférieure à 2 m.

Les ouvrages annexes proposés pour les obstacles comportant une chute supérieure à 2 m sont les suivants :

Les passes à bassins. Des bassins sont reliés entre eux par des échancrures peu profondes, des fentes verticales ou par des orifices aménagés dans la cloison. Les orifices ou fentes verticales profondes permettent le passage des espèces incapables d'effectuer un saut. Ces passes sont réalisables pour toute hauteur de chute, mais nécessitent des études et une réalisation relativement complexes.



**Passes à fentes verticales Méricourt (78) –rivière Seine et passes à fentes verticales Bonicoll-rivière Gardon (GHAAPPE, 2006)**

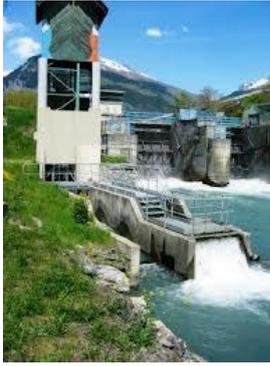
Les rivières de contournement. Une rivière composée de petits seuils éloignés est créée sur une des rives de l'obstacle existant. Ceux-ci forment des bassins de longueur suffisante pour que l'énergie soit dissipée avant la chute suivante. Le même effet peut être permis par l'agencement de blocs. Cette solution exige un espace suffisant en berge, et sa conception sur une chute élevée s'avère compliquée et coûteuse.



**Rivière de contournement Chatillon sur Lison (25)-rivière Loue (GHAAPPE, 2006)**

La montaison mécanisée. Cette solution se décline par les ascenseurs et écluses à poissons. Ils sont encouragés dans le cas de très hautes chutes, et permettent de ne pas créer un nombre extravagant de bassins, et de ne pas utiliser une place trop importante en berge. Ils impliquent néanmoins de fortes exigences de niveau amont et aval, de débits, ainsi qu'une maintenance importante, de par

leur mécanisation. Ils sont parfois accompagnés de passes à poissons en amont pour attirer ces derniers et stabiliser le débit. Les études, les travaux et la maintenance sont coûteux et compliqués.



**Passé à poisson et ascenseur de Montrigón (73) - rivière l'Isère. (Ouvrage classé)**

Dans le cadre du projet, les ouvrages inférieurs à 2 m de chute sont uniquement les seuils. Les solutions précédentes sont applicables, mais une simple adaptation de l'obstacle est aussi possible, et souvent préférable.

Les ajustements possibles sont les suivants :

Pente douce en enrochement sur le seuil. La création d'une pente douce permet de diminuer la chute, et les enrochements augmentent la rugosité. Cette pente peut être faite sur la totalité de la largeur du seuil, ou sur une partie seulement, appelée « rampe ». Cette solution paraît principalement opportune dans le cas des seuils de type radier, pour lesquels l'adaptation ne demande pas une réalisation importante.



**Seuil en enrochement de Lescar sur le Gave de Pau (64). (GHAAPPE, 2006)**

Fractionnement de la chute trop élevée en plusieurs chutes. Cette solution nécessite de bien prendre en compte la capacité de saut des poissons présents sur le tronçon.

Ces deux solutions supposent que l'état actuel du seuil peut être changé (hauteur, rugosité,...). Ainsi il ne faut pas que des stations de mesures se trouvent sur ces seuils. Elles sont peu coûteuses et simple de réalisation.

Les pré-barrages. Ce sont des petits seuils installés à l'aval de la chute, en béton ou en enrochement, qui permettent de diminuer la hauteur de chute. Cet agencement permet de ne pas changer la nature du seuil existant.



**Pré-barrages Gurmençon (64) - rivière Gave d'Aspe. (GHAAPPE, 2006)**

Les passes à seuils successifs. Des bassins composés de cloisons triangulaires sont construits. En période d'étiage le débit est concentré au centre et la passe agit comme une passe à bassins classique. En période de moyennes et fortes eaux le déversement se fait sur la totalité des triangles, et l'énergie n'est plus dissipée. Il y a ainsi une accélération du débit de l'amont vers l'aval, d'où la limitation du nombre de seuils, et l'adaptation possible que sur des chutes pas trop élevées. Cette solution implique des études et une réalisation plus compliquée que les autres alternatives à des petits seuils.



**Passes à seuils successifs à échancrure triangulaires de Codolet (30) - rivière sur la Cèze. (Photo MRM)**

Les passes à ralentisseurs. Ce sont des passes à bassins rectangulaires, dans lesquelles sont installées sur le fond uniquement, ou sur le fond et sur les parois, des déflecteurs destinés à réduire les vitesses d'écoulement et créer des courants qui permettent de dissiper l'énergie. Cette solution est adaptée uniquement à des poissons bons nageurs d'une taille supérieure à 30 cm, ainsi pour notre projet cette alternative est écartée.



**Passes à ralentisseurs Moulin Neuf (22) – rivière Trieux (GHAAPPE, 2006)**

Toutes ces solutions sont envisagées pour le projet, avec une préférence pour les ouvrages simples et peu coûteux. Toutefois la prise en considération pour chaque ouvrage de différents critères comme la place, les espèces cibles, le rôle de l'ouvrage... ne permettra pas de choisir systématiquement la solution la plus simple.

Les domaines d'applications et exigences des aménagements cités ci-dessus sont répertoriées dans le tableau en **Annexe 17**.

- **Application aux ouvrages du projet**

Pour chaque obstacle, selon la hauteur de chute, ainsi que la connaissance du terrain et de l'environnement (place disponible en berge, espèces cibles,...), des propositions d'aménagements sont effectuées. Ces propositions sont fondées sur une préférence à la simplicité et au coût restreint. Ces solutions sont proposées par la maîtrise d'ouvrage à la maîtrise d'œuvre qui donne son avis. Les visites et les photos ont permis d'éliminer certaines solutions et d'en préférer d'autres. Les études serviront à approfondir ces idées de scénarii, en intégrant d'autres critères non mesurables lors du pré-diagnostic : les débits, le transport solide du milieu, la variation exacte des niveaux,...

Lors des études, les scénarii peuvent être combinés afin de trouver la solution adéquate à l'obstacle et à son milieu. Il est aussi possible que ces solutions s'avèrent non envisageables, et ainsi d'être contraint d'en appliquer d'autres plus coûteuses et complexes.

Dans le tableau suivant sont listés les scénarii :

Ouvrages	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Explications
<b>Châtelard seuil 1 amont</b>	Arasement total ou partiel du seuil	Division des deux chutes en plusieurs plus petites	Arasement + construction passes à seuils successifs	C'est un petit seuil, dans une rivière de truites farios. Il est intéressant de se baser sur sa composition actuelle, faite de 2 chutes.
<b>Châtelard seuil 2 aval</b>	Arasement total ou partiel du seuil	Rampe en enrochements	arasement + construction passes à seuils successifs	C'est un radier en, pente douce. La rampe permettrait de ne pas modifier la nature du seuil.
<b>Seuil de Malgovert</b>	Arasement total ou partiel du seuil			C'est un petit seuil qui n'a à priori aucune utilité
<b>Seuil Pont des Arcs</b>	Réajustement des chutes existantes			La passe existante a une chute aval trop importante
<b>Seuil de la Rivoire</b>	Arasement total ou partiel du seuil	Rivière de contournement	Passé à bassins	Seuil de hauteur 2,5m, ce qui ne permet pas de considérer ce seuil comme un petit ouvrage, mais ne nécessite pas non plus une solution de grande envergure
<b>Seuil Pont Mayet</b>	Pente douce en enrochement			Ce seuil ne peut pas être effacé, car il stabilise un pont. C'est un long radier à pente douce mais lisse. Le rajout de rugosités devrait suffire.
<b>Seuil du Furon</b>	Déplacement du seuil, et création d'une rampe en enrochement	Rivière de contournement		Des études sont déjà en cours. Le seuil ne peut pas être modifié. Seul son contournement ou son déplacement n'est possible. Plusieurs chutes pourraient être créées sur le nouveau seuil, mais cela serait plus contraignant que de construire une rampe.
<b>Montrigon</b>	Réajustement des chutes existantes, avec une création de pré-barrage si besoin			C'est une passe dont les 4 chutes sont trop élevées. La solution consiste à faire de la réparation, avec l'ajout d'un bassin à l'aval si besoin.
<b>Saut du Moine</b>	Passé à bassins avec échancrures verticales et ajout d'une rugosité de fond			La passe est en construction. Elle est prévue pour être efficace pour toutes espèces, avec une sureté prise d'ajout de rugosité de fond
<b>Beaumont-Montoux</b>	Ascenseur à poissons	Passé à bassins		Prise d'eau de hauteur 11,5 m, avec peu de place sur les berges. Une passe à bassin paraît difficilement implantable.

**Tableau7. Solutions d'aménagements pour la montaison appliquées aux aménagements**

### 3.1.3. La dévalaison

- **Les solutions envisagées**

Les solutions permettant d'assurer une dévalaison piscicole ne sont pas nombreuses. Le premier moyen est l'arasement total ou partiel du seuil. Si ce n'est pas possible, la solution restante est la création d'un exutoire de dévalaison. Les différences entre les projets se perçoivent sur la réception des poissons, sur la nécessité ou non de remplacer les grilles, sur l'utilisation de l'orifice de débit réservé, etc. La difficulté est estimée en fonction de la configuration du site.

- **Application aux ouvrages du projet**

Seuils : la dévalaison a besoin d'être rétablie uniquement pour le seuil de Malgovert. Dans ce cas, la solution envisagée est l'arasement partiel ou total (en conformité avec la montaison).

Prises d'eau : on considèrera que toutes les prises d'eau comportent le même niveau de difficulté d'études, faute d'éléments de précisions, et qu'elles doivent toutes aboutir à la mise en place d'un exutoire de dévalaison. Les études permettront d'estimer la difficulté des exutoires à réaliser.

## 3.2. Priorisation des ouvrages

Le projet prévoit une mise en conformité des obstacles cités par le classement d'ici 2018. Au vu du nombre d'ouvrages concernés et des différents domaines à traiter, il est primordial d'échelonner les actions sur les 4 ans restants afin d'évaluer le nombre d'heures d'études à prévoir et la finalisation des travaux. Cette planification utilise la priorisation des actions, suivant les demandes externes mais aussi les opportunités d'actions et les difficultés à prévoir.

### 3.2.1. Prise en compte des demandes externes

- **Considération des attentes externes**

#### **Les attentes des structures fondatrices du projet**

Les organismes externes responsables du pilotage du projet sont les services de l'Etat : la DREAL pour les concessions, et les DDT pour les autorisations. Ils sont aidés techniquement par l'ONEMA. L'Agence de l'eau, qui attribue les subventions, donne aussi un avis. Les étapes établies précédemment permettent de planifier le projet en considérant les aspects scientifiques et techniques de la continuité. Néanmoins, les enjeux politiques associés aux ouvrages, ainsi que l'interaction avec d'autres projets sont des éléments indispensables à la priorisation des actions.

#### **L'intérêt de considérer les attentes externes**

Ces attentes sont fondées sur des niveaux d'enjeux et les complexités associées partagées entre EDF et l'administration, mais aussi sur des aspects politiques et stratégiques. Les structures doivent être informées des avancées du projet. Elles valident les méthodologies de diagnostics sédimentaires et piscicoles élaborées par le CIH dans le but de mettre en commun les objectifs de conformité. Chaque solution retenue et étudiée (citée dans l'APS) doit être communiquée aux services de l'Etat. Les objectifs attendus lors d'un suivi piscicole dans le but de prouver l'efficacité d'une passe, et du transport solide « suffisant » doit aussi faire l'objet de concertations et de mises en place d'objectifs précis. Cependant, cet aspect n'a pas été suffisamment anticipé dans le projet, et des diagnostics et

études commencent alors qu'aucune validation des ouvrages à traiter ainsi que des méthodes à utiliser n'a été effectuée. C'est une faiblesse du projet, suite à laquelle les résultats obtenus par l'entreprise pourraient être contestés par les services de l'Etat.

Les subventions possibles pour le projet sont attribuées sur demande par l'Agence de l'eau. Les études et les travaux sont demandés séparément pour l'obtention des subventions, et ainsi leur taux respectif attribué peut varier. Le taux de subvention affecté à un ouvrage dépend de la solution retenue et du gain écologique associé à la mise en transparence de l'obstacle. Les demandes d'aides de l'Agence de l'eau doivent être effectuées avant les études et travaux. Etablir un planning en accord avec les attentes de cette structure est ainsi intéressante financièrement, même si l'Agence de l'eau n'a pas d'autorité réglementaire.

- **Echéances des attentes externes**

La planification des actions s'appuie sur les échéances demandées par la DREAL et la DDT, tout en s'assurant qu'elles conviennent avec celles de l'Agence de l'eau.

Les DREAL et DDT ont divisé les obstacles par échéance plus ou moins rapide : certains ouvrages sont attendus à une échéance 2016, et d'autres 2018. En termes de délai, l'Agence est un peu plus exigeante, elle s'attend à la réalisation de certains aménagements en 2015.

L'étude des exigences permet de distribuer, en gardant le même format que la DREAL et les DDT, les ouvrages par échéance (2016 et 2018), tout en portant une attention particulière aux ouvrages à échéances plus courtes par l'Agence de l'eau.

Dans le tableau suivant sont indiquées les échéances attendues pour les différents ouvrages par les DREAL et DDT. On retrouve entre parenthèses la date préconisée par l'Agence de l'eau.

