
Suivi morphologique de cours d'eau suite à l'effacement d'ouvrages

- Conception de projet d'effacement

Syndicat Intercommunal des Cours d'Eau Châtillonnais (21)



Effacement de l'ouvrage Floriet sur la commune de Nod-sur-Seine (21)

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

CHABAS Coralie

Promotion STUTTGART

Spécialisation Gestion des Ressources en Eau et de l'Environnement

Novembre 2016

Encadrement

Maître de Stage

Audrey FLORES

✉ audrey.flores@sicec.fr

SICEC

21, boulevard Gustave Morizot
21 400 Châtillon sur Seine

☎ 03.80.81.56.25 // 06.77.55.71.66

Tuteur

Emilie BEAULIEU

✉ emilie.beaulieu@engees.unistra.fr

LHyGeS

UMR 7517 – Université de Strasbourg –
ENGEES – CNRS
1, rue Blessig
67 084 Strasbourg

☎ 03.68.85.03.99

Coordonnées

SICEC

Syndicat Intercommunal des Cours d'Eau
Châtillonnais

21, boulevard Gustave Morizot
21 400 Châtillon-sur-Seine

☎ 03.80.81.56.25

☎ 03.80.91.18.58

💻 www.contrat-sequana.fr

ENGEES

Ecole Nationale du Génie de l'Eau et de
l'Environnement de Strasbourg

1, quai Koch
67 070 Strasbourg Cedex

☎ 03.88.24.82.82

☎ 03.88.37.04.97

💻 www.engees.unistra.fr

Remerciements

Mon stage a pu être réalisé dans des conditions optimales grâce à l'aide de certaines personnes que je souhaite remercier ici.

Tout d'abord, je voudrais remercier Thierry Naudinot, Président du SICEC, pour m'avoir donné l'opportunité d'effectuer mon stage au sein du Syndicat.

Je tiens également à remercier Audrey Flores, mon maître de stage, pour ses conseils tout au long de ces six mois et sa patience avec moi sur le logiciel HEC-RAS. Malgré son planning chargé, elle a toujours su être présente pour répondre à mes questions et m'accompagner sur le terrain.

Je remercie l'ensemble du personnel du Syndicat qui a contribué à l'ambiance chaleureuse et conviviale qui a régné pendant le stage :

Pauline pour ses conseils et nos virées shopping. Sans oublier que grâce à elle j'ai découvert le chaï,

Aurélie pour nos longues discussions du midi,

Lauriane et Gwenaëlle avec qui j'ai eu de nombreux échanges,

Damien pour le temps qu'il m'a consacré sur le projet de Prusly-sur-Ource,

Guillaume avec qui j'ai pu partager les inconvénients de l'isolement de Châtillon-sur-Seine,

& François-Xavier pour avoir partagé avec moi sa passion du Châtillonnais.

A l'équipe en général pour m'avoir aussi bien intégrée avec. Sans oublier leur aide précieuse pour mes relevés terrain.

Je remercie également, Emilie Beaulieu, mon tuteur ENGEES, pour ses conseils apportés dans le cadre de mon TFE,

Sébastien Baudry, de Geoplans, que j'ai accompagné durant une journée pour les relevés topographiques et qui a pris le temps de répondre à toutes mes questions.

Eva, Bounty et Anouck, les amies à quatre pattes du Syndicat.

Enfin un grand merci à toutes les personnes qui m'entourent et qui ont fait en sorte que tout se passe bien durant ce stage mais aussi durant mes années de formation.

Suivi morphologique de cours d'eau suite à l'effacement d'ouvrages – Conception de projet d'effacement

La présence d'ouvrages hydrauliques impacte fortement le fonctionnement naturel des cours d'eau. L'article *L.214-17* du Code de l'Environnement impose la mise en conformité des ouvrages classés en Liste 2. Le Syndicat Intercommunal des Cours d'Eau Châtillonnais (SICEC) est en charge de la gestion, de la préservation et de la restauration des cours d'eau sur son territoire. A ce titre, il participe à la restauration de la continuité écologique.

La première étude porte sur le suivi hydromorphologique des cours d'eau avant et après l'effacement de quatre ouvrages hydrauliques présents sur le bassin versant Seine Amont. Ces études hydromorphologiques ont pour objectif de comparer les cartographies et les analyses des faciès identifiés, des granulométries dominantes et secondaires et des surfaces de frayères* potentielles pour la truite Fario (espèce cible du bassin versant Seine Amont) avant et après les travaux.

Les sites d'étude diffèrent par leur situation initiale. En effet, les débits, les hauteurs d'ouvrages et les zones de retenues sont propres à chaque site. Globalement, les effacements ont permis, dans les zones d'influence des anciens ouvrages, d'homogénéiser les faciès et la granulométrie entre l'amont et l'aval et de créer de nouvelles zones de frayères potentielles pour la truite Fario. Ainsi la libre circulation des espèces piscicoles et le transit sédimentaire sont rétablis. De plus, l'hydrologie du cours d'eau se rapproche de ses conditions naturelles.

La seconde étude porte sur les travaux des ouvrages de Prusly-sur-Ource soumis à autorisation et qui nécessitent une modélisation. La modélisation de l'effacement de ces trois ouvrages est réalisée avec le logiciel HEC-RAS 4.1.0. Elle permet de vérifier l'impact des travaux sur les hauteurs d'eau et sur l'alimentation des biefs en fonction des différents débits (débit d'étiage mensuel, module et débits de crue).

The monitoring of streams morphology after hydraulic structures erasures – Project design of erasure

The presence of hydraulic structures strongly impacts the natural functioning of streams. The article L.214-17 of le Code de l'Environnement requires the compliance of the hydraulic structures classified List 2. The Syndicat Intercommunal des Cours d'Eau Châtillonnais (SICEC) is responsible for the management, the preservation and the restoration of ecological continuity.

The first study is focused on the hydromorphological monitoring of streams before and after the erasure of four hydraulic structures on the Seine Amont catchment. The objective of these hydromorphological studies is to compare the mappings and the analyses of the identified flow facies, the dominant and secondary grain sizes and the spawning surface areas for the brown trout (the target species of the Seine Amont catchment) before and after the erasure works.

The study sites differ in their initial situation. Indeed the flows, the height of structures and the impound areas are unique to each location. Overall, the erasures enabled the flow facies and grain sizes to unify between the upstream and the downstream. And they enabled to create new zones of spawning areas for the brown trout. Therefore, the free movement of fish species and the sedimentary transit are restored. Furthermore, the stream hydrology comes closer its natural conditions.

The second study focused on the works of hydraulic structures in Prusly-sur-Ource. They subject to authorization and they require simulation. The simulation of these three hydraulic structures erasure is made out with the HEC-RAS 4.1.0 software. The objective is to check the works impact on the different water levels and on the water supplies of forebays according to various flow rates (low flow, mean annual flow and flood flows).

Sommaire

Remerciements	3
Résumé	4
Abstract	5
Liste des figures	9
Liste des tableaux	11
Liste des équations	11
Glossaire.....	12
Symboles, Sigles, Acronymes	13
Introduction	14
Partie 1 : Le contexte de l'étude et la problématique engagée	15
I. La restauration hydromorphologique des cours d'eau pour l'atteinte du bon état écologique	15
1. La continuité écologique, une étape clé dans la restauration hydromorphologique	15
2. Le contexte législatif sur la continuité écologique	20
II. Présentations de la mission et des enjeux du territoire	22
1. Présentation du territoire : Le Châtillonnais	22
2. Le Contrat Global Sequana 2014/2018 porté par le SICEC	23
3. Les caractéristiques des cours d'eau étudiés	25
4. Les ouvrages hydrauliques étudiés	26
Partie 2 : Suivi hydromorphologique des cours d'eau suite à l'effacement d'ouvrages hydrauliques..	28
I. Le protocole terrain.....	29
II. L'état initial des ouvrages hydrauliques.....	30
1. L'ouvrage Seuil de la Mairie sur la Seine (commune de Châtillon-sur-Seine).....	30
2. L'ouvrage Massard sur l'Ource (commune de Belan-sur-Ource).....	34
III. Le suivi hydromorphologique avant/après travaux.....	39
1. Le Vieux Moulin de Beaunotte sur La Coquille (Commune de Beaunotte).....	39
2. La Scierie de Cosne sur la Seine (Commune de Quemigny-sur-Seine).....	44
3. L'ouvrage Floriet sur la Seine (Commune de Nod-sur-Seine)	49
4. Le Moulin des Ecuyers sur la Seine (Commune de Châtillon-sur-Seine).....	55
Partie 3 : Conception d'un projet d'effacement à Prusly-sur-Ource	61
I. Situation initiale des ouvrages hydrauliques	61
1. L'ouvrage Ancien Moulin Neuf.....	62
2. L'ouvrage Ancien Fourneau.....	63
3. L'ouvrage Ancienne Scierie	64

II.	Modélisation du projet avec le logiciel HEC-RAS	64
1.	Définition du logiciel HEC-RAS (version 4.1.0)	64
2.	Les paramètres utilisés.....	65
3.	Les objectifs du projet.....	67
III.	Les résultats de la modélisation	68
1.	Etat initial	69
2.	Effacement des ouvrages	70
3.	Mise en mouvement des sédiments	73
4.	Les précisions du modèle	75
5.	Situation finale	75
IV.	Description des travaux envisagés	76
1.	La notice d’incidence.....	76
2.	L’effacement des ouvrages	76
3.	Les travaux complémentaires	77
4.	Les mesures compensatoires	78
5.	Les incidences des travaux	78
6.	Le budget.....	79
7.	Les accès et le calendrier prévisionnel des travaux	80
	Conclusion.....	81
	Bibliographie.....	83
	Annexes.....	87

Liste des figures

Figure 1: Conséquences de la présence d'un ouvrage hydraulique sur le cours d'eau	15
Figure 2: Différents types de transport des particules (Pinto Martins, 2008)	16
Figure 3: Balance de Lane (d'après Lane, 1955)	16
Figure 4: Facteurs physiques influençant la franchissabilité d'un obstacle vertical (Croze, 2001)	17
Figure 5: Truite Fario en zone de frayère (SICEC).....	18
Figure 6: Territoire du SICEC	22
Figure 7: Organigramme du SICEC	22
Figure 8: Périmètre du Contrat Global Sequana	23
Figure 9: Les acteurs du Contrat Global Sequana	24
Figure 10: Les territoires des Syndicats du Contrat Global Sequana	24
Figure 11: Localisation des ouvrages de l'étude	27
Figure 12: Procédure de gestion des ouvrages hydrauliques classés en liste 2.....	28
Figure 13: Représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Seuil de la Mairie	30
Figure 14: Evolution de la représentation surfacique de l'ouvrage Seuil de la Mairie	31
Figure 15: Représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Seuil de la Mairie	31
Figure 16: Evolution de la représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Seuil de la Mairie	32
Figure 17: Représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Seuil de la Mairie	32
Figure 18: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie seoncdaire de l'ouvrage Seuil de la Mairie	33
Figure 19: Représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Massard sur le bras principal de l'Ource	34
Figure 20: Evolution de la représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Massard sur le bras principal de l'Ource	34
Figure 21: Représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Massard sur le bief de l'Ource	35
Figure 22: Représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Massard sur le bras principal de l'Ource	35
Figure 23: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Massard sur le bras principal de l'Ource	36
Figure 24: Représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Massard sur le bief de l'Ource	36
Figure 25: Représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Massard sur le bras principal de l'Ource	37
Figure 26: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Massard sur le bras principal de l'Ource	37
Figure 27: Représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Massard sur bief de l'Ource	38
Figure 28: Répartition surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Vieux Moulin de Beaunotte	39

Figure 29: Evolution de la représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Vieux Moulin de Beaunotte.....	40
Figure 30: Représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Vieux Moulin de Beaunotte.....	41
Figure 31: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Vieux Moulin de Beaunotte.....	41
Figure 32: Représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Vieux Moulin de Beaunotte.....	42
Figure 33: Représentation de l'évolution surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Vieux Moulin de Beaunotte.....	42
Figure 34: Représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Scierie de Cosne	44
Figure 35: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Scierie de Cosne	45
Figure 36: Représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Scierie de Cosne	46
Figure 37: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Scierie de Cosne	46
Figure 38: Représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Scierie de Cosne	47
Figure 39: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Scierie de Cosne	47
Figure 40: Représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Floriet	49
Figure 41: Evolution de la représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Floriet	50
Figure 42: Représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Floriet	51
Figure 43: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Floriet	51
Figure 44: Représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Floriet	52
Figure 45: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Floriet	53
Figure 46: Représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Moulin des Ecuyers	55
Figure 47: Evolution de la représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Moulin des Ecuyers	55
Figure 48: Représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Moulin des Ecuyers	56
Figure 49: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Moulin des Ecuyers	56
Figure 50: Représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Ecuyers	57
Figure 51: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Moulin des Ecuyers	58
Figure 52: Localisation des ouvrages hydrauliques.....	61
Figure 53: Paramètres à prendre en compte pour la franchissabilité par saut	62
Figure 54: Cartographie des transects pour la modélisation	65
Figure 55: Modélisation sur le logiciel HEC-RAS.....	68
Figure 56: Profil initial en long de l'Ource sur le logiciel HEC-RAS	69
Figure 57: Analyses terrain au niveau de l'ouvrage Ancien Fourneau	70
Figure 58: Profil en long de l'Ource après effacement des ouvrages hydrauliques.....	71
Figure 59: Modification du profil en long de l'Ource	73

Figure 60: Zones d'érodabilité des berges de l'Ource (InfoTerre).....	74
Figure 61: Travaux complémentaires.....	77

Liste des tableaux

Tableau 1: Etats et objectifs des masses d'eau étudiées	26
Tableau 2: Débit par station pour le Qmn et le Module	29
Tableau 3: Débits relevés des stations les plus proches lors des mesures	29
Tableau 4: Surface des zones de frayères potentielles de l'ouvrage Vieux Moulin de Beaunotte	43
Tableau 5: Largeur du lit mouillé sur le tronçon de l'ouvrage Vieux Moulin de Beaunotte	44
Tableau 6: Surface des zones de frayères potentielles de l'ouvrage Scierie de Cosne	48
Tableau 7: Evolution de la largeur du lit mouillé de l'ouvrage Scierie de Cosne	48
Tableau 8: Evolution de la surface du potentiel frayères de l'ouvrage Floriet	53
Tableau 9: Evolution de la largeur du lit mouillé sur le tronçon de l'ouvrage Floriet	54
Tableau 10: Evolution de la surface du potentiel frayères de l'ouvrage Moulin des Ecuyers	58
Tableau 11: Evolution de la largeur du lit mouillé sur le tronçon de l'ouvrage Moulin des Ecuyers....	59
Tableau 12: Indices de franchissabilité pour l'ouvrage Ancien Moulin Neuf.....	63
Tableau 13: Caractéristiques des stations limnimétriques de l'Ource.....	66
Tableau 14: Estimation des débits (m ³ /s) à Prusly-sur-Ource.....	66
Tableau 15: Variations moyennes des hauteurs d'eau sur le tronçon étudié	72
Tableau 16: Répartition des débits dans le Bief de Prusly et la fausse rivière (m ³ /s), avant/après travaux.....	72
Tableau 17: Budget prévisionnel.....	79
Tableau 18: Durée des travaux.....	80

Liste des équations

Équation 1: Détermination des débits à Prusly-sur-Ource.....	66
Équation 2: Volume de sédiments mis en mouvement	73
Équation 3: Puissance spécifique d'un cours d'eau	73

Glossaire

Les définitions listées ci-dessous sont signalées par un astérisque (*) dans le texte, lors de leur première occurrence.

Arasement : Abaissement partiel.

Bief : A l'origine, c'est un canal d'amenée à un ouvrage hydraulique.

Dérasement : Suppression totale.

Eutrophisation : Détérioration d'un écosystème aquatique par la prolifération de certains végétaux, en particulier des algues. Elle modifie les caractéristiques physiques et chimiques de l'eau comme la réduction de la teneur en oxygène.

Faciès d'écoulement : Partie de cours d'eau présentant une physionomie homogène sur le plan de la hauteur d'eau, des vitesses et du substrat.

Frai : Action pour un poisson de déposer ses œufs qui sont alors fécondés par le mâle.

Fosse de dissipation : Zone d'érosion présente en aval d'un seuil où plonge une chute d'eau.

Frayère : Zone dont le faciès convient à une espèce de poisson pour y frayer.

Hydromorphologie : Etude de la morphologie et de la dynamique des cours d'eau, notamment l'évolution des profils en long et en travers.

Lentique : Se dit d'un faciès à écoulement lent (vitesse inférieure à 30 cm/s).

Lotique : Se dit d'un faciès à écoulement rapide (vitesse supérieure à 30 cm/s).

Migrateurs holobiotiques : Poissons passant toute leur vie dans le même milieu, dans lequel ils effectuent leurs migrations.

Module : Débit annuel inter-annuel qui correspond à la moyenne des débits annuels sur au moins 30 ans.

Mouille : Faciès de type lentique caractérisé par une lame d'eau importante, des faibles vitesses et des sédiments fins.

Période de retour : Durée représentant la moyenne à long terme du nombre d'années séparant un événement donné (crue) d'un second événement d'une importance égale ou supérieure.

Plat courant : Profondeur moyenne, courant modéré substrat de type gravier.

Plat lentique : Profondeur moyenne, faible courant et sédiments fins.

Radier : Faciès d'écoulement caractérisé par des vitesses assez fortes, une lame d'eau plutôt mince et des fonds caillouteux.

Ripisylve : Formation végétale qui se développe sur les bords des cours d'eau.

Seuil : Ouvrage, fixe ou mobile, qui barre tout ou une partie du lit mineur d'un cours d'eau et à l'amont duquel se forme une retenue d'eau. Sa hauteur est généralement inférieure à 5 mètres.

Symboles, Sigles, Acronymes

AESN : Agence de l'Eau Seine-Normandie

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

HEC-RAS : Hydrologic Engineering Centers River Analysis System

LEMA : Loi sur l'Eau et Milieux Aquatiques

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

ROE : Référentiel des Obstacles à l'Écoulement

Q1, Q2, Q5, Q10 : Débit/crue de période de retour statistique de 1, 2, 5 ou 10 ans

QMN : Débit minimum d'un cours d'eau calculé sur un pas de temps donné en période de basses eaux (débit d'étiage)

SDAGE : Schéma Directeur d'Aménagements et de Gestion des Eaux

SIAA : Syndicat Intercommunal d'Aménagement de l'Arce

SIABS : Syndicat Intercommunal d'Aménagement du Bassin de la Sarce

SIAEOD : Syndicat Intercommunal d'Aménagement et d'Entretien de l'Ource et de ses Dérivations

SIAVSBT : Syndicat Intercommunal d'Aménagement de la Vallée de la Seine de Bourguignon à l'agglomération Troyenne

SIAVSMB : Syndicat Intercommunal d'Aménagement de la Vallée de la Seine de Mussy-sur-Seine à Bourguignon

SICEC : Syndicat Intercommunal des Cours d'Eau Châtillonnais

Introduction

Par ses activités, l'Homme a engendré diverses modifications sur les cours d'eau en les aménageant avec des ouvrages transversaux. Le contexte hydrogéologique de la région châtilonnaise a favorisé l'implantation de très nombreux moulins sur les rivières depuis le Moyen Age et notamment aux XVIII^{ème} et XIX^{ème} siècles pendant l'essor industriel. Quand les moulins avaient une fonction économique, le règlement d'eau imposait l'ouverture des vannages les jours chômés, ce qui permettait l'autocurage des biefs* et la circulation des poissons. Aujourd'hui, les propriétaires résidents maintiennent la plupart du temps ces vannages en position fermée. Des vannages agricoles sont également présents sur les cours d'eau (nombreux au XIX^{ème} siècle). Ils permettaient l'écrêtement des crues de fin d'hiver et d'inonder les prairies afin de les enrichir en limons et en éléments minéraux. Aujourd'hui, les propriétaires de ces ouvrages maintiennent les vannes en position fermée ce qui est en contradiction avec les anciens règlements et usages (AESN, 2007). La fermeture de ces vannages entraîne donc des conséquences sur l'intégrité des milieux aquatiques, aussi bien sur le plan physico-chimique que sur le plan morphologique. Ces deux facteurs ont une forte influence sur la diversité de la faune et de la flore aquatiques. Ces ouvrages empêchent la bonne circulation des sédiments et de la faune ce qui entraîne une perte d'habitats et la dégradation des passages migratoires (Eikaas H.S., 2006). D'autres effets secondaires contraires aux objectifs de départ sont apparus tels que l'augmentation de la ligne d'eau ou le potentiel érosif du cours d'eau.

En 2000, l'Europe impose aux pays membres de préserver et restaurer la qualité et la fonctionnalité des cours d'eau par le biais de la Directive Cadre sur l'Eau. Ils sont considérés comme un patrimoine qu'il est nécessaire de protéger et de valoriser en termes de paysage et de biodiversité. Ainsi les études de restauration hydromorphologique se multiplient. L'amélioration de l'habitat est donc visée avec le remaniement du tracé du cours d'eau, l'aménagement des obstacles ou la diversification du lit qui entraînent une libre circulation des organismes et des sédiments avec une hétérogénéité des substrats et des faciès d'écoulement. En effet, les débits modifiés affectent la biodiversité aquatique au sein des cours d'eau car ils sont déterminants dans l'habitat physique et dans la composition biotique (Bunn, 2002).

En France, plus de 60 000 ouvrages tels que des barrages, des écluses, des seuils* et des moulins ont été recensés sur les cours d'eau et sont potentiellement des obstacles à la continuité écologique. La DCE et le Code de l'Environnement convergent vers la nécessité d'assurer cette continuité. D'après l'ONEMA, plus de la moitié de ces ouvrages n'ont pas d'usage avéré, seulement 10% ont un usage économique bien identifié.

Le Syndicat Intercommunal des Cours d'Eau Châtilonnais (SICEC) est en charge de la gestion, de la préservation et de la restauration des cours d'eau sur son territoire. A ce titre, il participe au rétablissement de la continuité écologique. En 2015, une méthodologie de suivi des cours d'eau a été mise en place afin de mettre en évidence les bienfaits des effacements. La première mission de ce stage est de suivre l'évolution hydromorphologique suite à l'effacement de quatre ouvrages hydrauliques sur la Seine et la Coquille pour confirmer le gain écologique des travaux. La seconde mission s'intéresse à l'étude préliminaire (modélisation hydraulique et proposition de travaux) sur trois ouvrages situés sur l'Ource.

Partie 1 : Le contexte de l'étude et la problématique engagée

D'importants progrès ont été réalisés dans la réduction des pollutions dites « classiques » au sein des cours d'eau. Mais ces derniers ne suffisent pas pour atteindre les objectifs de qualité fixés dans le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) 2016-2021 du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands. L'état des lieux du bassin réalisé en 2004 montre qu'un des obstacles au bon état écologique provient de la qualité physique des cours d'eau.

C'est dans ce cadre de restauration au niveau du bassin Seine Amont qu'intervient le Contrat Global Sequana porté par le Syndicat Intercommunal des Cours d'Eau Châtillonnais (SICEC).

I. La restauration hydromorphologique des cours d'eau pour l'atteinte du bon état écologique

1. La continuité écologique, une étape clé dans la restauration hydromorphologique

a. La définition de la continuité écologique

La **continuité écologique** est définie comme la libre circulation de tous les organismes vivants dans le cours d'eau avec la possibilité d'accès aux zones de reproduction, d'alimentation, de croissance ou encore d'abri. Elle intègre également le fonctionnement de réservoir biologique et le transport sédimentaire naturel.