	Mise en conformité 2016	Mise en conformité 2018
<b>Seuils</b>	Châtelard seuil amont (2015)	Seuil de la Rivoire
	Châtelard seuil aval (2015)	Seuil de Voreppe
	Seuil de Malgovert (2015)	Seuil Pont Mayet (2016)
	Seuil du Furon	Seuil Pont des Arcs
<b>Barrages</b>	Beffay (2015)	Saint-Bruno
	Valmeinier	Plan du Lac
	Mottets	Beauvoir
	Cudray (2014)	Beaumont-Monteux
	Montrigon	Ponturin
	Saut du Moine	Brides-les-Bains
		Détrier
		Romagnieu
		La Valette
	Valjouffrey	

**Tableau 8. Echéances attendues par la DREAL et l'Agence de l'eau**

Ces dates ne sont qu'indicatives, et le respect de ces délais permet de garder de bonnes relations au sein du projet avec les structures y participant. Néanmoins, le projet prévoit une mise en conformité effective seulement pour 2018, et ainsi le non respect de ces échéances intermédiaires ne représente pas une entorse à la loi.

La prise en considération des actions parallèles au projet telles que des travaux prévus sur les ouvrages, ou des études déjà engagées, permet d'avancer plus efficacement, dans le but de respecter les délais.

### 3.2.2. Les opportunités d'actions

Le contexte des ouvrages à mettre en conformité doit être pris en considération. Des études ou des travaux sont parfois en cours sur ces derniers. Différents cas sont rencontrés, qui facilitent ou au contraire retardent la mise en conformité des ouvrages.

- **Les opportunités de travaux**

Certaines prises d'eau sont actuellement à l'arrêt, pour cause de travaux sur la prise d'eau ou sur la centrale qui turbine l'eau dérivée de cette prise. Dans ce cas, des études peuvent difficilement être prévues. L'arrêt d'un barrage se traduit mécaniquement par une restitution à l'aval de la totalité du débit entrant, par ouverture complète des vannes. Ainsi ce fonctionnement est supposé rendre relativement transparent le barrage pour la dévalaison et le transport sédimentaire. Dans le cas d'un arrêt, le report des études ne pose pas de problèmes majeurs face au respect des attentes externes.

L'arrêt d'une prise d'eau entraîne une perte de débit entonné vers la centrale hydroélectrique, et ainsi une perte énergétique non négligeable qu'il est important de réduire au maximum. C'est pourquoi lorsqu'il est prévu d'arrêter un ouvrage pour des travaux dans une échéance compatible avec celles citées ci-dessus, il est opportun de coordonner les travaux prévus avec l'aménagement de l'ouvrage de franchissement. De plus cela facilite les démarches administratives de demandes de travaux, ainsi que les recherches d'entreprises de travaux.

Un ouvrage se trouve actuellement à l'arrêt dans le projet :

**Brides-les-Bains** : arrêt pour maintenance au-delà de 2016

Précédemment il est noté que le cours d'eau sur lequel se situe cet ouvrage nécessite un diagnostic afin de se rendre compte de la qualité piscicole du milieu. Même à l'arrêt ce diagnostic peut être effectué, car l'impact de l'ouvrage n'est pas étudié. Cependant, les éventuelles études suite au diagnostic ne pourront pas être envisagées avant 2016.

Les ouvrages pour lesquels des travaux sont déjà planifiés sont les suivants :

**Beffay** : travaux de maintenance en 2015

**Cudray** : travaux de maintenance en Septembre 2014

Ces travaux devraient durer entre 3 et 6 mois.

**Montrigon** : curage prévu en 2016, les études sont déjà réalisées

**Saut du Moine** : travaux de changement des vannes en 2015

Les services de l'Etat souhaitent la mise en conformité de ces ouvrages pour 2016, et 2015 pour Beffay et Cudray par l'Agence de l'eau. La planification se fondera sur ces échéances.

- **Les opportunités d'études**

Des suivis s'effectuent actuellement sur certains ouvrages, et des études ont parfois commencé avant la parution des listes de classements. C'est principalement le cas pour le transit sédimentaire, dont le fonctionnement n'est pas réellement connu dans le secteur de l'UP Alpes, et qui constitue un aspect prioritaire de la recherche. Ces études en cours seront utilisées pour les diagnostics, qui se contenteront dans certains cas d'être une simple relecture de ces études.

Certains projets sont déjà avancés et se situent au stade de l'APD.

Les ouvrages pour lesquels des études sont actuellement effectuées sont les suivants :

**Mottets** : études sur le comportement sédimentaire.

**Plan du Lac et Romagnieu**: approfondissement la connaissance sédimentaire en cours dans le cadre d'un site atelier pour l'ingénierie de l'UP Alpes.

**Seuil du Furon** : études pour le franchissement piscicole anticipées : stade APD.

**Seuil Pont-Mayet** : études pour le franchissement par la commune, soutenue financièrement par EDF : stade APD.

**Beaumont-Monteux** : dévalaison réalisée au premier semestre de 2014.

**Saut du Moine** : montaison réalisée au premier semestre de 2014.

**Seuil de la Rivoire** : études de montaison par un bureau d'étude et pilotées par EDF.

Toutes ces études font partie du planning des actions. Elles doivent être analysées à des fins de retours d'expérience en terme d'organisation, de sous-traitance et de gestion de dossiers pour les autres actions à initier.

### 3.2.3. Echancier du projet

L'échancier du projet, prenant en considération les attentes externes ainsi que les opportunités de travaux et d'études se situe en **Annexe 18**.

La détermination grossière de la répartition des actions par années est importante afin d'évaluer le plan de charge associé à la maîtrise d'œuvre, de prévoir la sous-traitance, et de planifier le budget associé au projet.

## 3.3. Ressources humaines et budgétaires associées au projet

### 3.3.1. Ressources humaines

- **Estimation du temps à passer pour les diagnostics**

Les diagnostics à effectuer sont explicités dans la partie 2. Ils suivent un protocole préétabli, ce qui permet une première évaluation des heures de travail prévues par typologie de diagnostic. Cette étape étant déjà bien organisée, le CIH sait déjà le nombre d'heures qu'il va investir et la part sous-traitée

### Sédimentaire

Pour les diagnostics sédimentaires, les heures prévues dépendent de la typologie de diagnostic à effectuer (cf. les typologies associées aux ouvrages en 2.1.4). Les temps moyens ont été estimés en prenant en compte le suivi de sous-traitance, qui est prévue pour les diagnostics de type 2. Ces temps sont susceptibles de varier en fonction des données disponibles et de l'acceptation des solutions par les services de l'Etat. Seuls les diagnostics de typologie 1, qui consistent à expliquer que l'ouvrage est transparent, ne nécessiteront pas de sous-traitance.

Dans le tableau suivant, est recensé le nombre d'heures qu'un ingénieur du CIH doit consacrer pour un diagnostic sédimentaire suivant sa typologie. Dans ces heures sont inclus le travail d'expertise effectué directement par le CIH et les heures d'assistance à maîtrise d'ouvrage de l'ingénieur CIH lors du pilotage du bureau d'étude sous-traité. Dans ce tableau les heures externalisées ne sont pas considérées.

Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
31 h	39 h	48 h	48 h	34 h

**Tableau 9. Nombre d'heures d'ingénierie à mobiliser pour les diagnostics sédimentaires**

Les détails de la répartition de ces heures par rapport aux différentes étapes constituant les diagnostics sédimentaires sont présentés en **Annexe 19**.

### Piscicole

Les diagnostics piscicoles sont différents pour une montaison, dévalaison, ou les deux associés. Même si aucune typologie de diagnostic n'est mise en place, on peut supposer qu'ils ne nécessiteront pas tous le même nombre d'heures. La sous-traitance sera réalisée sur tous les diagnostics, sauf dans le cas où les éléments sont tous existants et où une seule mise en forme est nécessaire. Il n'y a cependant pas de typologie associée à la difficulté du diagnostic permettant de différencier les différents cas de figure.

La CIH propose le tableau suivant, comptant le nombre d'heures nécessaires au déroulement et suivi des diagnostics piscicoles. Dans ce tableau, les heures externalisées ne sont pas considérées.

Montaison	Dévalaison	Montaison + Dévalaison
46 h	46 h	69 h

**Tableau 10. Nombre d'heure d'ingénierie à mobiliser pour les diagnostics piscicoles**

Les détails de la répartition de ces heures par rapport aux différentes étapes constituant les diagnostics piscicoles sont présentés en **Annexe 20**.

Le comptage des heures de travail du CIH pour les diagnostics permet de considérer les coûts à prévoir et à répartir le travail pour chaque ingénieur. Les heures de sous-traitances sont déjà incluses dans ces heures, elles devront être retirées au plan de charge du CIH.

- **Estimation du temps à passer pour les contrôles**

Le CIH prévoit à titre indicatif 50 heures d'ingénierie pour effectuer un contrôle. Ils seront tous effectués en 2014 par le CIH, ou par le service DTG.

- **Estimation du temps à passer pour les études**

L'évaluation du nombre d'heures d'ingénierie à mobiliser pour les études permet de faire un plan de charge du CIH, afin d'externaliser le surplus d'heures. En effet, contrairement aux diagnostics, la part de sous-traitance associée aux études n'est pas encore définie. Le nombre d'heures se calcule sur la base des heures d'ingénierie comptabilisées pour une étude. Lorsque le CIH décidera de sous-traiter des étapes d'études, les heures estimées d'ingénierie seront enlevées à son plan de charge, mais des heures relatant aux suivis en tant qu'assistance à maîtrise d'ouvrage devront être rajoutés.

Les études sont divisées en EP, APS et APD. Le calcul des heures nécessaires pour chaque étape se fait grâce aux valeurs estimées dans la note d'organisation du CIH. Ces étapes sont différenciées pour déterminer le plan de charge du CIH, car elles ne nécessitent pas le même nombre d'heures de travail, et un engagement de corps de métiers différents.

### **EP et APS**

Les étapes d'EP et APS incluent les métiers de l'environnement, du génie civil, de la mécanique, du contrôle commande, et de l'économie. Des heures approximatives sont distribuées à ces corps de métiers, qui sont différentes pour l'EP et l'APS. Cependant, suivant les projets, certains domaines de compétences ne seront pas mobilisés, et dans ce cas le nombre d'heures prévues se trouve surévalué. A contraire, pour de gros projets, le nombre d'heures sera sous-évalué.

L'évaluation préalable de ces variations n'est pas faisable de manière exacte. Une estimation grossière est faite, par appréciation de la difficulté de l'étude et des corps de métiers nécessaires pour les projets.

Différentes adaptations sont proposées :

Seuils : les études prévues sont uniquement dans le but de rétablir une continuité à la montaison. Les seuils à étudier étant fixes, la contribution de la mécanique et du contrôle commande ne paraît pas opportun. De plus, le nombre d'heures associées aux domaines restants que sont l'environnement, le génie civil et l'économie paraît surévalué. C'est aussi le cas de la rectification de la passe de Montrigon. Pour pallier à cette surévaluation, pour les seuils, l'estimation de base des heures est divisée par deux.

Barrages : pour les barrages, les étapes d'EP et d'APS seront réalisées pour chaque enjeu associé. Ainsi un ouvrage pour lequel on doit permettre un franchissement en montaison et dévalaison sera affecté de deux EP et APS.

Deux cas sont considérés pour les barrages :

- Les prises d'eau de taille moyennes (< 10m de chute), qui correspondent à la plupart des barrages, et dont les heures prévues par le CIH vont être gardées. Tous les corps de métiers peuvent être mobilisés.
- Les prises d'eau de grande importance : Beauvoir et Beaumont-Monteux. Le nombre d'heures à prévoir afin d'étudier les solutions pour ces ouvrages sera plus important que prévu. On compte 1,5 fois le nombre d'heures pour l'EP et l'APS.

## APD

L'étape d'APD est évaluée avec le même nombre d'heures que pour l'APS, à laquelle on ajoute des heures de suivi du traitement des dossiers par l'externe avant autorisation des travaux. Lors de l'APD, il est difficile de répartir un nombre d'heures par corps de métiers, car cela dépend de la solution choisie. Suivant la nature de l'ouvrage, la phase de consultation va durer plus ou moins longtemps en fonction de l'importance du projet détaillé rendu à l'externe.

De même que pour les EP et APS, le nombre d'heures affectées va être réévalué :

Le temps de consultation des dossiers va être divisé par deux pour les seuils, gardé semblable pour les barrages de taille inférieure à 10 m, et multiplié par 1,5 pour les deux gros ouvrages cités ci-dessus.

On obtient la répartition des heures d'ingénierie suivante correspondant aux trois différents cas :

Cas des barrages de taille inférieure à 10 m :

	Environnement	Génie Civil	Mécanique	Contrôle commande	Economie	Consultation dossiers	total
EP	90	16	16	8	8	0	138
APS	100	120	120	40	20	0	400
APD	400					100	500

Cas des seuils :

	Environnement	Génie Civil	Economie	Consultation dossiers	total
EP	45	8	4	0	57
APS	50	60	10	0	120
APD	120			50	170

Cas des gros ouvrages :

	Environnement	Génie Civil	Mécanique	Contrôle commande	Economie	Consultation dossiers	total
EP	135	24	24	12	12	0	207
APS	150	180	180	60	30	0	600
APD	600					150	750

Tableau 11. Nombre d'heures d'ingénierie à mobiliser pour les études piscicoles

- **Estimation du temps à passer pour les travaux**

Les heures d'ingénierie associées au pilotage des travaux par le CIH ne sont pas connues. Elles dépendent principalement de la durée de la réalisation. Ces heures devront être ajoutées au plan de charge. Cependant, l'exécution des travaux par une entreprise externe ne nécessite pas un grand nombre d'heures CIH à mobiliser.

- **Plan de charge par année**

L'évaluation de ces heures d'études permet de créer un plan de charge pour le service ingénierie d'EDF. Grâce à la répartition des heures par année, et suivant leur potentiel d'heures mobilisables par corps de métier pour le projet classement, l'ampleur de la sous-traitance pourra être évaluée. En

effet il est évident que la plupart des études devront être sous-traitées compte tenu du nombre d'heures à mobiliser pour le projet.