Les entraves à la continuité écologique se manifestent de la manière suivante (ONEMA, 2011) (Figure 1) :

- Les écoulements et le régime hydraulique sont fortement modifiés (les eaux stagnantes entraînent une modification de la température et une augmentation de l'eutrophisation*),
- Les sédiments sont immobilisés à l'amont de l'ouvrage et une érosion du lit en aval est présente,
- La mobilité des espèces et leurs accès à leurs habitats sont restreints, voire condamnés.

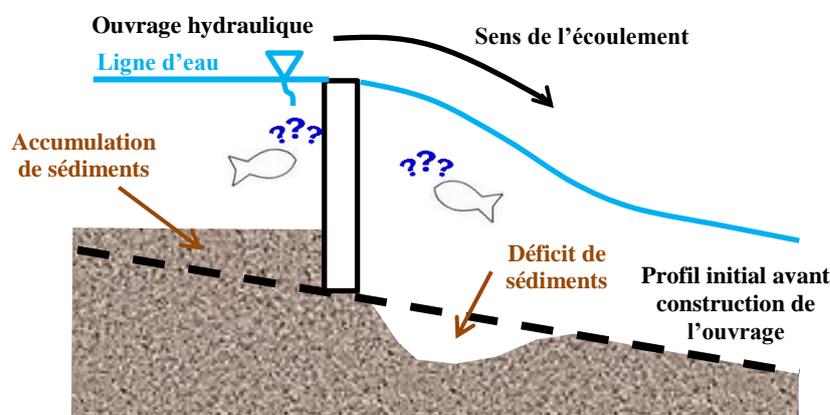


Figure 1: Conséquences de la présence d'un ouvrage hydraulique sur le cours d'eau

b. Les différents types de continuité écologiques rencontrées sur un cours d'eau

La continuité écologique s'établit selon trois dimensions spatiales (ONEMA, 2014) :

- La **continuité longitudinale** (qui est étudiée dans ce rapport) concerne la circulation des espèces et le transport des sédiments selon la dimension amont-aval du cours d'eau,
- La continuité latérale s'attache au maintien de la connexion du cours d'eau avec son lit majeur, ses annexes hydrauliques, ses berges et sa ripisylve*,
- La continuité verticale représente les échanges entre les nappes alluviales et le fond du lit et ses berges.

c. Le cours d'eau : un milieu en équilibre dynamique

Il existe deux types de sédiments, les « fins » et les « grossiers ». Ils se distinguent par leurs propriétés physiques vis-à-vis du transport solide, par leur contribution à la morphologie des cours d'eau et par leur degré d'attractivité exercé sur la faune et la flore (DREAL, 2013). Les apports de charge sédimentaire grossière en provenance de l'amont sont très importants pour la création du substrat alluvial indispensable à de nombreux organismes (AESN, 2007). Les sédiments ont un rôle écologique dans les habitats en permettant le stockage de la matière organique. Ils sont aussi le support de ponte et de refuge vis-à-vis des conditions hydrauliques et des prédateurs. Mais tous les animaux et les végétaux n'utilisent pas les mêmes granulométries ni les mêmes caractéristiques hydrodynamiques d'où l'importance de la variété des dépôts alluvionnaires (Charrais, 2013).

Les sédiments sont transportés de diverses façons : par suspension, par glissement ou par charriage (Figure 2). L'implantation d'un seuil entraîne une accumulation de sédiments en amont et un déficit en aval (Konrad, 2009), (Souchon, 2011). En effet les sédiments charriés ne peuvent pas tous franchir le seuil.

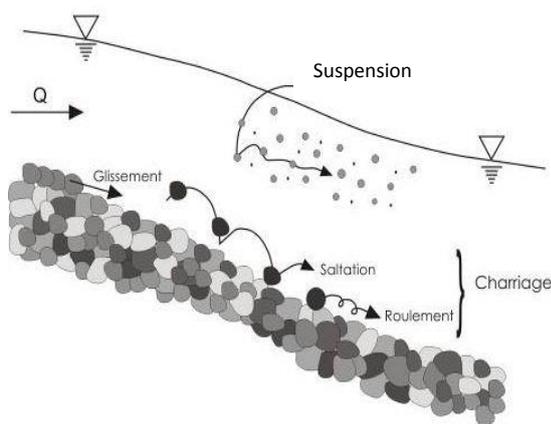


Figure 2: Différents types de transport des particules (Pinto Martins, 2008)

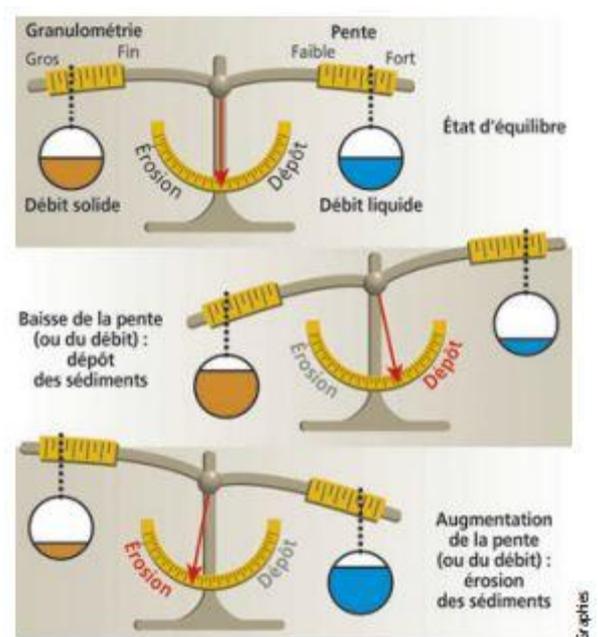


Figure 3: Balance de Lane (d'après Lane, 1955)

Les processus d'érosion et de dépôt (Figure 3), sous l'effet du débit et de la pente, contribuent à donner au lit mineur sa géométrie longitudinale et transversale ainsi que sa forme. **L'équilibre dynamique** se caractérise ainsi par une oscillation régulière entre ces deux processus (équilibre entre les sédiments qui partent et ceux qui arrivent). Deux principales variables de contrôle entrent en jeu :

- Le débit liquide qui couplé à la pente donne au cours d'eau sa puissance,
- Le débit solide correspond à la charge alluviale de fond (transport par charriage qui s'oppose au transport par suspension).

Un seuil perturbe donc la dynamique fluviale du cours d'eau.

d. Les habitats et la circulation piscicoles au sein des cours d'eau

L'habitat est l'interface entre l'hydromorphologie* et la biologie (Malavoi, 2010). Souchon et al. (1989) ont développé une méthodologie pour caractériser les habitats aquatiques. Cette méthode consiste à coupler un modèle biologique (hauteur d'eau, vitesse moyenne, taille des éléments du substrat) avec un modèle hydraulique (CHEZY, régime fluvial). En 2003, ils ont établi la méthode des micro-habitats qui a pour but d'analyser la relation dynamique entre les variations d'habitat physique et le débit des cours d'eau. Elle consiste à coupler une description hydraulique dynamique d'une portion représentative de cours d'eau avec les modèles de préférence d'habitats d'espèces ou de groupes d'espèces se comportant de façon semblable vis-à-vis de l'habitat.

La continuité écologique est donc un élément essentiel pour la viabilité des populations de beaucoup d'espèces fluviales (Bunn S.E., 2002). Seules des hauteurs de l'ordre de 0,20 à 0,30 m sont franchissables par la plupart des espèces (Figure 4).

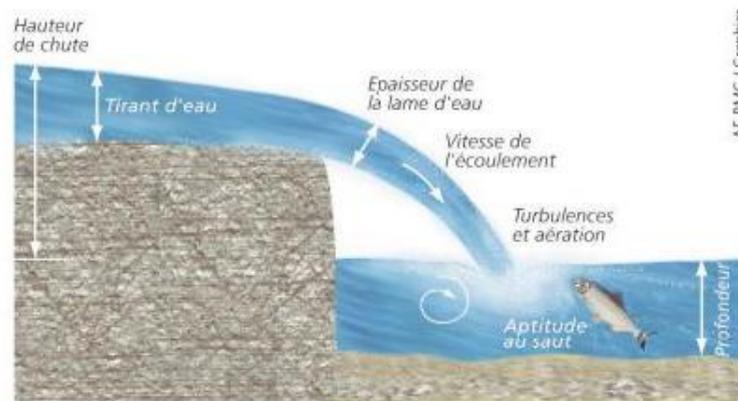


Figure 4: Facteurs physiques influençant la franchissabilité d'un obstacle vertical (Croze, 2001)

Les salmonidés sont de grands migrateurs qui ont différentes phases dans leur développement. Chaque phase correspond à un milieu précis. Ces différents milieux doivent être liés les uns aux autres pour le bon développement du poisson. Un seuil a ainsi des conséquences sur le cycle de vie des espèces aquatiques.



Figure 5: Truite Fario en zone de frayère (SICEC)

La **truite fario** (Figure 5), espèce cible du bassin versant Seine amont, est l'espèce la plus caractéristique et la plus exigeante pour sa reproduction. C'est un migrateur holobiotique* qui peut effectuer des déplacements importants et pour lesquels la satisfaction des besoins migratoires est indispensable au maintien d'une population en bon état.

Les têtes de bassin servent de **frayères** et de nourricerie tandis que les zones les plus en aval (avec une hauteur d'eau plus grande) servent d'habitat pour les adultes en dehors de la période de reproduction (Souchon, 2011).

Des granulométries trop faibles entraînent un colmatage et des granulométries trop importantes empêchent les truites de creuser et de déposer les œufs en profondeur (Association Vallée du Léguer, 2003).

Les études menées lors du stage s'intéressent à la présence de frayères potentielles au niveau des ouvrages avant et après effacement. Les zones à faciès* plat courant* ou radier* avec une granulométrie dominante de type graviers ou cailloux sont des zones optimales pour la formation de frayères. Les zones à granulométrie de type pierres (grossières ou fines) ou sables (grossiers ou fins) sont considérées comme des zones à faible potentiel.

e. Les restaurations possibles sur les cours d'eau

Lorsqu'un ouvrage est défavorable pour la continuité écologique transversale, plusieurs types de restaurations sont possibles (Peeters, 2013), (ONEMA, 2010) :

- L'effacement,
- Une modification (arasement*, ouverture d'une brèche),
- L'établissement de consignes d'ouverture, d'abaissement périodique,
- La création d'un dispositif de franchissement (passe à poissons),
- La création d'une rivière de contournement,
- Le transfert des matériaux,
- Aucune intervention (les seuils en très mauvais état s'écroulent d'eux même).

L'arasement ou le dérasement* sont des solutions de restauration qui sont préconisées pour des ouvrages transversaux qui n'ont plus d'usage économique ou de fonction majeure aujourd'hui. Il est nécessaire de réaliser une analyse du profil en long actuel ainsi que de déterminer le profil futur pour obtenir la côte optimale d'arasement (AESN, 2007).

D'un point de vue économique, la démolition partielle ou totale de l'ouvrage est l'alternative la plus efficace (WWF, 2015).

Dans le cadre de la continuité longitudinale, des aménagements de berges et la mise en place de liberté pour le cours d'eau sont préconisés (Peeters, 2013).

f. Les méthodes utilisées dans un contexte de restauration écologique

Dans le cadre d'une restauration de cours d'eau, **une méthodologie de « monitoring »** doit être mise en place. Elle consiste à, dans un premier temps, faire un état des lieux de la masse d'eau. L'AESN a établi l'étude préalable à réaliser :

- Déterminer l'histoire de l'ouvrage (date de construction, profils types, plan de situation),
- Réaliser les levés topographiques du profil en long et de profils en travers,
- Réaliser une analyse comparative des avantages et des inconvénients des travaux,
- Déterminer les risques d'érosion progressive,
- Déterminer les volumes de sédiments susceptibles d'être entraînés en aval et de leurs effets sur les écoulements,
- Déterminer les zones humides et les milieux aquatiques à fortes valeurs biologiques dans le lit majeur du cours d'eau,
- Analyser le contexte sociologique (attachement social des riverains autour de l'ouvrage), l'aspect économique et le contexte politique.