On obtient les tableaux suivant :

Nombre d'heures CIH pour les diagnostics : expertise + suivi à la maîtrise d'ouvrage

2014	2015	2016	2017	2018
170	640	46	0	0

Nombre d'heures CIH pour les contrôles :

2014	2015	2016	2017	2018
100	0	0	0	0

Nombre d'heures CIH pour les études : expertise

2014	2015	2016	2017	2018
4 286	1 735	1 150	847	0

**Tableau 12. Nombre d'heures CIH par année pour les études, diagnostics et contrôles**

En faisant un calcul du nombre de jours de travail par année, on remarque que 570 jours de travail sont à prévoir en 2014, 300 jours en 2015, 150 jours en 2016, et 100 jours en 2017. Le nombre d'heures à mobiliser est trop important, et la mise en place de la sous-traitance est obligatoire. Au sein du CIH environ 5 personnes peuvent travailler sur le projet, mais travaillent aussi déjà sur d'autres projets. Il ne faut pas oublier que ces heures concernent les ouvrages sur le territoire de l'UP Alpes, mais que la CIH va traiter le projet sur les différentes UP de France. Ce nombre d'heures par année est purement indicatif, car des reports sont à prévoir. C'est pourquoi il est intéressant de commencer un grand nombre d'études en 2014. Les heures des années futures jusqu'en 2018 vont être augmentées par les retards accumulés.

De plus, les ouvrages sur lesquels un diagnostic est prévu n'ont pas d'études associées. Or un aménagement est probable sur une grande part d'entre eux. Des heures vont donc encore devoir être ajoutées. Les suivis de travaux sont aussi à rajouter, et s'effectueront principalement en fin de période.

### 3.3.2. Ressources budgétaires

Prévoir le coût du projet « continuité écologique » pour EDF est essentiel, afin de gérer son budget. Cette prévision est aussi faite en vue des demandes de subventions. Le calcul sépare les diagnostics, les études et les travaux, dont les dépenses doivent être différenciées pour la gestion du budget.

- **Le budget associé aux diagnostics**

Une heure d'ingénierie est valorisée à 96 € (donnée du CIH utilisée pour évaluer le budget de chaque projet au sein d'EDF). De plus la sous-traitance sera estimée d'une valeur par enjeu et par ouvrage de 10 000€ (valeur estimée par le CIH). A cette valeur il faut ajouter les heures de pilotage CIH prévus ci-dessus. On considère que tous les diagnostics piscicoles sont sous-traités. Pour le sédimentaire, seuls les diagnostics de type 1 ne sont pas sous-traités.

On obtient les coûts suivants selon la nature des diagnostics :

Sédimentaire T1	Sédimentaire T2	Montaison	Dévalaison	Montaison et dévalaison
3 000 €	14 000 €	15 000 €	15 000 €	17 000 €

**Tableau 13. Coûts associés aux diagnostics**

- **Le budget associé aux contrôles**

Une heure d'ingénierie étant valorisée à 96 €, un contrôle est évalué à 5 000 € environ.

- **Le budget associé aux études**

Le budget associé aux études est difficile à évaluer, compte tenu de la méconnaissance de la sous-traitance mise en œuvre. Une évaluation grossière par calcul du coût associé aux nombres d'heures prévues d'ingénierie est le seul recours. Néanmoins, les heures CIH prévues sont celles d'expertise, ainsi une sous-traitance devrait nécessiter le même nombre d'heures ; et ainsi seules les heures de pilotage d'assistance à maîtrise d'ouvrage devront être rajoutées.

Une heure d'ingénierie est valorisée à 96 €. Cependant, ceci est pour une heure non sous-traitée. La sous-traitance aura tendance à augmenter ce budget.

On obtient le tableau suivant montrant le prix des études sans tenir compte de la sous-traitance :

	EP	APS	APD	total études
<b>Ouvrages inférieurs à 10 m</b>	13 000 €	38 000 €	48 000 €	99 000 €
<b>Seuils</b>	5 000 €	12 000 €	16 000 €	33 000 €
<b>Ouvrages supérieurs à 10 m</b>	20 000 €	58 000 €	72 000 €	150 000 €

**Tableau 14. Coûts associés aux études**

- **Le budget associé aux travaux**

Le coût estimatif d'un projet est déterminé lors des phases EP et APS, et le coût définitif lors de l'APD. Des avenants sont demandés lors des travaux si le budget prévu n'est pas suffisant.

Néanmoins il est impératif de pouvoir évaluer sommairement le coût des travaux du futur ouvrage dès l'élaboration du programme.

L'estimation de ces coûts de réalisation en fonction des différentes solutions se fonde sur des recherches bibliographiques.

**Arasement d'un obstacle:** De 10 000 € à 100 000 € par mètre de chute, suivant la difficulté d'arasement. (*Agence de l'eau Seine-Normandie, 2006*)

Dans le cas des ouvrages du classement, les arasements pourraient être des solutions seulement pour des seuils de faible hauteur, avec aucune difficulté particulière. Ainsi le prix de 10 000 € par mètre de chute est retenu pour le projet.

**Coûts associés aux ouvrages de montaison :**

Les prix associés aux différents scénarii sont pour certains difficiles à estimer. Pour les passes à bassins classiques on retrouve des méthodes de calcul approximatives dans la littérature. Pour les

variantes associées les coûts des travaux fluctuent en fonction du site, et seule une estimation très grossière peut être faite.

**Passes à bassins** : le prix des travaux est déterminé à l'aide de la formule suivante (VNF, 2008)

$$\text{Coût} = K.H.Q$$

Avec Coût = prix de la passe Hors Taxe

H = chute maximale à l'étiage en m

Q = débit dans la passe à l'étiage en m<sup>3</sup>/s

K = coefficient de pondération. Le coefficient moyen utilisé est de K = 250 000 €. Il dépend des contraintes et exigences du projet, et peut varier de 150 000 € à 300 000 €.

La chute maximale à l'étiage utilisée est le dénivelé amont-aval de l'ouvrage.

Le débit dans la passe à l'étiage est fonction de l'espèce cible. Dans le cadre d'une estimation grossière, les valeurs suivantes sont retenues :

Espèces : Truite fario : 100 à 300 l/s

Aloses : 600 à 800 l/s

On peut faire l'hypothèse que le passage des cyprinidés d'eau vive et des ombres communs ont les mêmes caractéristiques que le passage des aloses, car leur capacité de nage est relativement semblable (puissances dissipées dont elles ont besoin, et pente maximale). (GHAAPPE, 2001)

Les valeurs de 300 l/s pour les truites et de 800 l/s pour les autres espèces présentes dans les cours d'eau classés sont retenues.

**Passes à seuils successifs** : présentent le même coût que les passes à bassins classiques (GHAAPPE, 2001).

**Rivière de contournement** : Le prix d'une rivière de contournement peut être évalué avec la même formule que pour une passe à bassin, avec un coefficient de pondération K variant de 50 000 € à 150 000 €, dépendant des espèces cibles, de la configuration du site et de la rugosité choisie par exemple. (Redeker, 2006).

Pour le projet classement, les rivières de contournement sont préconisées lorsque des espèces cibles à faible capacité de nage sont présentes, et ainsi on peut considérer un coefficient de pondération maximal, de 150 000 €.

**Ascenseur ou écluse à poissons** : Le coût d'un ascenseur ou d'une écluse est difficilement estimable, il dépend de l'environnement de l'ouvrage. L'ascenseur étant une solution pour un seul gros ouvrage, le prix ne sera pas évalué.

**Pré-barrages et rampes en enrochement** : le coût de ces ouvrages est très variable selon la nature de l'ouvrage et l'environnement dans lequel il se trouve.

Une estimation est faite grâce à deux données bibliographiques. Le coût de ces deux ouvrages de franchissement est relativement semblable, et moins cher que celui d'une rivière de contournement

et de passes à poissons classiques (*Association Migado, 2008*). La détermination du prix est faite à l'aide d'une étude réalisée sur le Bocq, affluent de la Meuse (*Projet Walphy, 2013*). L'étude est effectuée sur 2 rampes et 3 pré-barrages, et conclue à un coût par mètre de chute d'environ 50 000 € pour les pré-barrages, et 70 000 € pour les rampes en enrochement. Ces valeurs sont relativement rapprochées, et ainsi on retiendra 60 000 € par mètre de chute pour les pré-barrages et les rampes en enrochement. On garde à l'idée que cette valeur reste très grossière, le prix étant estimé sur un très faible échantillon.

**Le coût engendré par une modification de l'obstacle par réajustement de chutes** est très peu élevé, aussi la valeur de 10 000 € par mètre de chute, semblable à celle d'un arasement, est retenue (*Association Migado, 2008*).

Coûts associés aux ouvrages de dévalaison :

Pour la réalisation d'une glissière de dévalaison, les prix peuvent être très variables en fonction de la mise en place de nouvelles grilles ou non, de l'installation d'un dégrilleur, du dimensionnement d'un bassin de réception, ... On considère que les travaux d'une échancrure seule s'élèvent à 50 000 €, et lorsque l'ajout d'un dégrilleur est obligatoire les prix peuvent monter jusqu'à 500 000 €. Ces valeurs ne proviennent pas de la littérature, mais des aménagements déjà installés par EDF. Dans le cadre de notre projet on considèrera que des ouvrages simples seront mis en place, et que l'on ne devra pas changer le génie civil présent dans les prises d'eau, ni les grilles et dégrilleurs. Ainsi on prendra une marge due à la mise en place de bassins de réceptions, de conduits amenant les poissons dans ce bassin, ou d'asservissements de débit, et ainsi on considèrera le prix d'une glissière de dévalaison s'élevant à 100 000 €.

Tableau récapitulatif du calcul des coûts pour la réalisation des travaux en fonction des solutions :

<b>solutions</b>	<b>coût des travaux</b>
<b>Arasement d'un seuil</b>	10 000 € par mètre de chute
<b>Réhabilitation d'un ouvrage existant non fonctionnel</b>	10 000 € par mètre de chute
<b>Passe à bassins</b>	Coût =250 000.H.Q avec H = hauteur de chute (m) Q= 0,3 m3/s pour les truites et Q= 0,8 m3/s en présences d'autres espèces
<b>Passes à seuils successifs</b>	Coût =250 000.H.Q avec H = hauteur de chute (m) Q= 0,3 m3/s pour les truites et Q= 0,8 m3/s en présences d'autres espèces
<b>Rivières de contournement</b>	Coût =150 000.H.Q avec H = hauteur de chute (m) Q= 0,3 m3/s pour les truites et Q= 0,8 m3/s en présences d'autres espèces
<b>Pré-barrages</b>	60 000 € par mètre de chute
<b>Rampe en enrochement</b>	60 000 € par mètre de chute
<b>Exutoire de dévalaison</b>	100 000 €

**Tableau 15. Coûts des aménagements envisagés pour le franchissement piscicole**

Le tableau des coûts des réalisations prévues pour les différents scénarii suivant les ouvrages est présenté ci-dessous :

Ouvrages	Scénario 1	scénario 2	Scénario 3
<i>Beffay</i>	100 000 €		
<i>Valmeinier</i>	100 000 €		
<i>Châtelard seuil amont</i>	15 000 €	15 000 €	80 000 €
<i>Châtelard seuil aval</i>	10 000 €	60 000 €	80 000 €
<i>Cudray</i>	100 000 €		
<i>Seuil de Malgovert</i>	6 000 €		
<i>Montrigon</i>	20 000 €		
<i>Seuil Pont des Arcs</i>	20 000 €		
<i>Plan du Lac</i>	100 000 €		
<i>Seuil de la Rivoire</i>	25 000 €	300 000 €	500 000 €
<i>Beaumont-Monteux</i>	?	2 000 000 €	
<i>La Valette</i>	100 000 €		
<i>Seuil Pont Mayet</i>	30 000 €		
<i>Seuil du Furon</i>	30 000 €	70 000 €	

**Tableau 16. Coût des travaux suivant les scénarii envisagés**

On remarque que suivant la solution retenue, le budget associé est variable. Cependant, il est important d'avoir un ordre de grandeur du prix des différentes solutions associées aux ouvrages. Un total d'environ 3 000 000 € est à prévoir pour les réalisations ci-dessus.

#### **Coût associé au transit sédimentaire**

Le coût associé au transit sédimentaire n'est pas estimé, car les diagnostics étant de type 1 et type 2, les solutions seront des modifications des consignes de chasses, ce qui ne devrait pas engendrer de travaux.

- **Planning budgétaire**

En reprenant l'échéancier du projet (cf. Annexe 18), et en associant le prix des différentes étapes du projet en fonction des obstacles et des différents scénarii de réalisation, on obtient un tableau général qui se situe en **Annexe 21**.

- **Aides disponibles pour le projet**

Des aides vont être distribuées pour le projet national par les différentes Agences de l'eau. Un total de 90 millions d'euros sur 5 ans va être distribué aux différentes unités de production d'EDF (budget prévu par les Agences de l'eau). L'UP Alpes a comme référent l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse.

L'estimation des prix associés aux diagnostics, aux études et aux travaux, répartis par année et par ouvrage sert à demander des subventions à l'Agence de l'eau Rhône-Méditerranée-Corse.

Les dossiers de demandes d'aides doivent être établis pour chaque ouvrage et chaque étape (diagnostics, études, travaux). Ils doivent comporter le protocole associé, le coût de la prestation et le nombre d'heures d'ingénierie nécessaires.

Un dossier complet ne peut pas être effectué avant d'avoir les coûts et les protocoles définitifs, cependant l'Agence de l'eau demande une estimation afin de gérer sa distribution de subventions. Lorsqu'une subvention est attribuée, le taux est généralement de 50%. Cependant, pour certains ouvrages il peut atteindre 80%. C'est le cas d'une solution innovante, ou qui permet un gain écologique supérieur à la stricte législation du projet continuité écologique. L'implication d'un ouvrage dans le cadre d'autres projets à gains environnementaux est aussi valorisée. C'est le cas de l'aval de l'Isère, où se situent les obstacles de Beauvoir et de Beaumont-Montoux. Dans ce secteur, le projet continuité est complémentaire d'un plan de gestion de roselières, d'une restauration de la ripisylve ainsi que d'une étude piscicole. Les affluents sont aussi étudiés et considérés de très bonne qualité. Ainsi une attention plus importante est attribuée à ces obstacles, mais avec des aides qui peuvent aussi être négociées à la hausse.

L'attribution d'aides pour les diagnostics est en cours de discussion entre EDF et l'Agence de l'eau. Pour les études et les travaux prévus, des demandes de subventions vont être effectuées dans les mois qui viennent.

### 2.3.3. Suivi du projet

Le lancement du projet nécessite la création d'une organisation permettant de suivre l'avancée du projet au sein de l'UP Alpes. C'est d'ailleurs un des risques majeurs présenté dans le tableau en Annexe 4. Ainsi, durant le stage j'ai aussi créé des tableaux de suivis de projet, qui répertorient les prévisions ci-dessus, et dans lesquels chaque nouvelle action apportée à un ouvrage est notée. Ces tableaux n'ont pas pu être mis en annexe, car ils sont de taille trop importantes, comportant plusieurs onglets.

Le suivi s'effectue à plusieurs échelles, et ainsi plusieurs outils ont été établis :

- Des fiches inventaire des ouvrages. Une fiche est créée pour chaque ouvrage classé en liste 2, et on y retrouve les données générales de l'ouvrage (localisation, constitution, hydraulique), ainsi que les enjeux du projet associés. Ces informations générales sont issues de la combinaison entre plusieurs bases de données d'EDF. Toute action effectuée sur cet ouvrage en lien avec le projet « continuité écologique » est datée et inscrit dans ces fiches. Elles représentent une feuille de route des ouvrages.
- Un tableau récapitulatif des échéances. On y retrouve pour chaque ouvrage et chaque enjeu l'échéance à respecter, et l'état d'avancée des actions. Le fichier doit être précis, en indiquant quelle personne s'occupe de quelle action, afin de pouvoir la contacter en cas de problème, ou pour connaître l'avancée.

- Un tableau de suivi du projet, dans lequel sont répertoriés les éléments administratifs de gestion du projet : les décisions administratives, les validations des protocoles et de chaque solution proposée.

Le chef de projet maîtrise d'ouvrage est le seul à pouvoir alimenter ces fichiers au fur et à mesure de l'avancée du projet. Les autres acteurs de l'UP auront accès à ces fichiers, qui se situent sur la base de données de la BETE, mais en simple lecture. Ils devront cependant régulièrement regarder les avancées afin de prévenir le chef de projet des actions en cours ou futurs qui pourraient interférer avec le projet « continuité écologique ».

## Conclusion

La mise en place d'un projet au sein d'une entreprise nécessite une organisation entre les différents acteurs, ainsi qu'une définition précise du rôle de chacun. La mise en conformité des obstacles à l'écoulement situés sur des cours d'eau classés en liste 2 est attendue pour 2018. Cette échéance est fixée et les services de l'Etat, et ils attendent une réponse de la part des entreprises possédant des obstacles pour cette date. Le déroulement du projet « continuité écologique », étant de grande ampleur en temps, en nombre d'acteurs, et en budget, doit s'effectuer par étapes clairement définies et anticipées. Une organisation interne à l'entreprise, ainsi que son interaction avec les administrations et les entreprises externes doit être établie. Mon rôle durant le stage a été de mettre en place cette organisation. Une note d'organisation au sein de l'UP Alpes a été rédigée. Les risques liés au projet sont explicités, et seront remis à jour au cours du projet, afin de contrôler les dérives éventuelles. La nature du projet et ses conséquences sont évaluées. Pour cela, le périmètre du projet est clairement défini. La liste des ouvrages, leurs enjeux, les actions à entreprendre sont explicités. Ces étapes permettent de démarrer de manière organisée le projet. Des méthodologies permettant de trier dans un premier temps les ouvrages ayant un impact sur la continuité écologique sont réalisées sous forme d'organigrammes décisionnels permettant de définir les actions à entreprendre sur les ouvrages. Un planning annuel est mis en place, suivant les difficultés pressenties des études et des travaux, et une évaluation des ressources humaines et budgétaires à mobiliser est faite. Le budget s'élève actuellement à environ 3 000 000 €.

On peut cependant remettre en question cette organisation. Le lancement des actions a été un peu tardif et la communication entre les différents acteurs n'est pas claire. Un an après la publication des arrêtés, la liste des ouvrages semble exhaustive mais il est possible qu'elle change encore. De plus, les enjeux ne sont pas identifiés pour tous les acteurs, et les exploitants ne sont pas tous sensibilisés au domaine environnemental. A la fin de ce projet, un dossier de retour d'expérience sera rédigé, dans lequel les défauts et les points positifs de l'organisation interne à l'UP Alpes seront explicités. Cela servira par la suite aux chefs de projets afin d'améliorer leur organisation, et de faire évoluer la maîtrise des projets au sein de la maîtrise d'ouvrage d'EDF.

## Bibliographie

Agence de l'eau Seine-Normandie. **Catalogues coûts et bénéfices unitaires**, 2006.

Aigoui F., Dufour M. **Guide passes à poissons**. Voies navigables de France, Octobre 2008. 78p.

Association Migado (Migrateurs Garonne Dordogne). **Restauration de la libre circulation à la montaison des poissons migrateurs amphihaliens**, Mars 2008.p6

Bell M.-C., Delacy A.-C. **A compendium on the survival of fish passing through spillways and conduits**. Fish. Eng Res. Prog., US Army Corp of Ing., North Pacific Div., Portland, Oregon, 1972. 121p.

Braud S., Alber A. **Synthèses des connaissances & proposition d'une méthode d'évaluation de l'impact des ouvrages transversaux sur la continuité sédimentaire des cours d'eau**. DREAL Centre, 2013. 76p

Chanseau M., Larinier M., Travade F. **Efficacité d'un exutoire de dévalaison pour smolts de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) et comportement des poissons au niveau de l'aménagement hydroélectrique de Bedous sur le gave d'Aspe étudiés par la technique de marquage-recapture et par radiotéléométrie**. Bulletin français de la pêche et de la pisciculture, N° 353-354, 1999. p99-120

Chanseau M., Larinier M., Travade F. **Efficacité d'un exutoire de dévalaison pour smolts de saumon atlantique (*Salmo salar* L.) et comportement des poissons au niveau de l'aménagement hydroélectrique de Camon sur la Garonne**. Bulletin français de la pêche et de la pisciculture, N° 353-354, 1999. p121-140

Conseil Général de l'Isère. **Atlas des poissons des rivières de l'Isère**. Cahier technique patrimoine naturel de l'Isère, 2005. 65p.

Conseil Supérieur de la Pêche. **Diagnostic et restauration de la libre circulation piscicole dans les petits hydrosystèmes**. Présentation Power Point 2007.

DDT du Puy de Dôme. **Recensement des seuils et obstacles à la migration des poissons**. Rapport de synthèse, Octobre 2010. 15p.

Degoutte G. **Diagnostic, aménagement et gestion des rivières. Hydraulique et morphologie fluviale appliquée**. Lavoisier Tec & Doc, 2<sup>ème</sup> édition, 2012. 542p. ISBN10 : 2743014695.

Encyclopêche. **Le livre des poissons – Les poissons d'eau douce – Truite fario**. [en ligne]. [consulté le 25/02/2014].

< <http://www.encyclopeche.com/ED-truite-fario.htm>>

Jowett I.-G. **A method of objectively identifying pool, run, and riffle habitats from physical measurements**. New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research n°27, 1993. p241-248.

Larinier M., Courret D., Gomes P., **Guide technique pour la conception de passes « naturelles »**, Rapport GHAAPPE RA.06.05-V1, Décembre 2006. 67p.

Larinier M., Croze O. **Libre circulation des poissons migrateurs et seuils en rivière. Guide technique N°4.** Rapport GHAAPE, Février 2001. 28p.

Larinier M. **Passes à bassins successifs, prébarrages et rivières artificielles.** Bulletin français de la pêche et de la pisciculture n°326-327, 1992.p45-72.

Larinier M., Porcher J.-P., Travade F., Gosset C. **Passes à poissons, expertise et conception des ouvrages de franchissement.** Collection mise au point, 1999. 336p. p 24-270-271. ISBN 2-11-088083-X

Léonard A., Zegel P. **Référentiels des obstacles à l'écoulement-descriptif de contenu- version 1.** ONEMA, Avril 2010. 30p.

Malavoi J.-R., Bravard J.-P. **Eléments d'hydromorphologie fluviale.** ONEMA, 2010. 224p.

Malavoi J.-R., Garnier C.-C., Landon N., Recking A., Baran Ph. **Eléments de connaissance pour la gestion du transport solide en rivière.** ONEMA, 2011. 216p.

Malavoi J.-R. **Petits ouvrages transversaux.** [PDF téléchargeable]. Présentation Power Point lors du Colloque du 25&26/11/2010 dans l'agglomération de Cholet (46). [visité le 10/04/2014]. <[http://www.sevre-nantaise.com/documents/2011-06-22\\_171039\\_03\\_MALAVOI\\_ONEMA.pdf](http://www.sevre-nantaise.com/documents/2011-06-22_171039_03_MALAVOI_ONEMA.pdf)>

Ovidio M., Philippart J.-C. **Élaboration de recommandations pratiques pour la préservation et restauration d'éléments de l'habitat hydraulique du chabot dans les cours d'eau non navigables de Wallonie.** Rapport de la convention d'études entre le Ministère de la Région Wallone et l'Université de Liège, Novembre 2007. 117p

Projet Walphy. **Conception d'un outil d'aide à la décision pour la restauration hydromorphologique des masses d'eau en Région Wallone – Guide technique – Conclusion,** 2013.3p. [PDF téléchargeable]. [Visité le 20/05/2014]. <[http://www.walphy.be/uploads/Guide\\_technique/Walphy\\_guideTechnique\\_Conclusions.pdf](http://www.walphy.be/uploads/Guide_technique/Walphy_guideTechnique_Conclusions.pdf)>

Redeker M. **Provision of upstream fish passage by means of nature-like fish passes.** EIFAC Symposium on hydropower, flood control and water abstraction: implication for fish and fisheries, Mondsee, Austria, 2006

Roussel P. **La gestion des rivières. Transport solide et atterrissements. Guide méthodologique.** Agence de l'eau Rhône - Méditerranée - Corse. Les études des agences de l'eau n°65, 1999. 93 p.

Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau (Sandre). **Description des obstacles faisant obstacle à l'écoulement.** [en ligne] Eau France, 2012 [consulté le 03/02/2014] <[http://sandre.eaufrance.fr/ftp/documents/fr/ddd/obs/1.1/sandre\\_dictionnaire\\_OBS\\_1.1.pdf](http://sandre.eaufrance.fr/ftp/documents/fr/ddd/obs/1.1/sandre_dictionnaire_OBS_1.1.pdf)>

SYMILAV. **Volet B2- Gérer, réhabiliter et protéger les milieux aquatiques.** Contrat Rivière Natura 2000, 2007. p157



# Annexes

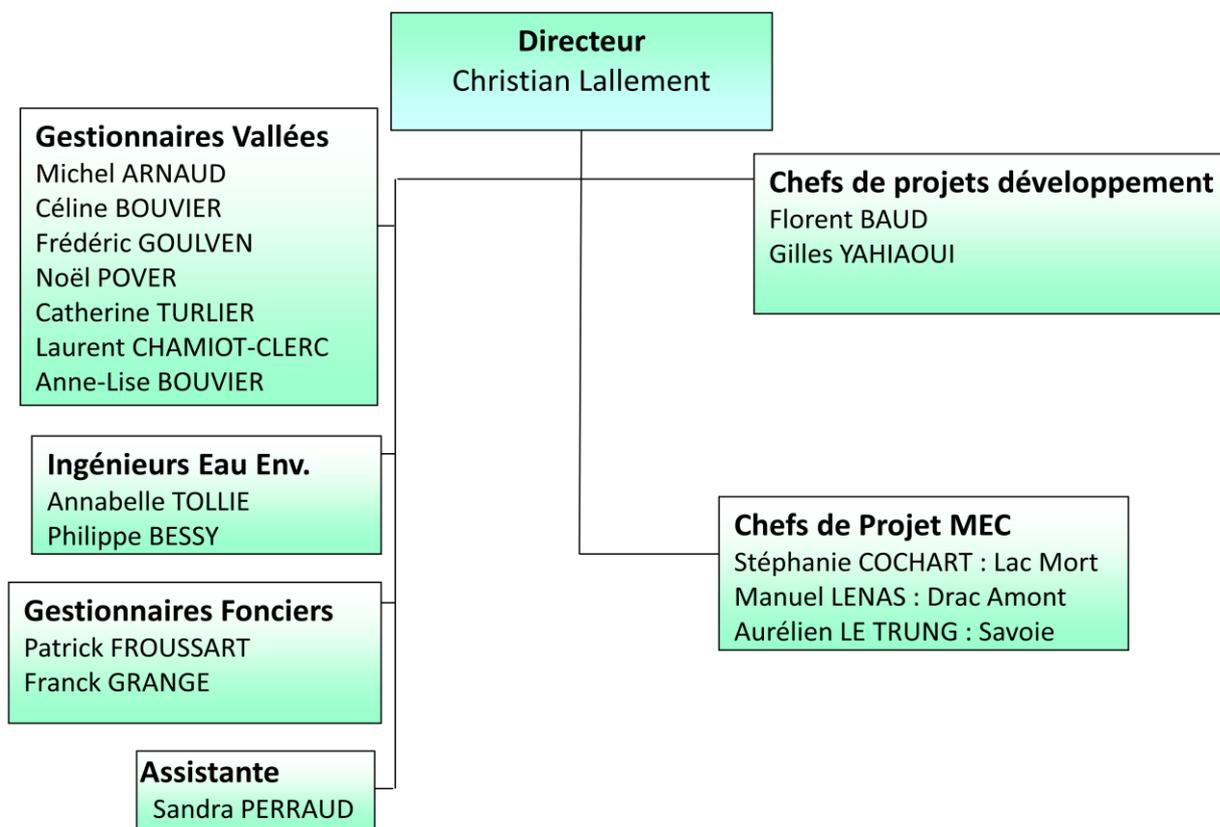
## Annexe 1. Carte du territoire de l'UP Alpes