Dans un second temps, la méthodologie de « monitoring » préconise de faire des suivis de la morphologie, du transport sédimentaire, des frayères et de l'effet des crues sur les aménagements (Peeters, 2013) :

- Connaître la portée de l'espèce cible (ici la truite fario) pour que toutes les étapes de son cycle de vie soient considérées,
- Assurer le retour de cette espèce et comprendre le processus de recolonisation spontanée,
- Evaluer la croissance de la diversité des habitats et leur qualité,
- Reconnecter les rivières en réintroduisant des débits naturels,
- Prendre en compte les effets des espèces exotiques présentes (Jansson, 2007),
- Evaluer la restauration du cours d'eau au cours du temps pour évaluer l'efficacité du projet, optimiser les programmes futurs et obtenir l'approbation du public (Woolsey, 2007).

g. Les résultats attendus suite aux travaux

Le but d'un aménagement est de rétablir la franchissabilité totale par la faune piscicole et du transport solide, de reconstituer les habitats et les faciès naturels, de réduire les effets de réchauffement de l'eau et de l'eutrophisation (AESN, 2007).

Il n'y a pas de réponses claires du cours d'eau suite à l'effacement ou à la modification d'un ouvrage. D'après Hart D.D. (2002), ces réponses dépendent des caractéristiques de la rivière et sont donc difficiles à prévoir.

De plus, il n'y a pas de recette ni de régime unique de débits écologiques idéaux pour les rivières. La réponse dépend également de ce que les collectivités locales désirent pour chaque rivière au cas par cas. Ainsi chacune a ses propres nécessités et priorités telle que la présence d'une rivière sur un espace protégé, en zone d'irrigation ou en zone urbaine (WWF, 2015).

Tout de même, d'après Castelain L. et al (2016), dans le cas d'un arasement d'ouvrage, une augmentation sensible des vitesses en parallèle à la diminution de la profondeur est attendue.

2. Le contexte législatif sur la continuité écologique

a. Le cadre européen s'appuie sur la Directive Cadre sur l'Eau de 2000

Face aux problèmes écologiques des cours d'eau, l'Europe a présenté en 2000 le texte de la **Directive Cadre sur l'Eau (DCE)** qui impose aux pays membres de préserver et restaurer la qualité et la fonctionnalité écologique des cours d'eau d'ici 2015, avec report possible en 2021 et 2027. Au sens de cette dernière, l'hydromorphologie présente trois composantes : le régime hydrologique (il concerne entre autres le débit liquide, le régime de crue et d'étiage), la continuité écologique (avec les obstacles à la circulation des espèces et des sédiments) et les conditions morphologiques (tels que les faciès, la largeur, la profondeur).

De plus, la DCE définit une méthode de travail reposant sur les quatre points suivants :

- L'état des lieux qui permet d'identifier les problématiques,
- Le plan de gestion qui correspond au SDAGE qui fixe les objectifs environnementaux,
- Le programme de mesures qui définit les actions qui vont permettre d'atteindre les objectifs,
- Le programme de surveillance qui assure le suivi de l'atteinte des objectifs fixés.

b. Le code de l'environnement

Le *paragraphe 4* du **Code de l'Environnement** (Version en vigueur au 20 mai 2016) s'intéresse aux espaces naturels.

L'article *L.211-1* impose le « rétablissement de la continuité écologique au sein des bassins hydrographiques » et interdit la modification du niveau ou du mode d'écoulement des eaux, la destruction de frayères, de zones de croissance ou d'alimentation de la faune piscicole.

D'après l'article *L.214-17*, un ouvrage constitue un obstacle à la continuité écologique :

- S'il ne permet pas la libre circulation des espèces biologiques et plus particulièrement s'il perturbe l'accès aux zones de reproduction, d'alimentation, de croissance ou d'abri,
- S'il affecte les connexions avec les réservoirs biologiques,
- S'il affecte l'hydrologie des réservoirs biologiques,
- S'il perturbe le transport des sédiments naturels.

« Il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs. Tout ouvrage doit y être géré, entretenu et équipé selon des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant ».

Les cours d'eau classés en Liste 1 doivent préserver la continuité écologique (tout ouvrage nouveau faisant obstacle à la continuité écologique est interdit). Ceux classés en **Liste 2** (cas de la Seine amont et de l'Ource dans le Contrat Global Sequana) se doivent de restaurer la continuité écologique sous un délai de 5 ans après publication de la liste (décembre 2012).

L'article *L.124-109* classe les ouvrages transversaux comme des « obstacles à la continuité écologique ».

La *trame verte et bleue* (article *L.371-1*) a pour objectif d'enrayer la perte de la biodiversité en participant à la préservation, à la gestion et à la remise en bon état des milieux nécessaires aux continuités écologiques.

c. Le cadre national

La Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (LEMA, 2006) rend obligatoire « l'entretien des cours d'eau par des méthodes douces et l'assurance de la continuité écologique » ainsi qu'un « débit minimum imposé au droit des ouvrages hydrauliques ».

L'arrêté de prescriptions générales du 28 novembre 2007 porte sur le maintien de la circulation de la faune qui s'applique à tous les cours d'eau (fait référence aux articles *L.214-1* et *L.214-6* du Code de l'Environnement).

La loi Grenelle I du 3 août 2009 met « à l'étude l'aménagement ou l'effacement des obstacles les plus problématiques pour la migration des poissons ».
La loi Grenelle II ou Loi du 12 juillet 2010 porte sur l'engagement national pour l'environnement et applique et territorialise la Loi Grenelle I.

La Circulaire du 25 janvier 2010 relative à la mise en œuvre par l'Etat et ses établissements publics d'un plan d'action pour la restauration de la continuité écologique des cours d'eau avec la prise en compte de la notion de transport « suffisant » des sédiments. Mais cette notion n'a pas encore de définition scientifique.

d. Le SDAGE 2016-2021 du bassin de la Seine

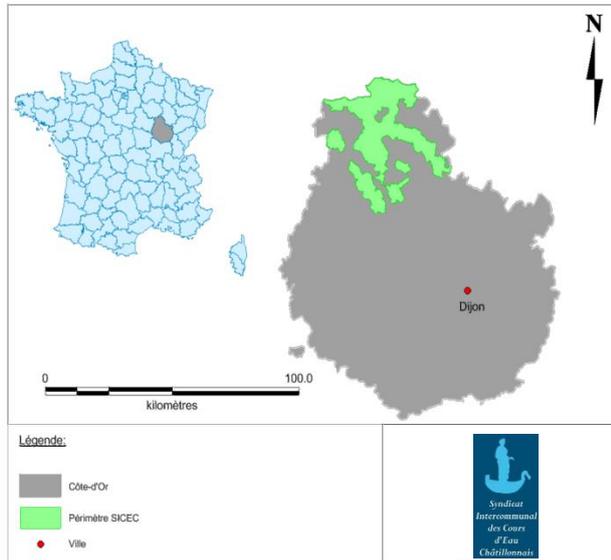
Le SDAGE 2016-2021 comporte entre autres la restauration des milieux aquatiques. Les travaux de restauration hydromorphologique des cours d'eau consistent en l'effacement ou l'aménagement des ouvrages hydrauliques pour restaurer la continuité écologique appuyé par le 10^{ème} programme d'intervention de l'Agence de l'Eau. Le taux de fractionnement (somme des hauteurs / km de rivières) est un indicateur physique de continuité qui traduit la cumulation de cet effet « barrière » le long de la rivière.

Pour le dimensionnement du **Programme De Mesures** (PDM, 2015), seuls tous les ouvrages dont la hauteur dépasse 20 cm (seuil conduisant au régime de déclaration) ou référencés comme « barrage », « moulin », « écluse » ont été considérés comme pouvant impacter significativement la continuité des rivières.

Pour l'atteinte du bon état écologique des masses d'eau, les mesures de rétablissement de la continuité sont nécessaires en priorité sur les masses d'eau en mauvais état écologique actuel et présentant des pressions significatives sur la continuité susceptibles d'engendrer un risque de non atteinte du bon état en 2021.

II. Présentations de la mission et des enjeux du territoire

1. Présentation du territoire : Le Châtillonnais



Le **Syndicat Intercommunal des Cours d'Eau Châtillonnais (SICEC)** a été créé en 2011 et regroupe trois anciens syndicats : le Syndicat Intercommunal Hydraulique de la Haute Seine (SIHHS), le Syndicat Intercommunal de l'Ource et ses affluents (SIOA) et le Syndicat de la Petite Laigne (SPL). Il s'étend sur la région Bourgogne-Franche-Comté dans le département de la Côte-d'Or. Il englobe les vallées de Seine amont, Ource amont et Petite Laigne et s'étend sur 49 communes (Figure 6).

Figure 6: Territoire du SICEC

Sa structure se trouve sur la commune de Châtillon-sur-Seine et emploie une dizaine de personnes (Figure 7).



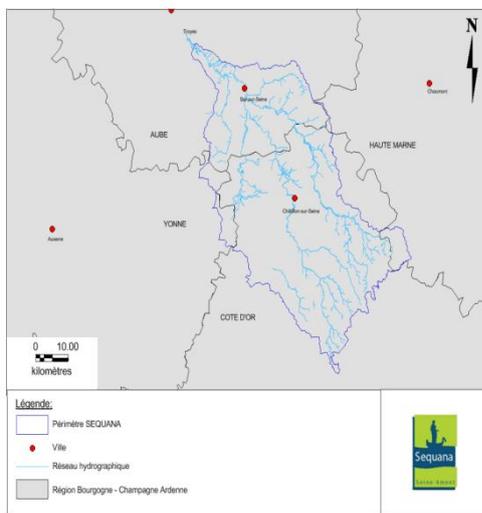
Figure 7: Organigramme du SICEC

Les cinq missions principales du SICEC sont les suivantes :

- L'aménagement des cours d'eau,
- Le suivi des cours d'eau et des zones humides de son périmètre,
- Reconquête de la qualité de l'eau (études BAC et ANC)
- L'entretien des ripisylves,
- La communication et la diffusion d'informations au public.

A partir de Janvier 2017, le SICEC deviendra un syndicat mixte, SEQUANA, et s'étendra sur 126 communes. Il n'interviendra plus sur le département de l'Aube mais étendra son action sur un plus grand territoire en Haute-Marne.

2. Le Contrat Global Sequana 2014/2018 porté par le SICEC



Le SICEC est porteur du **Contrat Global Sequana 2014/2018**. Son périmètre d'action prend effet sur trois autres départements : l'Aube, l'Yonne et la Haute-Marne. Ce contrat s'inscrit dans une démarche de préservation et d'amélioration de la ressource en eau des milieux naturels (aquatiques et humides). Il poursuit les actions du contrat rivières, signé en 2007, qui a pris fin en décembre 2012. Les maîtres d'ouvrage s'engagent à réaliser les actions selon les priorités établies et les co-financeurs s'engagent à apporter le financement nécessaire dans les réalisations de ces actions. Le périmètre du contrat global Sequana est compris dans l'unité hydrographique Seine supérieure (Figure 8).

Ce contrat inclut différents cours d'eau, la Seine de sa source à l'agglomération Troyenne ainsi que ses affluents, la Sarce, l'Ource, la Laignes et l'Arce.

Ce périmètre étant en tête de bassin, son objectif est d'atteindre un niveau d'excellence en matière de qualité du milieu aquatique.

Ce stage rentre dans l'objectif B du Contrat Global Sequana intitulé « Reconquête et préservation de la fonctionnalité des milieux aquatiques et humides ». Et plus particulièrement dans la section B₂₁ sur la continuité écologique.

Les acteurs rentrant en jeu dans le Contrat sont détaillés dans la Figure 9.

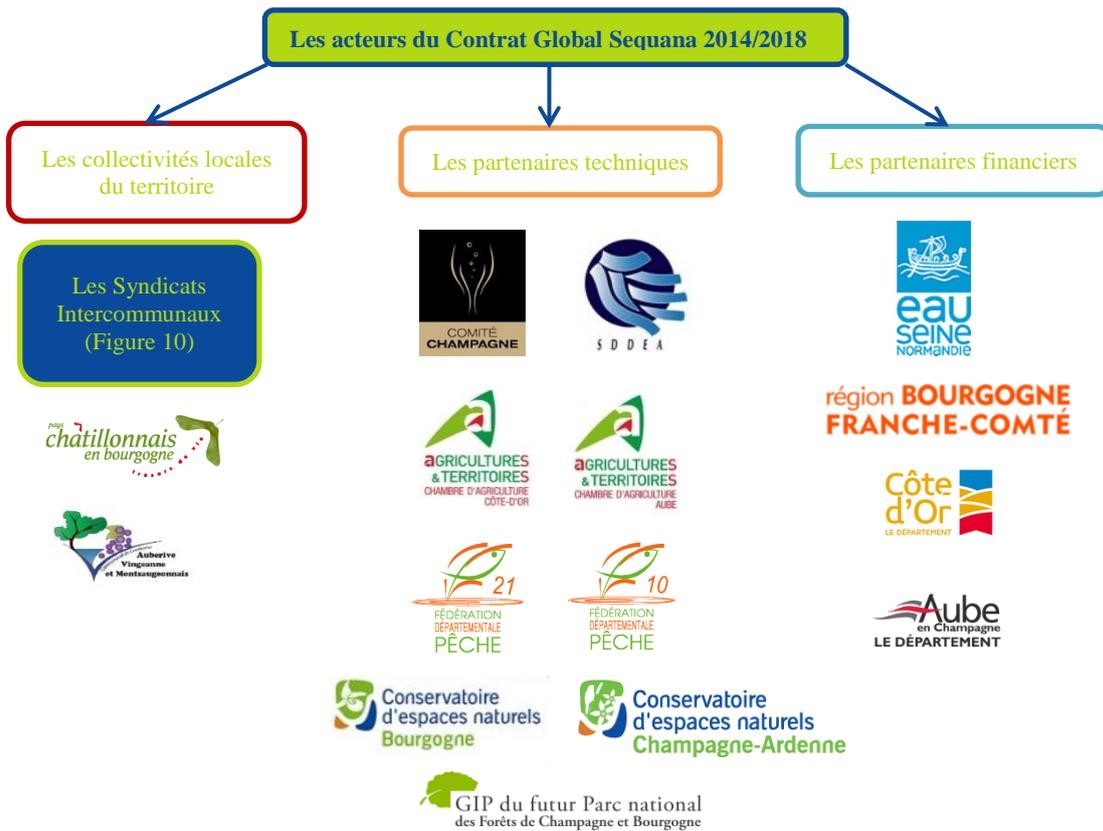


Figure 9: Les acteurs du Contrat Global Sequana

Les différents syndicats du Contrat Global Sequana sont répertoriés dans la Figure 10.

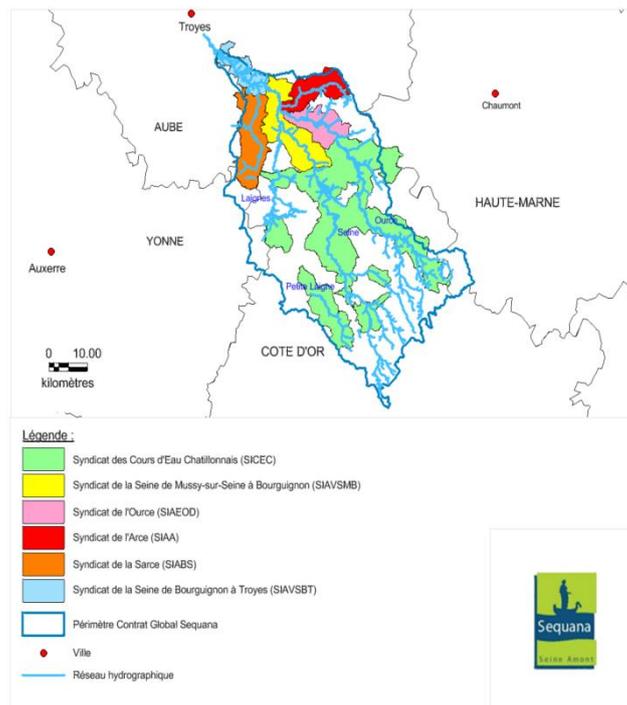


Figure 10: Les territoires des Syndicats du Contrat Global Sequana

3. Les caractéristiques des cours d'eau étudiés

La géologie du sous-sol du bassin Seine Amont est caractérisée par des **calcaires fissurés et karstifiés** et provoque quasiment tous les ans des assecs ([Annexe 1](#)). De plus, la forte infiltration sur ces secteurs rend les eaux souterraines très vulnérables aux nitrates et aux autres produits phytosanitaires. En 2012, la masse d'eau du Calcaire Dogger-Armançon était de qualité médiocre, déclassée par les pesticides (Agence de l'eau Seine-Normandie). Les ouvrages étudiés sont présents sur trois cours d'eau : la Seine, l'Ource et la Coquille.

a. La Seine de sa source à l'agglomération Troyenne

La Seine prend sa source sur le Plateau de Langres en Côte-d'Or, effectue un parcours de 776,6 km et se jette dans la Manche. Son bassin versant a une superficie de 75 374 km². Ce fleuve coule en général du sud-est au nord-ouest (SANDRE).

b. L'Ource de sa source jusqu'à sa confluence avec la Seine

L'Ource est un affluent de la Seine et le confluent de sept ruisseaux et deux rivières. Elle prend sa source sur le Plateau de Langres en Côte-d'Or, effectue un parcours de 99.9 km sur trois départements (l'Aube, la Côte-d'Or et la Haute-Marne) jusqu'à sa confluence avec la Seine un peu avant Bar-sur-Seine. Son bassin versant a une superficie de 737 km² (SANDRE).

c. La Coquille de sa source jusqu'à sa confluence avec le Revinson

La Coquille est un sous affluent de la Seine. Elle prend sa source à Etalante, effectue un parcours de 9.6 km dans le département de la Côte-d'Or et se jette dans le Revinson à Beaunotte. Son bassin versant a une superficie de 47 km² (SANDRE).

d. Les états et les objectifs des masses d'eau du Bassin Seine Supérieure

L'état des masses d'eau concernant les cours d'eau étudiés sont présentés dans le **Tableau 1** (SANDRE).

Tableau 1: Etats et objectifs des masses d'eau étudiées

			Seine		Ource	
			FRHR1	FRHR2A	FRHR4	FRHR6
			<i>De sa source au confluent du Brévon</i>	<i>Du Brévon au confluent de la rivière de Courcelles</i>	<i>De sa source au confluent de la Digeanne</i>	<i>De la Digeanne au confluent de la Seine</i>
SDAGE 2010/2015	Etat écologique	Etat Ecologique	Bon état	Bon état	Très bon état	Bon état
		Etat Biologique	Très bon état	Bon état	Très bon état	Bon état
		Etat Physico-chimique	Bon état	Bon état	Très bon état	Bon état
		Objectif écologique	Bon état 2015	Bon état 2015	Très bon état 2015	Bon état 2015
Evolutions entre les deux SDAGE		Etat écologique	Amélioration BE vers TBE	Bon état	Dégradation TBE vers BE	Bon état
		Etat chimique (molécule déclassante)	Mauvais état (benzopérylène et indenopyrène)	Mauvais état (benzopérylène et indenopyrène)	Mauvais état (benzopérylène et indenopyrène)	Mauvais état (benzopérylène et indenopyrène)
SDAGE 2016/2021	Etat écologique	Objectif	Très bon état	Bon état 2015	Très bon état	Bon état 2015
	Etat chimique	Objectif	Bon état 2017	Bon état 2027	Bon état 2017	Bon état 2027

Les cours d'eau étudiés se situent dans les masses d'eau FRHR2A et FRHR6. Leur objectif est l'atteinte du bon état écologique et chimique.

4. Les ouvrages hydrauliques étudiés

Le bassin versant Seine amont présente plus de 400 ouvrages hydrauliques sur ses cours d'eau dont 272 sont classés en liste 2 au titre de l'article L.214-17 du Code de l'Environnement. Le Contrat Global Sequana est engagé sur l'étude et les travaux de ces ouvrages dont 9 concernent la présente étude (**Figure 11**) :

- Quatre ouvrages se situent sur la Seine sur les communes de Châtillon-sur-Seine (le Moulin des Ecuysers, le Seuil de la Mairie), Nod-sur-Seine (Floriet) et Quemigny-sur-Seine (Scierie de Cosne),
- Quatre ouvrages se situent sur l'Ource sur la commune de Prusly-sur-Ource (l'Ancien Fourneau, l'Ancienne Scierie et l'Ancien Moulin Neuf) et Belan-sur-Ource (Massard),
- Un ouvrage se situe sur la Coquille sur la commune de Beaunotte.

Une fiche descriptive de chaque ouvrage est fournie dans les annexes.