### Légende

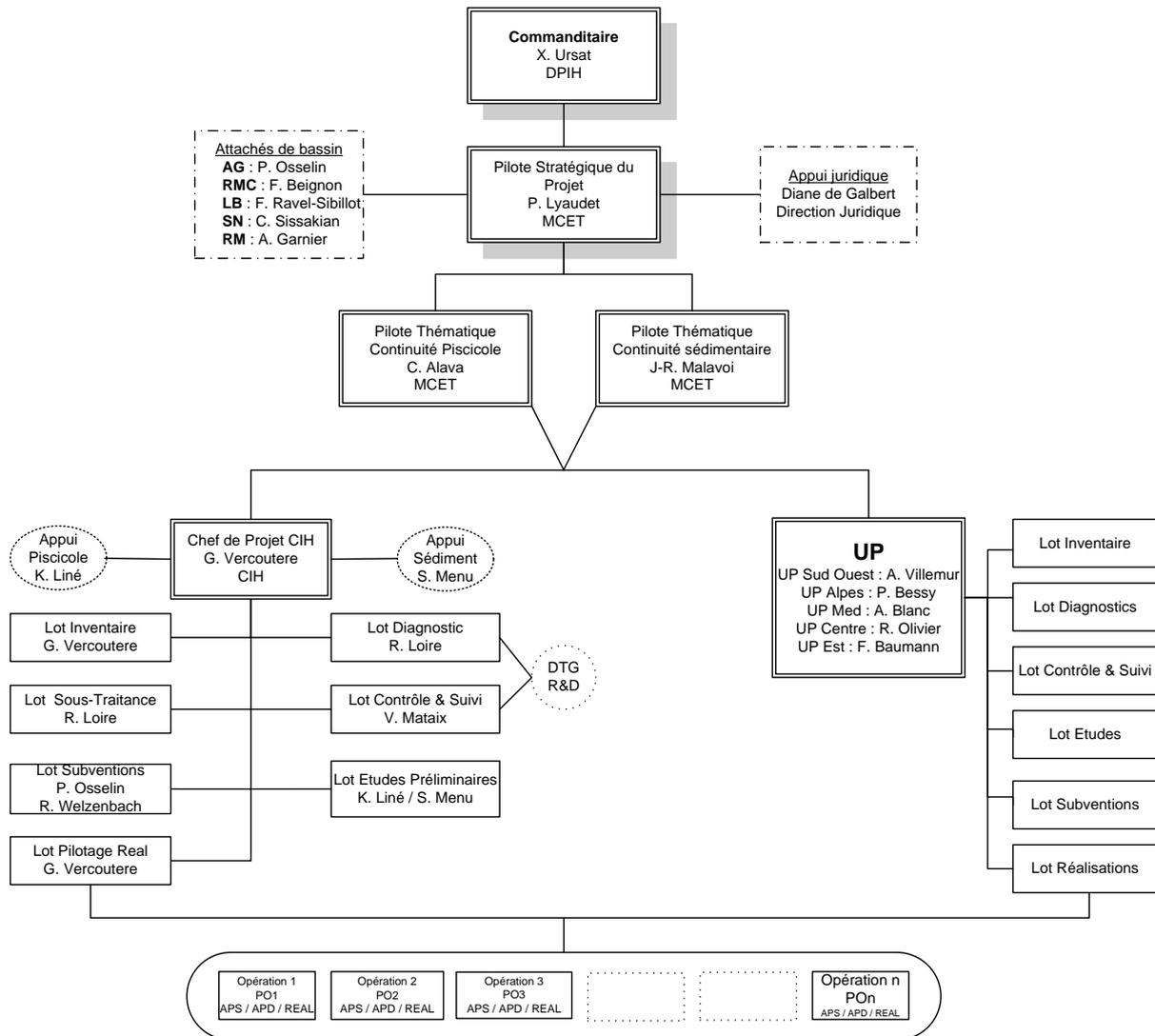
- Territoire du GEH Savoie Mont-Blanc (Albertville)
- Territoire du GEH Vallée de la Maurienne (St-Jean-de-Maurienne)
- Territoire du GEH Écrins-Vercors (Pont-de-Claix)
- Sièges GEH
- ⊗ État Major UP Alpes (Grenoble)
- Centrales hydroélectriques
- ▬ Barrages
- Équipes d'Intervention mécanique du Groupe de maintenance Hydraulique
- Siège GMH à Montmélan
- Ateliers du Service de Réparation Hydraulique (siège à Grenoble)



## Annexe 2. Organigramme de la Branche Eau Titre Environnement



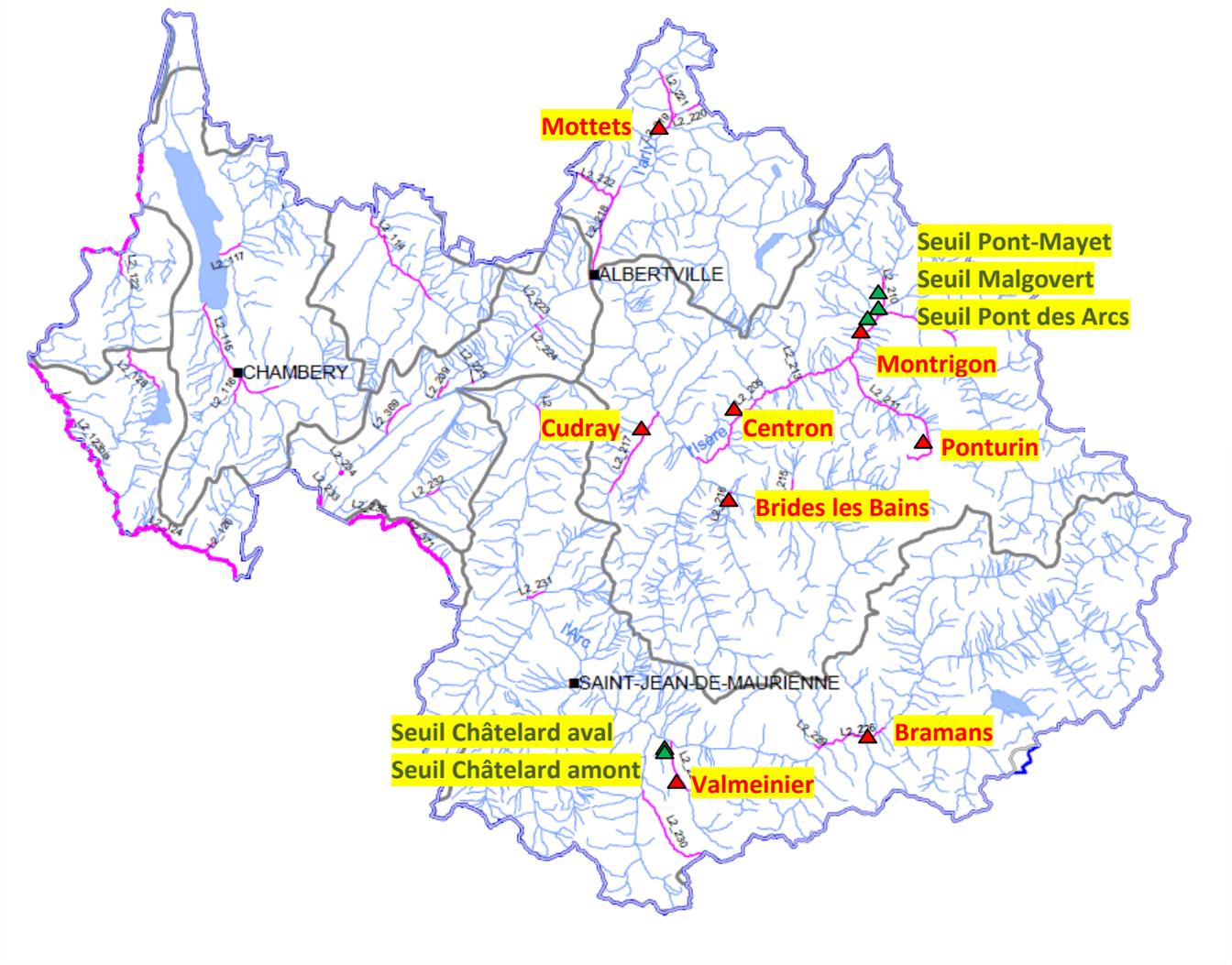
### Annexe 3. Organisation du projet national



## Annexe 4. Analyse des risques

Risque	Phase	Cause	Niveau de risque	Parade	Outil	Responsable parade	Etat Parade	Niveau de risque résiduel
Non respect des délais	Inventaire	Manque de visibilité des ouvrages à traiter	Fort	Etat des lieux exhaustif. Définition des enjeux associés	Liste des aménagements et de leurs enjeux	UP	Effectué	Moyen
		Manque d'anticipation sur le nombre d'actions à engager	Fort	Détermination des actions à entreprendre pour chaque ouvrage et chaque enjeu (diagnostic, EP, APS, APD, Real, Contrôle, Suivi). Priorisation et planification	Tableau de synthèses avec les actions à engager, en quelle année	UP	Effectué	Moyen
		Manque d'identification des ressources humaines à mobiliser	Moyen	Détermination pour chaque ouvrage, enjeu et action les ressources d'ingénierie nécessaires, par corps de métiers	Tableau des aménagements avec l'identification du/des acteurs du CIH qui vont travailler sur chaque action, et le nombre d'heures nécessaires	CIH	En cours	Moyen
		Manque de disponibilité du CIH	Moyen	Définir le nombre d'heures à externaliser	Tableau des nombres d'heures à externaliser, avec une liste des bureaux d'études compétants et disponibles	CIH	En cours	Moyen
		Manque d'organisation interne	Fort	Définir le rôle de chaque acteur et les moyens de communication entre eux	Ecriture de notes d'organisation (Nationale, CIH, UP), mise en place de reportings et détermination des représentants	UP/CIH	En cours	Moyen
	Vision divergente avec les services de l'Etat : enjeux, objectifs, méthodologies	Fort	Communication à l'externe des enjeux, objectifs (efficacité d'une passe, transport sédimentaire suffisant), protocoles et solutions préconisées	Concertation sur les objectifs et les enjeux, puis tableau de synthèse validée par l'externe et l'interne. Validation des protocoles et de chaque solution.	UP	En cours	Fort	
Etudes	Manque de données d'entrée sur les aménagements	Moyen	Avoir un interlocuteur privilégié, au sein des GU, spécialiste de chaque aménagement	Désigner un interlocuteur pour chaque GU qui connaît quel employé est spécialiste de quel aménagement	UP	Non fait	Moyen	
Mise en place de dispositifs inadaptés à l'exploitation ou inefficaces	Diagnostics/ Etudes	Méconnaissance technique des phénomènes piscicoles et sédimentaires et des solutions à apporter	Fort	Auto-critique du CIH sur ses réelles compétences et choix de bureaux d'études spécialisés, interventions d'autres acteurs spécialisés	Lister les compétences du CIH, liste des BE spécialisés dans chaque domaine. Mettre en relation le BE avec les FD et le pôle R&D	CIH	Effectué	Moyen
	Etudes/Travaux	Mise en place de dispositifs inadaptés à la maintenance	Fort	Concertation avec les exploitants des solutions proposées	Echanges des différentes solutions	CIH	Non fait	Fort
	Post-Travaux	Mauvaise maintenance des ouvrages	Moyen	Les exploitants doivent connaître la maintenance à effectuer	Sensibilisation avant le projet des exploitants sur l'aspect environnemental, et apprentissage de la maintenance des ouvrages créés.	CIH/UP	Non fait	Moyen
Problème de gestion du budget	Inventaire	Incapacité à prévoir les ressources budgétaires	Moyen	Evaluation du coût de l'ingénierie pour les diagnostics et les études, du coût lié à la sous-traitance et du coût des travaux lors de l'inventaire	Tableau explicitant les dépenses à effectuer pour chaque action, et création d'un planning des coûts	CIH/UP	Effectué	Faible
	Tout le projet	Manque de connaissance interne sur la gestion financière	Fort	Déterminer clairement comment obtenir un budget pour les différentes branches concernées, et qui doit s'occuper de payer quelles actions	Liste des différentes solutions possibles de gestion des dépenses, avec la définition du rôle de chacun. Formation sur l'outil de gestion financière Galax'hy.	CIH/UP	Non fait	Fort
	Diagnostics/ Etudes/Travaux	Incapacité à suivre le budget dépensé	Fort	Il faut définir un référent aux dépenses pour chaque ouvrage et chaque action.	Le contrôleur de gestion doit rassembler tous les "tickets de caisse" associés au projet, qui renseigne qui a payé, à qui et pour quelle action	CIH/UP/Contrôleur de gestion	Fait	Faible
	Tout le projet	Manque des demandes et problèmes de gestion des aides de l'Agence	Moyen	Sécuriser les demandes avant les phases d'études et de travaux sur la base planing budgétaire	tableau de demandes d'aides de l'Agence	UP	Fait	Faible
Mauvaise gestion administrative	Tout le projet	Multiplicité des acteurs internes au projet	Moyen	Définition du rôle de chacun et connaissance de l'avancée pour tous	Ecriture des notes d'organisations et mise en place d'une base de données pour le projet montrant les avancées	UP/CIH	En cours	Moyen
	Tout le projet	Multiplicité des fichiers produits pour les acteurs externes	Fort	Diminuer le nombre de fichiers et les rendre efficaces	Création d'un fichier spécifique pour chaque acteur externe à partir duquel les discussions ont lieu	UP	En cours	Fort
	Consultation	Non respect des délais administratifs	Moyen	Ne pas oublier la phase de consultation des dossiers, et en suivre l'avancée	Planning des consultations	UP	Non fait	Moyen
Manque de coordination national/local	Tout le projet	Manque de coordination entre les attentes locales et le planing national souhaité	Fort	Pouvoir se détacher du planing national pour faire avancer des actions/ mettre en place une coordination entre le local et national	réunion regroupant les acteurs de différentes échelles : local et national	UP et national (MCET)	Non fait	Fort
	Tout le projet	Manque d'organisation des niveaux internes : MCET, CIH, UP	Moyen	Définir des chefs à chaque échelle qui se coordonnent	Reportings à mettre en place	UP/CIH/MCET	Effectué	Faible
	Tout le projet	Manque de coordination entre les UP pour les aides de l'Agence	Moyen	Coordonner les aides et les stratégies utilisées entre UP étant sur le même bassin	Entrevues avec les UP se trouvant sur le même bassin	UP	Non fait	Moyen