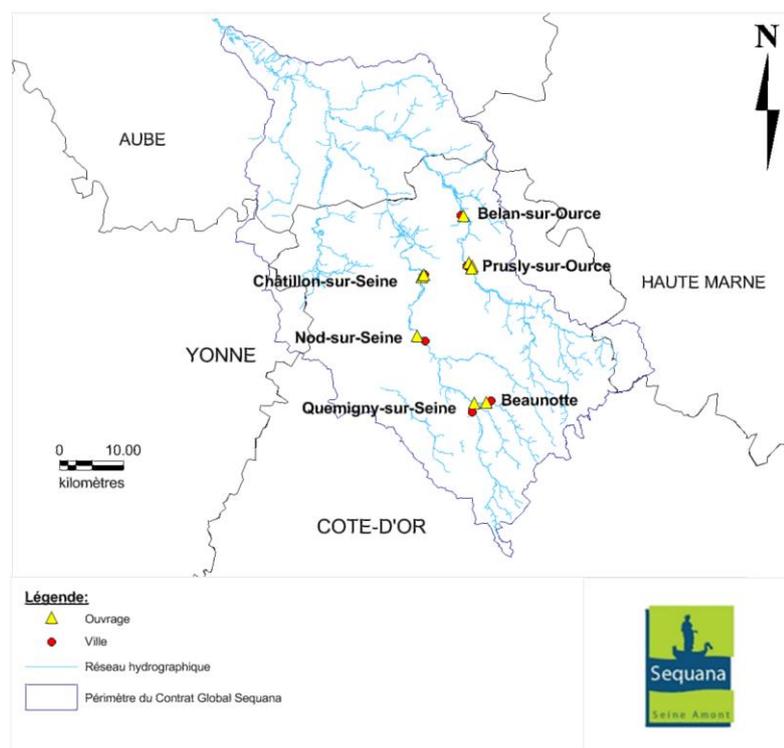


Figure 11: Localisation des ouvrages de l'étude

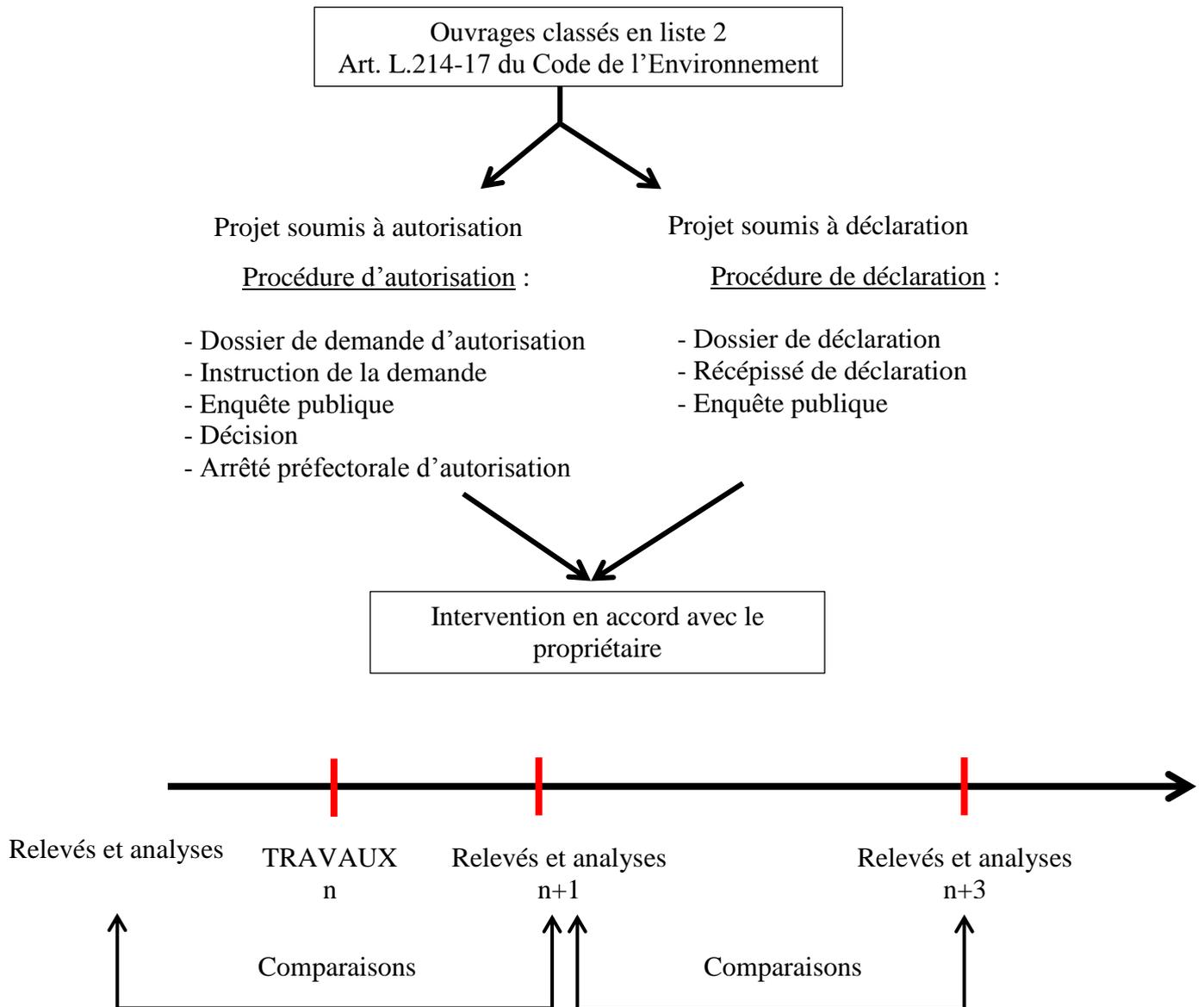
Ces ouvrages nuisent au bon état écologique de la Seine amont et de l'Ource. D'après la Commission Européenne de 2000, trois paramètres doivent être évalués pour caractériser cet état :

- La qualité biologique,
- La qualité physico-chimique,
- La qualité hydromorphologique qui permet de faire la différence entre les masses d'eau de « très bonne qualité écologique » et les masses d'eau de « bonne qualité écologique ».

Dans le cadre de la présente étude, seule la qualité hydromorphologique est traitée avec notamment la continuité écologique.

Partie 2 : Suivi hydromorphologique des cours d'eau suite à l'effacement d'ouvrages hydrauliques

Le territoire du SICEC comporte plusieurs ouvrages présents sur la Seine amont et l'Ource (cours d'eau classés en Liste 2) soumis au classement liste 2. La procédure est rappelée dans la [Figure 12](#).



AESN, « Guide juridique et pratique sur la gestion des milieux aquatiques », (mai 2013)

Figure 12: Procédure de gestion des ouvrages hydrauliques classés en liste 2

Les relevés et les analyses de cette année sont réalisés avec la même méthodologie que ceux effectués en 2015 (méthodologie détaillée dans les paragraphes suivants). Une comparaison avant/après effacement va permettre de suivre l'évolution morphologique du cours d'eau (faciès, granulométrie, profondeur et largeur du lit mouillé) ainsi que la formation de zones de frayères potentielles pour la truite Fario (espèce cible du bassin versant Seine amont).

I. Le protocole terrain

Le protocole de terrain est détaillé en [Annexe 2](#). Il nécessite peu de matériel (Waders, mire, décimètre, feuilles de relevés, clés de détermination des faciès et de la granulométrie, appareil photo) et la présence de deux personnes.

Les relevés doivent se faire pour un débit compris entre le débit moyen annuel pluriannuel (Module*) et le débit moyen mensuel minimum interannuel (Qmn) afin de pouvoir facilement observer la granulométrie au fond du lit (pour un débit trop élevé, les faciès d'écoulement sont peu différenciés) ([Tableau 2](#)).

Tableau 2: Débit par station pour le Qmn et le Module

	Stations	Qmn (m ³ /s)	Module inter annuel (m ³ /s)
La Seine	Nod-sur-Seine	0,42	4,58
	Quemigny-sur-Seine	0,29	2,83
	Autricourt	0,42	6,23

Il est important de relever lors des mesures la valeur du débit moyen journalier, à partir de la station hydrométrique la plus près, afin de se placer dans les conditions les plus proches annuellement ([Tableau 3](#)). On note que l'année 2015 a été une année de sécheresse, il n'était donc pas possible d'atteindre le débit similaire pour l'ouvrage Floriet. La largeur du cours d'eau étant importante sur le tronçon étudié, les relevés sont validés.

Tableau 3: Débits relevés des stations les plus proches lors des mesures

Communes	Ouvrages	Cours d'eau	Débit 2015 (m ³ /s)	Débits 2016 (m ³ /s)
Nod-sur-Seine	Floriet	La Seine	0,745	1,49
Châtillon-sur-Seine	Moulin des Ecuysers	La Seine	3,72	4,2
Beaunotte	Vieux Moulin	La Coquille	1,96	1,9
Quemigny-sur-Seine	Moulin scierie de Cosne	La Seine	1,96	1,8
Prusly-sur-Ource	Déversoir	L'Ource	3,25	/
	Pont		/	2,9
	Vannes amont		/	2,9

La détermination visuelle des faciès est délicate et peut différer d'un observateur à l'autre. Malavoi et al. (2002) ont établi une clé de détermination empirique. Les deux variables discriminantes sont la hauteur d'eau (inférieure ou supérieure à 60 cm) et la vitesse d'écoulement (inférieure ou supérieure à 30 cm/s) ([Annexe 3](#)).

La granulométrie quant à elle, apporte une information importante aussi bien pour les aspects morphodynamiques (rugosité du lit et transport solide) que pour les aspects biologiques (notion d'habitat, de refuge et d'abri hydraulique) ([Annexe 3](#)).

II. L'état initial des ouvrages hydrauliques

Dans cette partie, les faciès lenticulaires* sont caractérisés par des vitesses inférieures à 30 cm/s, les faciès lotiques* sont caractérisés par des vitesses supérieures à 30 cm/s. De plus, les granulométries fines ont un diamètre inférieur à 8 mm et les granulométries grossières ont un diamètre supérieur à 8 mm.

1. L'ouvrage Seuil de la Mairie sur la Seine (commune de Châtillon-sur-Seine)

L'ouvrage Seuil de la Marie était un seuil constitué de blocs empilés les uns sur les autres. Un descriptif de l'ouvrage est présenté en [Annexe 4](#).

L'ensemble des cartographies de l'ouvrage Seuil de la Mairie (faciès, granulométries et zones de frayères potentielles pour la truite Fario) est présenté dans l'Atlas cartographique en page 45.

a. L'analyse des faciès

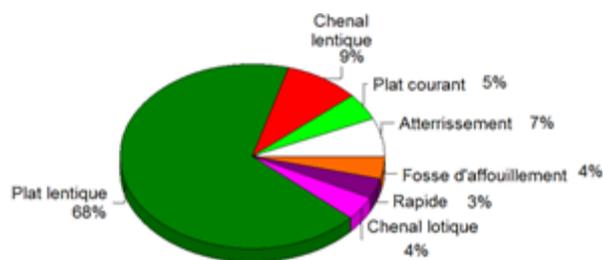


Figure 13: Représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Seuil de la Mairie

On remarque que les faciès sont assez diversifiés (7 types). De plus, on note la prédominance du faciès « plat lentique » sur l'ensemble du tronçon étudié ([Figure 13](#)).

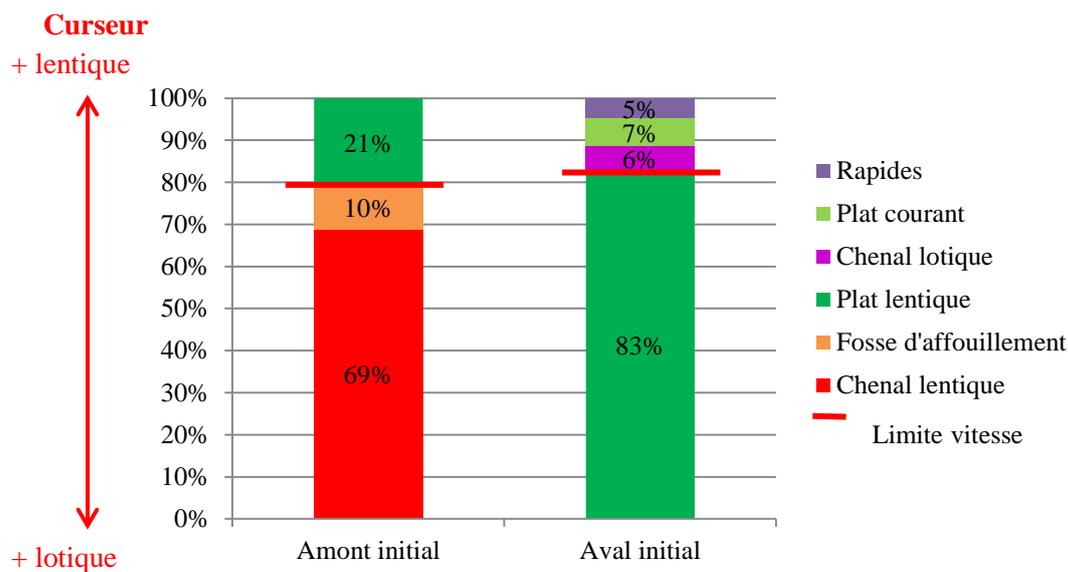


Figure 14: Evolution de la représentation surfacique de l'ouvrage Seuil de la Mairie

D'après la Figure 14, on remarque que les faciès sont plus diversifiés en aval qu'en amont, 3 faciès identifiés en amont contre 4 faciès identifiés en aval. On note que l'amont est caractérisé par des faciès uniquement lentiés (avec une dominance du chenal lentic à 69%). L'aval est dominé à 83% par le faciès plat lentic, les faciès lotiques ont une surface de 17%.

b. L'analyse de la granulométrie dominante

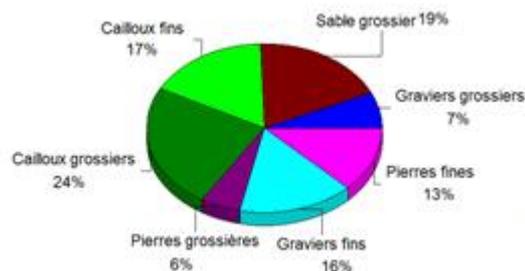


Figure 15: Représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Seuil de la Mairie

On observe que 7 classes de granulométrie sont représentées. La granulométrie est composée majoritairement de cailloux grossiers, de sable grossier, de cailloux fins et de graviers fins (Figure 15).

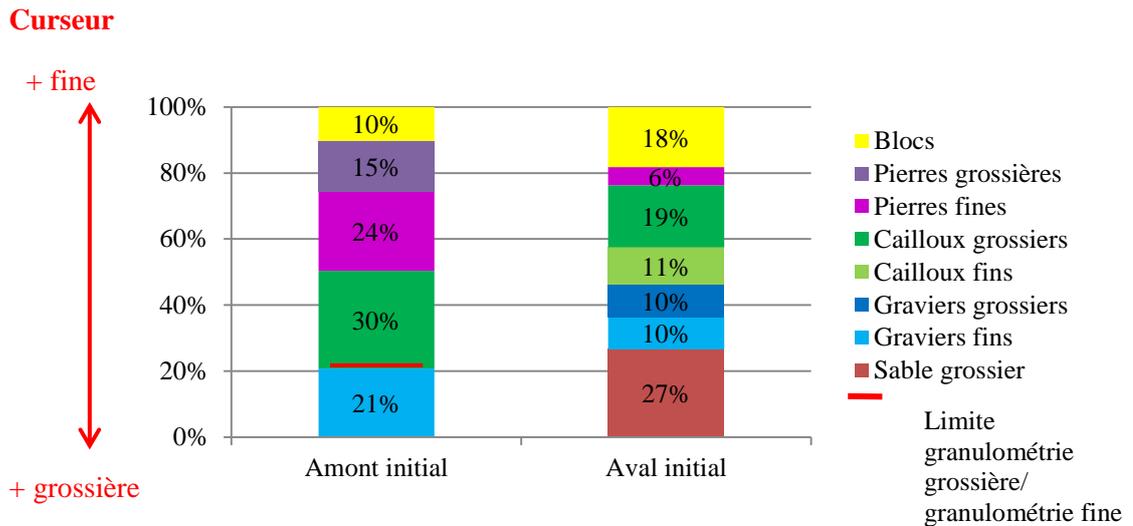


Figure 16: Evolution de la représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Seuil de la Mairie

D'après la Figure 16, on remarque que la granulométrie est plus diversifiée à l'aval (7 classes) qu'à l'amont (5 classes).

L'amont est composée à 80% de granulométrie grossière de type cailloux grossiers et pierres fines.

L'aval est composé à 60% d'éléments grossiers de types cailloux grossiers et blocs. L'aval est dominé à 27% par le sable grossier.

c. L'analyse de la granulométrie secondaire

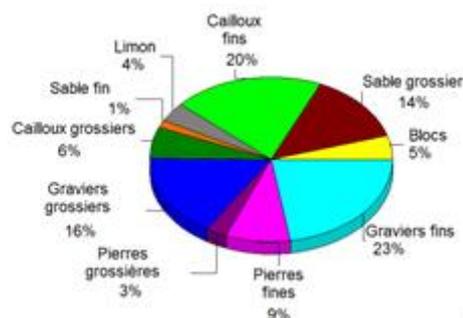


Figure 17: Représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Seuil de la Mairie

On remarque que la granulométrie secondaire est très diversifiée, 10 classes sont représentées.

Les graviers fins, les cailloux fins et les graviers grossiers dominent (Figure 17).

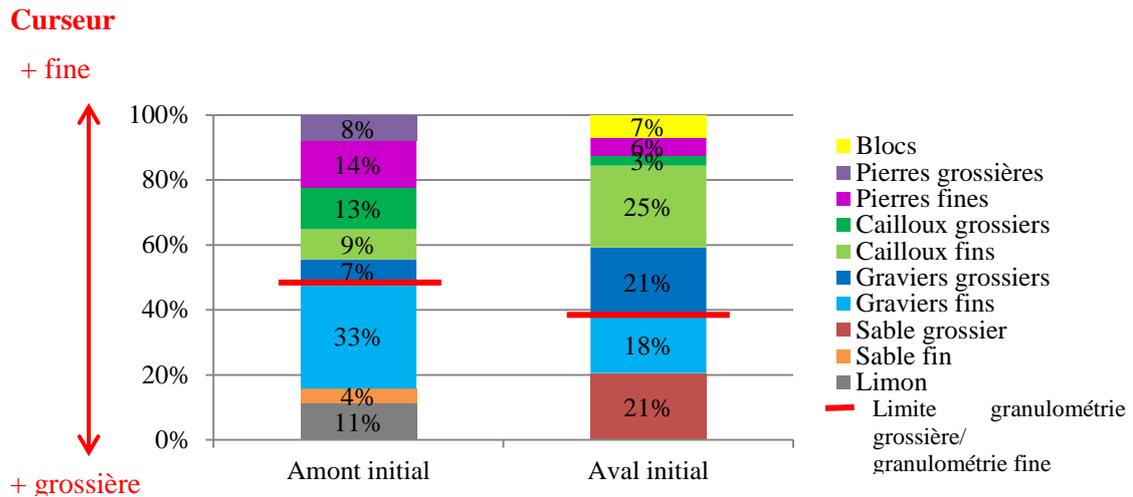


Figure 18: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie seoncdaire de l'ouvrage Seuil de la Mairie

D'après la Figure 18, on observe que l'amont est dominé à 33% par les graviers fins. On note que l'aval est dominé à 80% par une granulométrie grossière de type cailloux fins, graviers grossiers et sable grossier.

d. L'analyse des zones de frayères potentielles pour la truite Fario

Les frayères potentielles représentent une surface d'environ 20 m² soit 2 % du tronçon étudié.

On remarque que les zones de frayères potentielles sont uniquement situées à l'aval de l'ouvrage (Atlas cartographique page 47).

2. L'ouvrage Massard sur l'Ource (commune de Belan-sur-Ource)

L'ouvrage Massard était constitué de vannes qui ont été supprimées. Un descriptif de l'ouvrage est présenté en Annexe 5.

L'ensemble des cartographies de l'ouvrage Seuil de la Mairie (faciès, granulométries et zones de frayères potentielles pour la truite Fario) est présenté dans l'Atlas cartographique en page 49.

a. L'analyse des faciès identifiés

➤ Bras principal de l'Ource

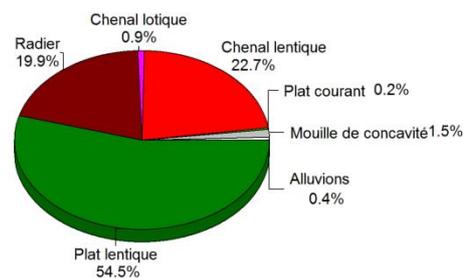


Figure 19: Représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Massard sur le bras principal de l'Ource

D'après la Figure 19, on observe que le bras principal de l'Ource est dominé par le faciès chenal lentique à 54%.

Les faciès lotiques ne représentent qu'une surface de 20% sur le tronçon étudié.

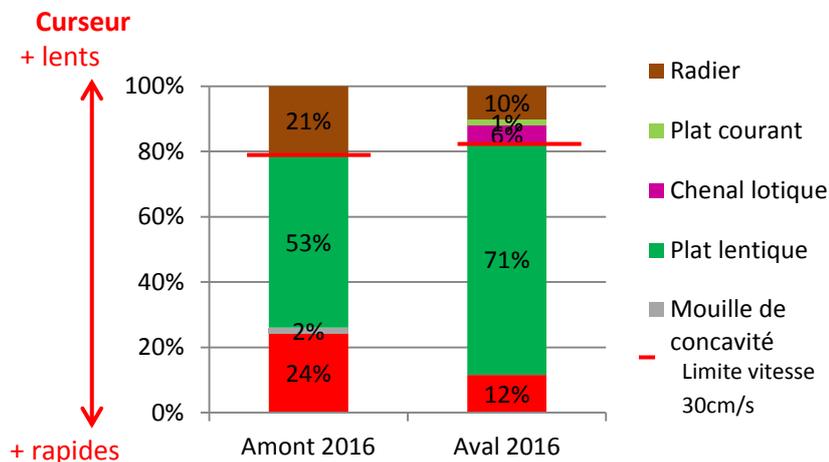


Figure 20: Evolution de la représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Massard sur le bras principal de l'Ource

On remarque sur la Figure 20 que les faciès sont plus diversifiés en aval (5 types) qu'en amont (4 types).

On note que l'amont et l'aval sont dominés à 80% par des faciès lenticulaires (plus particulièrement par le faciès plat lentique).

➤ Bief de l'Ource

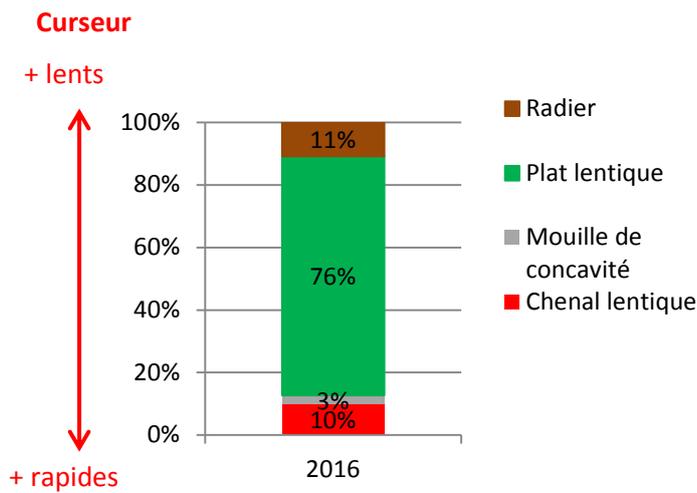


Figure 21: Représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Massard sur le bief de l'Ource

D'après la Figure 21, on note une faible diversité des faciès au niveau du bief (4 types sont représentés).

Il bief est dominé à 75% par le faciès plat lentique. Les faciès lotiques représentent une surface de 20% du tronçon étudié.

b. L'analyse de la granulométrie dominante

➤ Bras principal de l'Ource

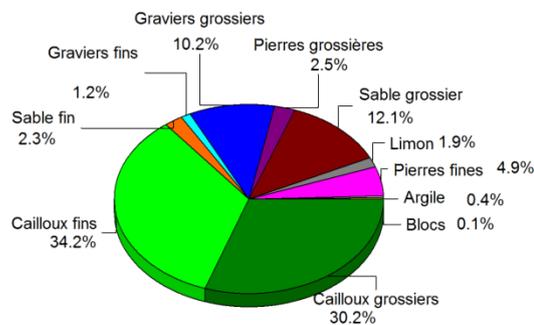


Figure 22: Représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Massard sur le bras principal de l'Ource

On observe que les cailloux fins et les cailloux grossiers dominent à respectivement 34% et 32% (Figure 22).

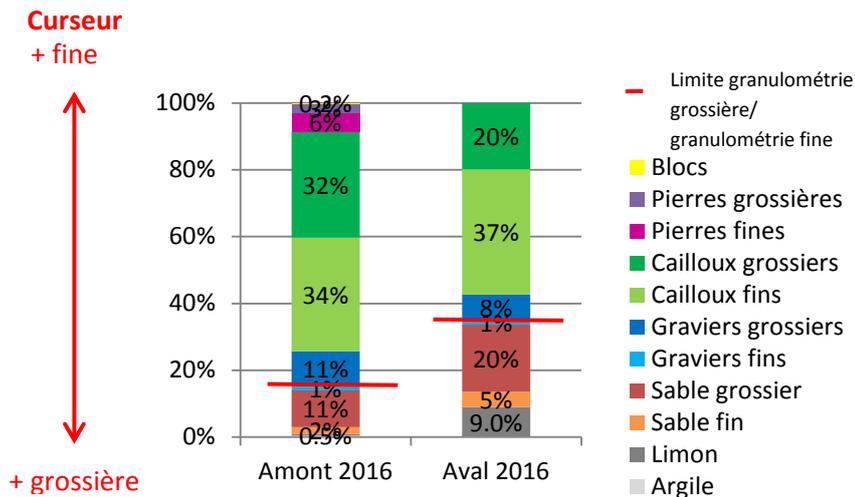


Figure 23: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Massard sur le bras principal de l'Ource

On observe sur la Figure 23 que la granulométrie est plus diversifiée à l'amont (11 classes) qu'à l'aval (9 classes). Les pierres et les blocs sont totalement absents à l'aval. Ceci montre l'impact de l'ouvrage sur le transport sédimentaire.

On remarque que l'amont est dominé à 34% et 32% par les cailloux fins et les cailloux grossiers.

Les cailloux fins (37%), les cailloux grossiers (20%) et le sable grossier (20%) dominent en aval.

De plus, on note un déséquilibre entre l'amont et l'aval. 85% de la granulométrie en amont est considérée comme grossière contre 65% en aval.