Annexe 5. Ouvrages EDF classés en liste 2 dans le département de la Savoie (73)

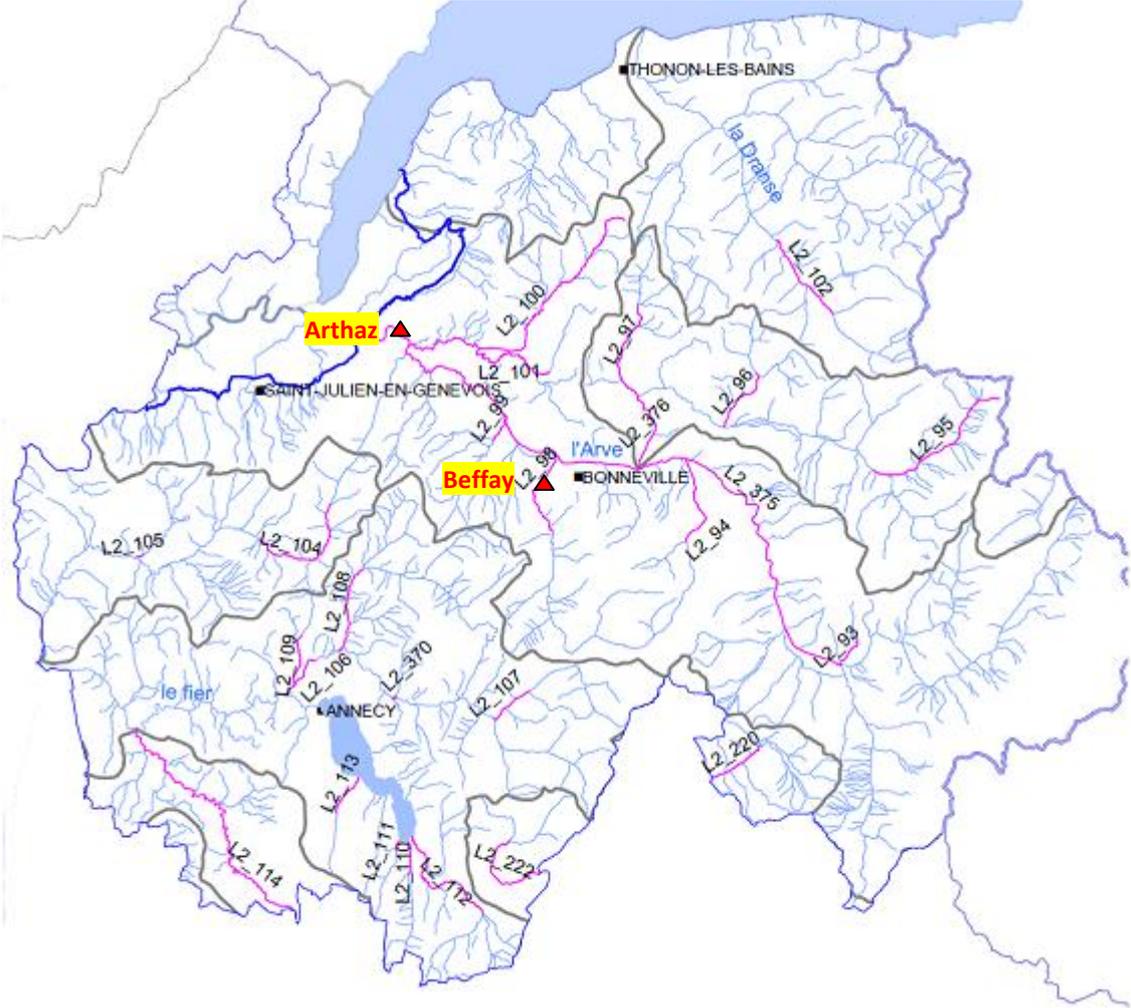


▲ Barrage

▲ Seuil

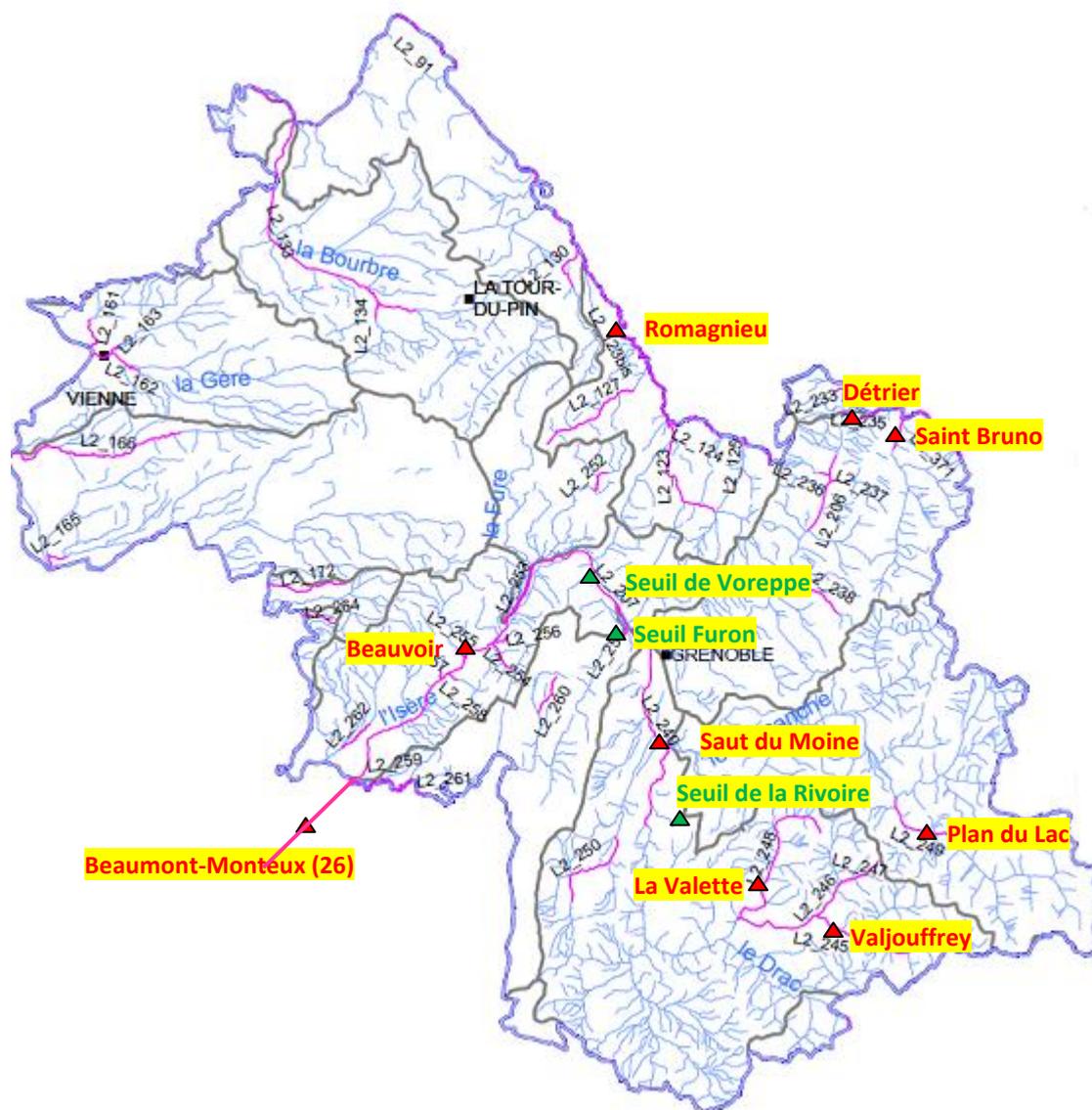
— Tronçon classé en liste 2

Annexe 6. Ouvrages EDF classés en liste 2 dans le département de la Haute-Savoie (74)



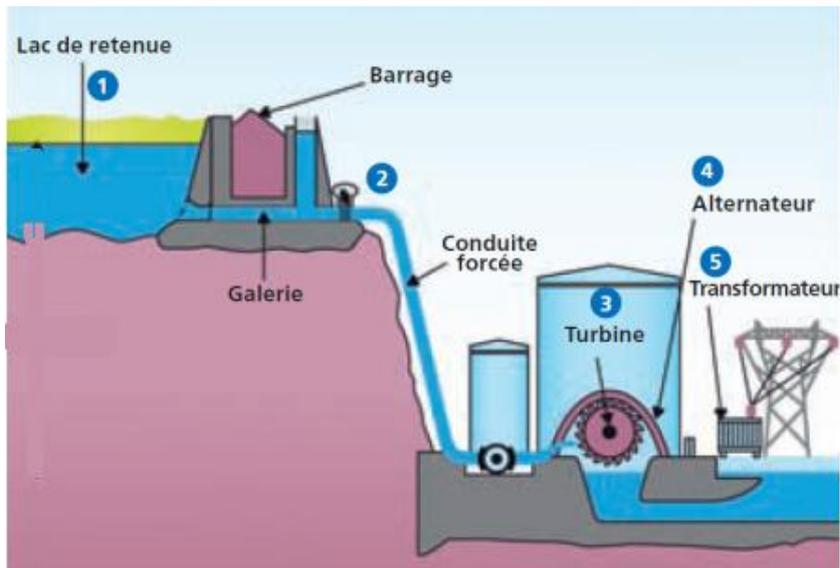
- ▲ Barrage
- ▲ Seuil
- Tronçon classé en liste 2

Annexe 7. Ouvrages EDF classés en liste 2 dans les départements de l'Isère (38) et de la Drôme (26)



- ▲ Barrage
- ▲ Seuil
- Tronçon classé en liste 2

## Annexe 8. Schéma explicatif du rôle d'un barrage servant de prise d'eau



- 1 : Barrage formant une retenue et entonnant l'eau
- 2 : Conduite d'amenée de l'eau du barrage jusqu'à la centrale hydroélectrique
- 3 : Turbinage de l'eau
- 4 : Création d'un courant électrique grâce à l'alternateur
- 5 : Augmentation du voltage du courant produit grâce au transformateur : plus facile à transporter

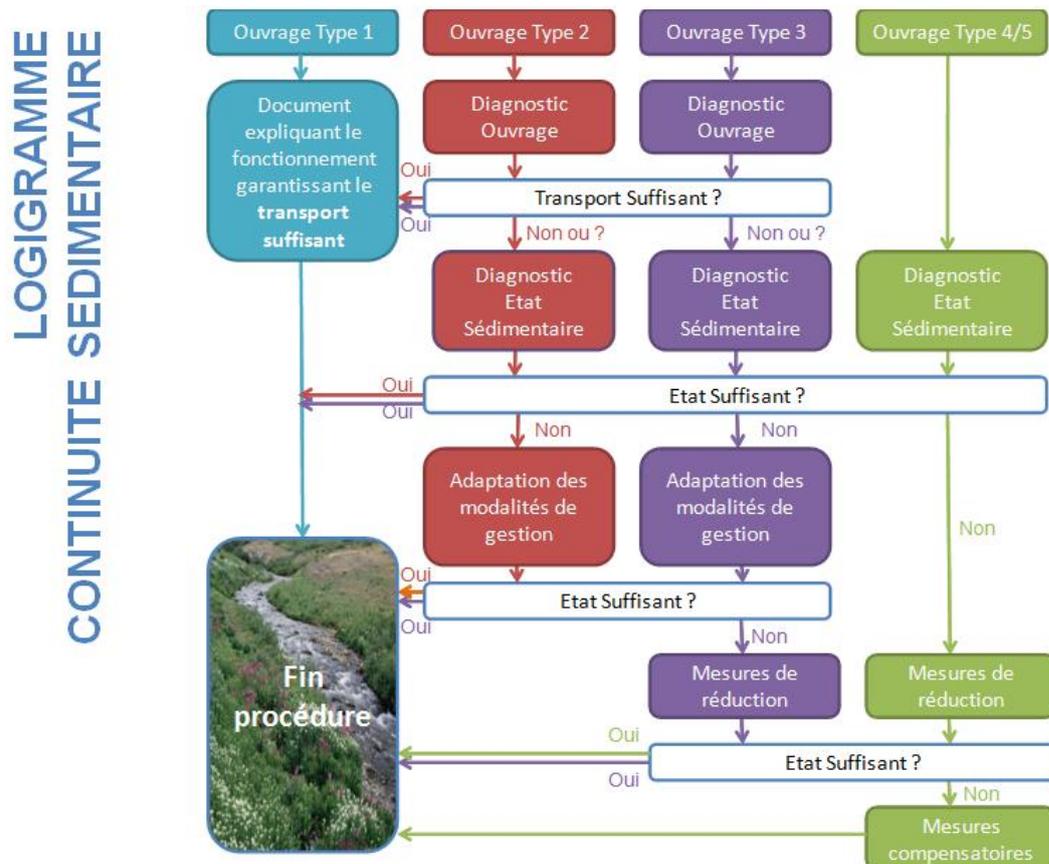
## Annexe 9. Description des barrages classés en liste 2

Dénomination	Rivière	Nature	Fonction	Dénivelé amont-aval
<b>Arthaz</b>	L'Arve	Barrage mobile	Prise d'eau sur l'Arve vers la centrale d'Arthaz	4 m
<b>Beffay</b>	Le Borne	Barrage mobile	Prise d'eau sur le Borne, vers la centrale de Saint-Pierre en Faucigny	8 m
<b>Bramans</b>	L'Arc	Barrage mobile	Prise d'eau sur l'Arc vers la centrale d'Avrieux	4 m
<b>Valmeinier</b>	La Neuvache	Barrage mobile	Prise d'eau sur la Neuvache vers la centrale de Châtelard	2,5 m
<b>Mottets</b>	L'Arly	Barrage mobile	Prise d'eau sur l'Arly vers la centrale de l'Arly	8 m
<b>Cudray</b>	L'Eau Rousse	Barrage mobile	Prise d'eau sur l'Eau Rousse vers la centrale de Notre Dame de Briançon	5 m
<b>Montrigon</b>	L'Isère	Barrage mobile	Barrage régulateur de débit à l'aval de la centrale de Malgovert	9 m
<b>Centron</b>	L'Isère	Barrage mobile	Prise d'eau sur l'Isère vers la centrale de Plombière	6 m
<b>Saint Bruno</b>	Le Bens	Barrage mobile	Prise d'eau sur le Bens vers la centrale de Bens	3 m
<b>Plan du Lac</b>	Le Vénéon	Barrage mobile	Prise d'eau sur le Vénéon vers la centrale de Pont Escoffier	3,5 m
<b>Saut du Moine</b>	Le Drac	Barrage mobile	Prise d'eau sur le Drac vers la centrale de Pont de Claix	2,3 m
<b>Beauvoir</b>	L'Isère	Barrage mobile	Prise d'eau sur l'Isère vers la centrale de Beauvoir	10,5 m
<b>Beaumont-Montoux</b>	L'Isère	Barrage mobile	Prise d'eau sur l'Isère vers la centrale de Beaumont-Montoux	11,5 m
<b>Jons</b>	Le Rhône	Barrage mobile	Prise d'eau. Dérive l'eau du Canal de Miribel vers le canal de Jonage, qui va ensuite vers la centrale de Cusset	4 m
<b>La Valette</b>	La Roizonne	Barrage mobile	Prise d'eau sur la Roizonne vers la centrale de Pont Haut	5 m
<b>Valjouffrey</b>	La Bonne	Barrage mobile	Prise d'eau sur la Bonne vers la centrale de Beaumont	2 m
<b>Ponturin</b>	Le Ponturin	Barrage mobile	Prise d'eau sur le Ponturin vers la centrale des Brévières	2 m
<b>Brides-les-Bains</b>	Doron des Allues	Barrage mobile	Prise d'eau sur le Doron des Allues vers la centrale de Brides-les-Bains	3 m
<b>Détrier</b>	Le Bréda	Barrage mobile	Prise d'eau sur le Bréda vers la centrale du Bréda	4 m
<b>Romagnieu</b>	Le Guiers	Barrage mobile	Prise d'eau sur le Guiers vers la centrale de Romagnieu	4,4 m

## Annexe 10. Description des seuils classés en liste 2

Dénomination	Rivière	Nature	Fonction	Dénivelé amont-aval
<b>Châtelard seuil amont</b>	La Neuvache	Seuil fixe de type déversoir composé de deux chutes consécutives	Relève le niveau d'eau en amont et le stabiliser afin d'entonner un débit pour le refroidissement d'une centrale	Deux chutes de 60 cm Dénivelé amont aval : 1,5 m
<b>Châtelard seuil aval</b>	La Neuvache	Seuil fixe de type radier béton	Passage sous le radier d'une conduite de dérivation d'eau vers des jardins	Radier d'une longueur de 7 m, Dénivelé amont aval : 1 m
<b>Seuil de Malgovert</b>	L'Isère	Seuil fixe de type divers : rideau de palplanches	inconnue	Dénivelé amont aval : 60 cm
<b>Seuil Pont des Arcs</b>	L'Isère	Seuil fixe de type divers : une partie aménagée en petites chutes successives et une partie en rivière naturelle avec des enrochements	Stabilise un pont routier	Dénivelé amont aval : 2 m
<b>Seuil de la Rivoire</b>	Le Drac	Seuil fixe de type déversoir	Stabilise un pont routier et SNCF	Dénivelé amont aval : 2,5 m
<b>Seuil de Voreppe</b>	L'Isère	Seuil fixe en enrochements	inconnue	Dénivelé amont aval : 2 m
<b>Seuil Pont Mayet</b>	Le Versoyen	Seuil fixe de type radier béton, chute en aval	Stabilise un pont piéton	Radier d'une longueur de 50 m, Dénivelé amont aval de 2 m (chute de 50 cm)
<b>Seuil du Furon</b>	Le Furon	Seuil de type déversoir	Permet la mesure du débit dans le canal du Furon	Dénivelé amont aval : 60 cm

## Annexe 11. Logigramme de la typologie des diagnostics sédimentaires

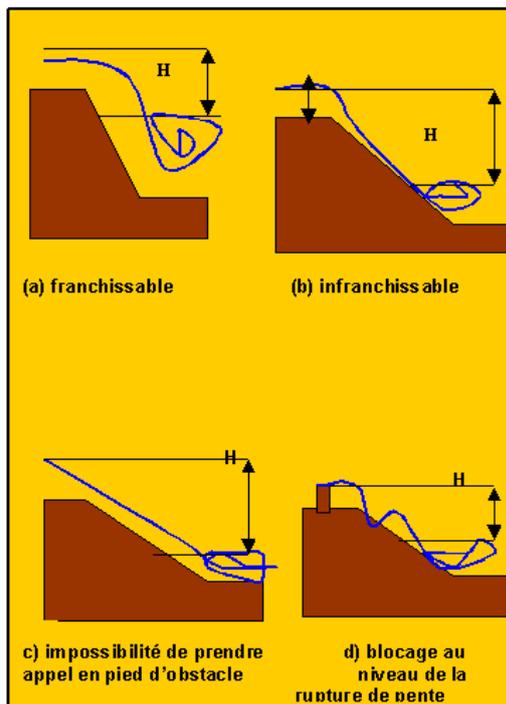


## Annexe 12. Détail des diagnostics sédimentaires de types 1 et 2

Diagnostic de type 1	Diagnostic de type 2
Etat du classement	Etat du classement
Périmètre d'étude	Périmètre d'étude
Bibliographie	Bibliographie
Hydrologie	Hydrologie
Description de l'ouvrage	Description de l'ouvrage
Gestion de l'ouvrage en crue	Gestion de l'ouvrage en crue
Inscription de l'ouvrage dans la vallée	Inscription de l'ouvrage dans la vallée
Définition des interventions humaines	<b>Diagnostic état sédimentaire</b>
Définition du contexte géomorphologique	Analyse des modalités de gestion
Comparaison de tronçons homogènes	Conclusion sur l'état sédimentaire
	Conclusion partagée CIH/BE

Sous-traitance
Interne

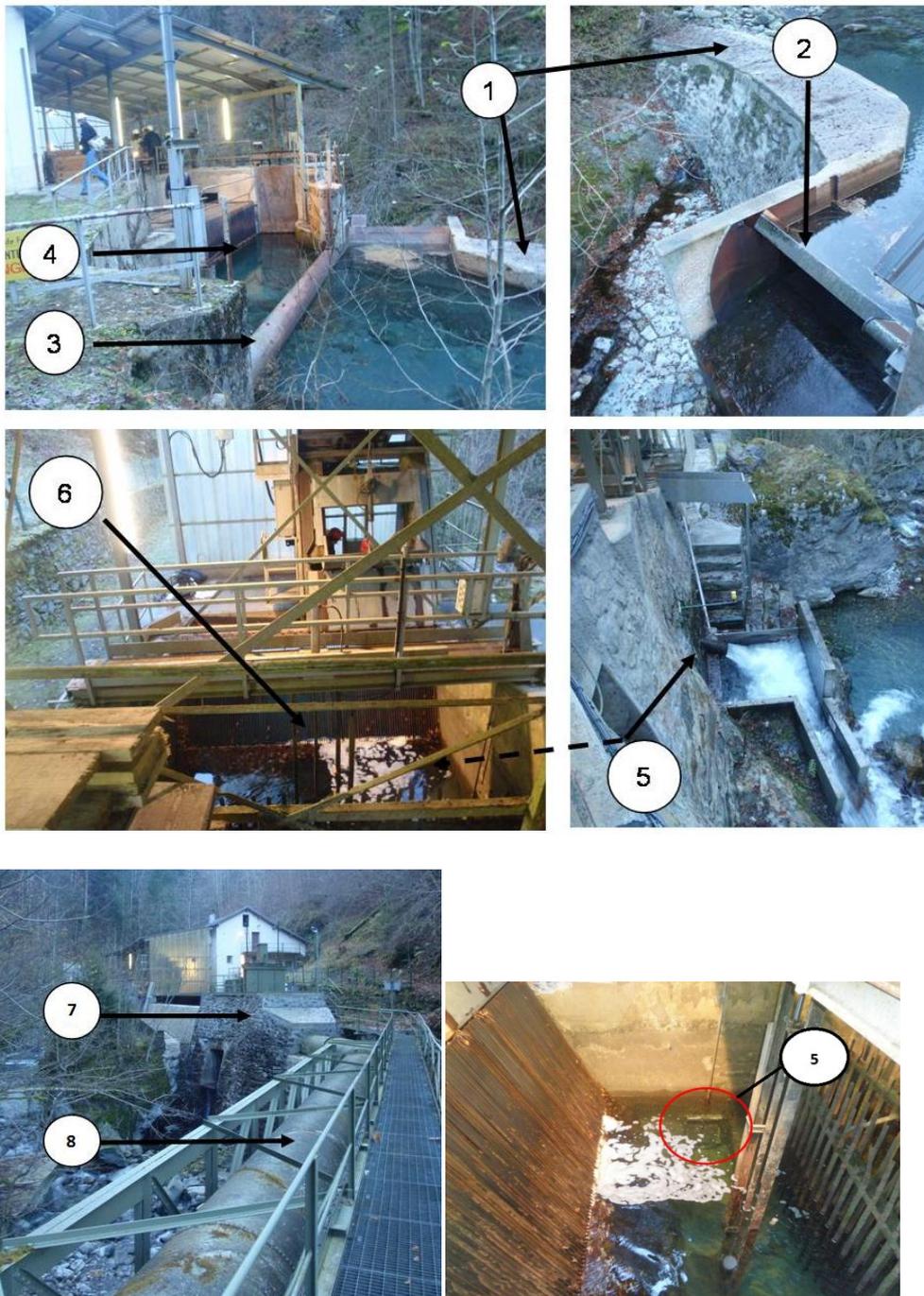
**Annexe 13. Schéma illustrant l'influence de la configuration d'un obstacle sur sa franchissabilité**



**Annexe 14. Détail d'un diagnostic associé à la montaison**

Diagnostic de type 1 : montaison	
Contexte général	Etat du classement
	Périmètre d'étude
	Bibliographie
	Description de l'ouvrage et gestion
	Contexte hydrologique
Contexte piscicole	Espèces présentes
	Comportement migratoire des espèces présentes
	Abondances des espèces
Habitat	Morphologie et faciès
	Habitat de reproduction
	Régime thermique
	Risque d'altération
	Capacité de recolonisation
Continuité	Obstacles à la continuité
	Gain au franchissement
	Cohérence globale avec autres aménagements

Annexe 15. Description d'une prise d'eau : exemple de Cudray



1 : retenue en amont de la prise d'eau

2 : vanne permettant le dégrèvement et la transparence de l'ouvrage

3 : drome permettant d'éviter l'entrée des gros embâcles dans la prise

4 : pré-grilles permettant d'éviter l'entrée des embâcles dans la prise (espacement : 9 cm)

- 5 : orifice de restitution du débit réservé (entrée et sortie dans le bassin de réception)  
 6 : grilles fines avant l'entonnement de l'eau (espacement 2 cm), et présence d'un dégrilleur  
 7 : dessableur après l'entonnement de l'eau à la sortie des grilles fines  
 8 : dérivation dans la conduite forcée de l'eau claire après passage dans le dessableur.

#### Annexe 16. Détail d'un diagnostic associé à la dévalaison

Diagnostic de type 2 : dévalaison	
Contexte général	Etat du classement
	Périmètre d'étude
	Bibliographie
	Description de l'ouvrage et gestion
	Hydrologie
Contexte piscicole	Espèces présentes
	Comportement migratoire des espèces présentes
	Abondances des espèces
Habitat	Morphologie et faciès
	Habitat de reproduction
	Régime thermique
	Risque d'altération
	Capacité de recolonisation
Continuité	Rôle des turbines
	Rôle des CF
	Rôle des déversements
	Obstacles à la continuité
	Intérêt dévalaison des géniteurs
	Intérêt dévalaison des juvéniles
	Intérêt de la recolonisation
Cohérence globale avec autres aménagements	

## Annexe 17. Comparaison des différentes solutions d'aménagement pour la montaison

Solutions	Variantes	Hauteur de chute maximale	Espèces concernées	Exigence d'implantation	Exigence de maintenance	Références
Passes à bassins	Passes à échancrures peu profondes	pas de limitation	espèces capables d'effectuer un saut	Supportent des variations de niveau amont et aval, différentes gammes de débits (10l/s à plusieurs m3/s) et de pentes (5% à 25 %)	Entretien régulier : Colmatage et obstruction des fentes	<i>Larinier, 1992</i>
	Passes à fentes verticales	pas de limitation	toutes les espèces	Conviennent pour les grands migrateurs que pour des débits importants (0,7 à 1m3/s), supportent de grandes variations de niveau amont et aval (plusieurs mètres), et de pente (5% à 25 %)	Entretien régulier : Colmatage et obstruction des fentes	<i>Larinier, 1992</i> <i>GHAAPPE, 2001</i>
	Passes à orifices noyés	pas de limitation	espèces incapables d'effectuer un saut	Supportent des variations de niveau amont et aval, différentes gammes de débits (10l/s à plusieurs m3/s) et de pentes (5% à 25 %)	Entretien difficile : obstruction fréquente des orifices	<i>Larinier, 1992</i> <i>GHAAPPE, 2001</i>
Ascenseurs et écluses à poissons		pas de limitation, adapté pour de très grandes chutes	toutes les espèces	Ne prend pas trop de place, mais demande une variation de niveau d'eau amont et aval très faible	Entretien important : mécanique de l'ascenseur	<i>Larinier, 1999</i>
Passes à seuils successifs		2 m environ	toutes les espèces	Adaptées aux variations de niveau amont limité, adaptées à une variation de débit, besoin de place : largeur relativement importante	Entretien modéré : peu de colmatage	<i>Larinier, 1992</i> <i>GHAAPPE, 2001</i>
Passes à ralentisseurs		seuil compris entre 1,2 m et 2,5 m	Bons nageurs de taille supérieure à 30 cm	Ne peuvent être implantés que sur des cours d'eau de faible importance, sont sensibles aux variations de niveau d'eau en amont et aval	Entretien important : très sensibles au colmatage, et ralentisseurs pouvant être dégradés	<i>VNF, 2008</i>
Pré-barrages		Faible hauteur : inférieure à 1,5 m	espèces capables de faire un saut, souvent inadapté aux espèces de petites tailles	Peuvent être implantés sur tout type de cours d'eau, peu sensibles aux variations de niveau amont et aval	Entretien modéré : sensible au colmatage, mais l'entretien est relativement facile	<i>Larinier, 1992</i> <i>GHAAPPE, 2001</i>
Rivière de contournement		Faible hauteur, hauteur modérée	Toutes les espèces	Adaptées aux pentes faibles (1 à 6 %), avec un niveau amont constant, nécessite un espace important en berge	Peu d'entretien, sauf si un régulateur de débit amont est installé	<i>GHAAPPE, 2001</i>
Seuils franchissables par conception	Pente douce en enrochement	Faible hauteur : environ 1,5 m	Toutes les espèces	Peuvent être implantées sur tout type de cours d'eau, peuvent être franchissables dans une grande gamme de débit et de niveaux amont et aval, nécessite une faible pente	Peu d'entretien	<i>GHAAPPE, 2001</i>
	Division en petites chutes	Faible hauteur : jusqu' 2 m	espèces capables de faire un saut	Idem, et Adaptée à des pentes plus importante		<i>GHAAPPE, 2001</i>

## Annexe 18. Planning par ouvrage et par enjeu des différentes actions du projet

Ouvrages et enjeux	Diagnostic Contrôle	EP	APS	APD	Réalisation	Opportunité
<i>Beffay</i>		2014	2014	2014	2015	Travaux 2015
<i>Bramans</i>	2014					
<i>Valmeinier</i>		2014	2014	2015	2016	
<i>Châtelard seuil amont</i>		2014	2014	2014	2015	
<i>Châtelard seuil aval</i>		2014	2014	2014	2015	
<i>Mottets (Dévalaison)</i>	2015					
<i>Mottets (Sédiments)</i>	2015					Etudes externes en cours
<i>Cudray</i>		2014	2014	2014	2014	Travaux 2014
<i>Montrigon (Montaison)</i>		2014	2014	2014	2015	
<i>Montrigon (Sédiments)</i>	2014					Curage prévu en 2016, études externes réalisées
<i>Seuil de Malgovert</i>		2014	2014	2014	2015	
<i>Seuil Pont des Arcs</i>		2017	2017	2017	2018	
<i>Saint-Bruno (Dévalaison)</i>	2014					
<i>Saint-Bruno (Sédiments)</i>	2014					
<i>Plan du Lac (Dévalaison)</i>		2015	2016	2017	2018	
<i>Plan du Lac (Sédiments)</i>	2015					Approfondissement la connaissance sédimentaire en cours
<i>Saut du Moine (Montaison)</i>		Fait	Fait	Fait	Fait	
<i>Saut du Moine (Dévalaison)</i>	2015					Travaux changement de vannes 2015
<i>Seuil de la Rivoire (Sédiments)</i>	2015					
<i>Seuil de la Rivoire (Montaison)</i>		2014	2015	2015	2017	Etudes en cours
<i>Seuil de Voreppe</i>	2015					
<i>Beauvoir</i>	2015					
<i>Beaumont-Montoux (Montaison)</i>		2015	2015	2016	2018	
<i>Beaumont-Montoux (Dévalaison)</i>		Fait	Fait	Fait	Fait	
<i>Ponturin (Montaison)</i>	2015					
<i>Ponturin (Dévalaison)</i>	2015					
<i>Ponturin (Sédiments)</i>	2015					
<i>Brides-les-Bains</i>	2016					Ouvrage à l'arrêt jusqu'en 2016
<i>Seuil Pont-Mayet</i>		Fait	Fait	Fait	2015	
<i>Détrier (Montaison)</i>	2015					
<i>Détrier (Dévalaison)</i>	2015					
<i>Détrier (Sédiments)</i>	2015					
<i>Seuil du Furon</i>		Fait	Fait	2014	2016	Etudes en cours
<i>Romagnieu (Dévalaison)</i>	2014					
<i>Romagnieu (Sédiments)</i>	2015					Approfondissement la connaissance sédimentaire en cours
<i>La Valette</i>	2015					
<i>Valjouffrey (Montaison)</i>	2014					
<i>Valjouffrey (Dévalaison)</i>	2015					
<i>Valjouffrey (Sédiments)</i>	2015					

## Annexe 19. Détail des heures d'ingénierie associées aux diagnostics sédimentaire

Diagnostics de type 1		Diagnostics de type 2	
	Heures		Heures
Préparation terrain	2	Préparation terrain	2
Terrain + visite groupement	8	Terrain + visite groupement	8
Récolte données	3	Récolte données	3
Analyse données	6	Analyse données	6
Rédaction	8	Rédaction diag ouvrage	4
AMO - suivi	4	Interprétation relecture	4
Total moyen à passer	31	Rédaction conclusion	4
		AMO - suivi	8
		Total moyen à passer	39

Diagnostics de type 3		Diagnostics de type 4	
	Heures		Heures
Préparation terrain	2	Préparation terrain	2
Terrain + visite groupement	8	Terrain + visite groupement	8
Récolte données	6	Récolte données	6
Analyse données	6	Analyse données	6
Rédaction diag ouvrage	4	Rédaction diag ouvrage	4
Interprétation relecture	8	Interprétation relecture	8
Rédaction conclusion	6	Rédaction conclusion	6
AMO - suivi	8	AMO - suivi	8
Total moyen à passer	48	Total moyen à passer	48

Diagnostics de type 5	
	Heures
Préparation terrain	2
Terrain + visite groupement	8
Récolte données	2
Analyse données	2
Rédaction diag ouvrage	2
Interprétation relecture	8
Rédaction conclusion	6
AMO - suivi	4
Total moyen à passer	34

## Annexe 20. Détail des heures d'ingénierie associées aux diagnostics piscicoles

Diagnostic de type 1 : montaison		Diagnostic de type 2 : dévalaison	
	Heures		Heures
Préparation de terrain	2	Préparation de terrain	2
Terrain + visite groupement	8	Terrain + visite groupement	8
Récolte données	4	Récolte données	4
Analyse données	8	Analyse données	8
Rédaction	4	Rédaction	4
Interprétation relecture	4	Interprétation relecture	4
Rédaction conclusion	4	Rédaction conclusion	4
AMO - suivi - sous traitance	12	AMO - suivi - sous traitance	12
Total moyen à passer	46	Total moyen à passer	46

Diagnostic de type 3 : montaison + dévalaison	
	Heures
Préparation de terrain	3
Terrain + visite groupement	12
Récolte données	6
Analyse données	16
Rédaction	8
Interprétation relecture	8
Rédaction conclusion	4
AMO - suivi - sous traitance	12
Total moyen à passer	69

Annexe 21. Tableau regroupant les prix selon les ouvrages et les actions, par année.

Ouvrages	Diagnostic/Contrôle		EP		APS		APD		Réalisation	
	Année	Coût	Année	Coût	Année	Coût	Année	Coût	Année	Coût
<b>Beffay</b>			2014	13 000 €	2014	38 000 €	2014	48 000 €	2015	100 000 €
<b>Bramans</b>	2014	5 000 €								
<b>Valmeinier</b>			2014	13 000 €	2014	38 000 €	2015	48 000 €	2016	100 000 €
<b>Châtelard seuil amont</b>			2014	5 000 €	2014	12 000 €	2014	16 000 €	2015	15 000 € - 80 000 €
<b>Châtelard seuil aval</b>			2014	5 000 €	2014	12 000 €	2014	16 000 €	2015	10 000 € - 80 000 €
<b>Mottets (Dévalaison)</b>	2015	15 000 €								
<b>Mottets (Sédiments)</b>	2015	14 000 €								
<b>Cudray</b>			2014	13 000 €	2014	38 000 €	2014	48 000 €	2014	100 000 €
<b>Montrigon (Montaison)</b>			2014	5 000 €	2014	12 000 €	2014	16 000 €	2015	20 000 €
<b>Montrigon (Sédiments)</b>	2014	14 000 €								
<b>Seuil de Malgovert</b>			2014	5 000 €	2014	12 000 €	2014	16 000 €	2015	6 000 €
<b>Seuil Pont des Arcs</b>			2017	5 000 €	2017	12 000 €	2017	16 000 €	2018	20 000 €
<b>Saint-Bruno (Dévalaison)</b>	2014	15 000 €								
<b>Saint-Bruno (Sédiments)</b>	2014	14 000 €								
<b>Plan du Lac (Dévalaison)</b>			2015	13 000 €	2016	38 000 €	2017	48 000 €	2018	100 000 €
<b>Plan du Lac (Sédiments)</b>	2015	3 000 €								
<b>Saut du Moine (Montaison)</b>			Fait		Fait		Fait		Fait	
<b>Saut du Moine (Dévalaison)</b>	2015	15 000 €								
<b>Seuil de la Rivoire (Sédiments)</b>	2015	3 000 €								
<b>Seuil de la Rivoire (Montaison)</b>			2014	5 000 €	2015	12 000 €	2015	16 000 €	2017	25 000€ - 500 000 €
<b>Seuil de Voreppe</b>	2015	15 000 €								
<b>Beauvoir</b>	2015	15 000 €								
<b>Beaumont-Montoux (Montaison)</b>			2015	20 000 €	2015	58 000 €	2016	150 000 €	2018	2 000 000 €
<b>Beaumont-Montoux (Dévalaison)</b>			Fait		Fait		Fait		Fait	
<b>Ponturin (Montaison)</b>	2015	15 000 €								
<b>Ponturin (Dévalaison)</b>	2015	15 000 €								
<b>Ponturin (Sédiments)</b>	2015	3 000 €								
<b>Brides-les-Bains</b>	2016	15 000 €								
<b>Seuil Pont-Mayet</b>			Fait		Fait		Fait		2015	30 000 €
<b>Détrier (Montaison)</b>	2015	15 000 €								
<b>Détrier (Dévalaison)</b>	2015	15 000 €								
<b>Détrier (Sédiments)</b>	2015	3 000 €								
<b>Seuil du Furon</b>			Fait		Fait		2014	16 000 €	2016	30 000 € - 70 000 €
<b>Romagnieu (Dévalaison)</b>	2014	15 000 €								
<b>Romagnieu (Sédiments)</b>	2015	14 000 €								
<b>La Valette</b>	2015	14 000 €								
<b>Valjouffrey (Montaison)</b>	2014	5 000 €								
<b>Valjouffrey (Dévalaison)</b>	2015	15 000 €								
<b>Valjouffrey (Sédiments)</b>	2015	3 000 €								



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

**Diplôme(s)** ENGEES

**Spécialité** GEDET

**Auteur**

Sabine GUILHOT

**Année**

2014

**Titre**

Mise en place et appui au pilotage du projet « continuité piscicole et sédimentaire »

Mise en conformité des ouvrages de l'UP Alpes pour 2018

**Nombre de pages**      texte : 67 pages

annexes : 18 pages

**Nombre de références bibliographiques : 27**

**Structure d'accueil**

*EDF / Grenoble / Isère (38)*

**Maître de stage :** Philippe BESSY

**Résumé**

Le rapport concerne la gestion du projet « continuité piscicole et sédimentaire », en tant que maîtrise d'ouvrage d'EDF. Les ouvrages d'EDF considérés comme des obstacles à l'écoulement sur le territoire des Alpes sont recensés, et une évaluation de leur impact sur la continuité écologique est effectuée. Les actions (diagnostics, études, réalisations et contrôles) à mettre en œuvre sur chaque ouvrage sont planifiées à l'aide d'une priorisation. Les ressources humaines d'ingénierie et budgétaires à mobiliser sont évaluées.

**Mots-clés**

Projet, continuité écologique, piscicole, sédiments, montaison, dévalaison, barrage, seuil, obstacle.