➤ Bief de l'Ource

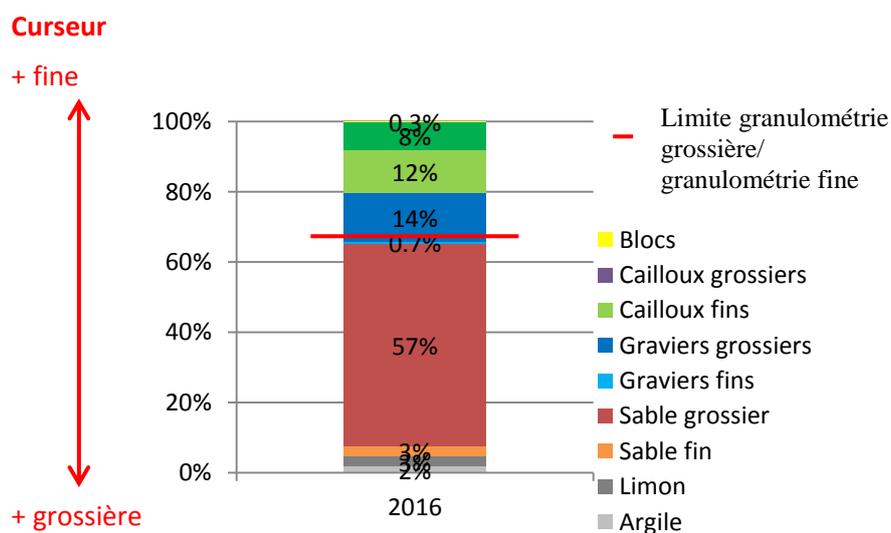


Figure 24: Représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Massard sur le bief de l'Ource

On observe que le bief de l'Ource est composé à 57% de sable grossier. La granulométrie fine domine à 65% (Figure 24).

c. L'analyse de la granulométrie secondaire

➤ Bras principal de l'Ource

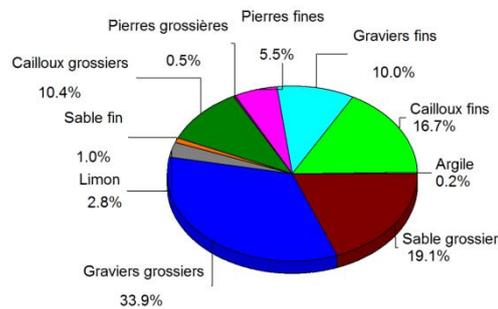


Figure 25: Représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Massard sur le bras principal de l'Ource

D'après la Figure 25, on observe que la granulométrie secondaire est diversifiée, 10 classes de granulométrie sont représentées. On note que les graviers grossiers dominent à 34%.

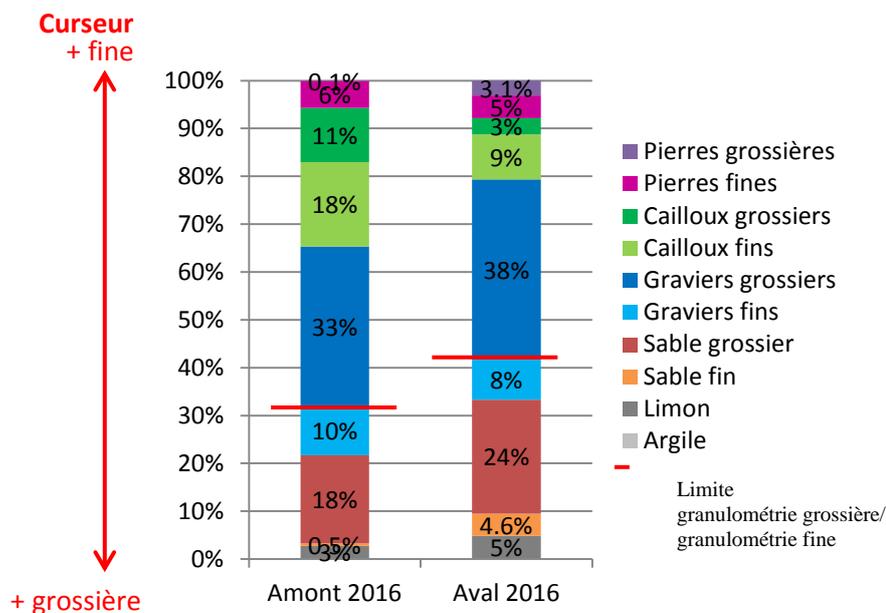


Figure 26: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Massard sur le bras principal de l'Ource

D'après la Figure 26, on note qu'il y a le même nombre de classes granulométriques à l'amont et à l'aval (soit 10 classes). L'amont est dominé à 33% par les graviers grossiers et l'aval à 38% par les graviers grossiers. On remarque un déséquilibre entre l'amont et l'aval. 30% de la granulométrie est fine en amont et 40% de la granulométrie est fine en aval.

➤ Bief de l'Ource

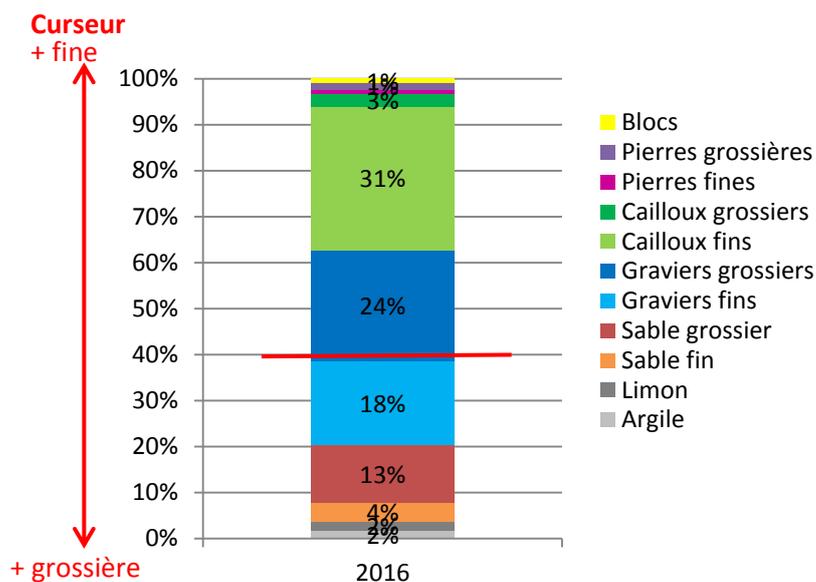


Figure 27: Représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Massard sur bief de l'Ource

On observe que la granulométrie secondaire au niveau du bief est diversifiée (11 classes de granulométrie sont représentées)

On note que les cailloux fins et les graviers grossiers dominent à, respectivement, 31% et 24%.

On remarque que la granulométrie grossière domine le tronçon avec une surface de 60% (Figure 27).

d. L'analyse des zones de frayères potentielles pour la truite Fario

Sur le bras principal de l'Ource, les zones de frayères à fort potentiel ont une surface de 490 m² (soit 10.2% du tronçon étudié).

Les zones de frayères à fort potentiel sur le bief ont une surface de 32 m² (soit 1,6 % du tronçon bief étudié) et celles à faible potentiel ont une surface de 77 m² (soit 3.8% du tronçon bief étudié) (Atlas cartographique page 51).

III. Le suivi hydromorphologique avant/après travaux

Les comparaisons avant/après effacement sont réalisées sur les quatre ouvrages ayant été effacés en 2015 : le Vieux Moulin de Beaunotte, la Scierie de Cosne, l'ouvrage Floriet et le Moulin des Ecuysers. Les ouvrages sont présentés de l'amont vers l'aval.

1. Le Vieux Moulin de Beaunotte sur La Coquille (Commune de Beaunotte)

L'ouvrage Vieux Moulin de Beaunotte était constitué d'un vannage sur radier perché d'une hauteur de 40 cm. De plus, on observait un resserrement des écoulements. Un descriptif de l'ouvrage est présenté en Annexe 6 .

L'ensemble des cartographies de l'ouvrage Vieux Moulin de Beaunotte (faciès, granulométries, zones de frayères potentielles et bathymétrie) est présenté dans l'Atlas cartographique en page 9.

a. L'évolution des faciès

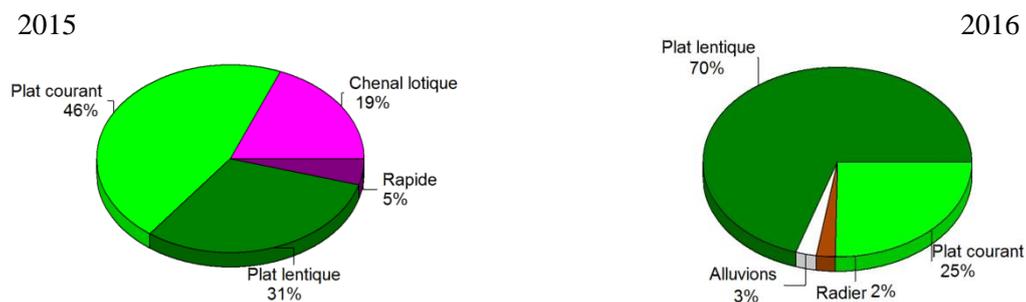


Figure 28: Répartition surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Vieux Moulin de Beaunotte

L'analyse de la Figure 28 montre qu'avant effacement, les faciès « plat courant » et « plat lentique* » dominaient fortement (respectivement à 46% et 31% de la surface du tronçon étudié). Après effacement, on observe que le faciès plat lentique domine à 70%. Cette augmentation surfacique par rapport à 2015 s'explique par une diminution de la vitesse et de la hauteur d'eau.

De plus, on remarque une baisse du nombre de types de faciès, passant de 4 en 2015 à 3 en 2016.

On note que toutes les hauteurs d'eau relevées en 2016 sur le tronçon étudié sont inférieures à 60 cm, ce qui entraîne la disparition du faciès « chenal lotique ».

Le faciès de type « rapide » identifié en 2015 n'est plus présent après effacement et on constate l'apparition du faciès « radier » en aval (Atlas cartographique page 10)

Les travaux ont engendré une **zone d'atterrissement** dans le cours d'eau qui représente 3% de la surface de la zone étudiée.

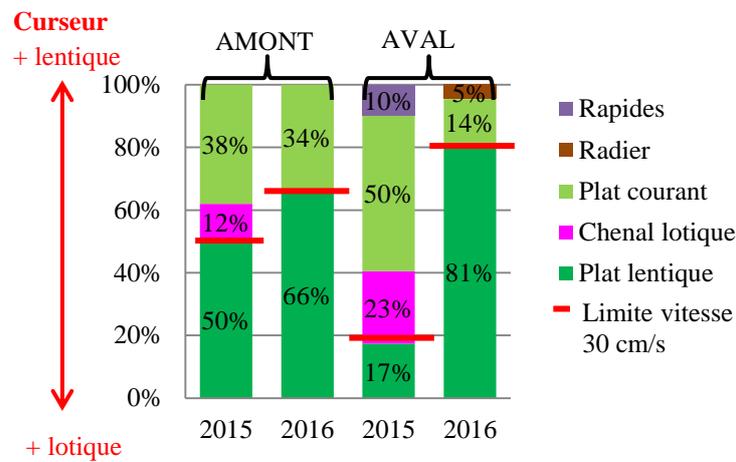


Figure 29: Evolution de la représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Vieux Moulin de Beaunotte

D'après la Figure 29, on remarque une plus grande diversité des faciès en aval (4 types de faciès en 2015, 3 types de faciès en 2016) qu'en amont (3 types de faciès en 2015, 2 types de faciès en 2016).

On observe une faible évolution des faciès à l'**amont** de l'ancien ouvrage entre 2015 et 2016 contrairement à l'**aval** où la représentation surfacique du « plat lentique » a fortement augmenté, celle du « plat courant » a fortement baissé et celle du « chenal lotique » a disparu. De plus, 66% des faciès en amont et 80% des faciès en aval sont de type lentique.

On note une **homogénéisation** des faciès entre l'amont et l'aval.

b. L'évolution de la granulométrie dominante

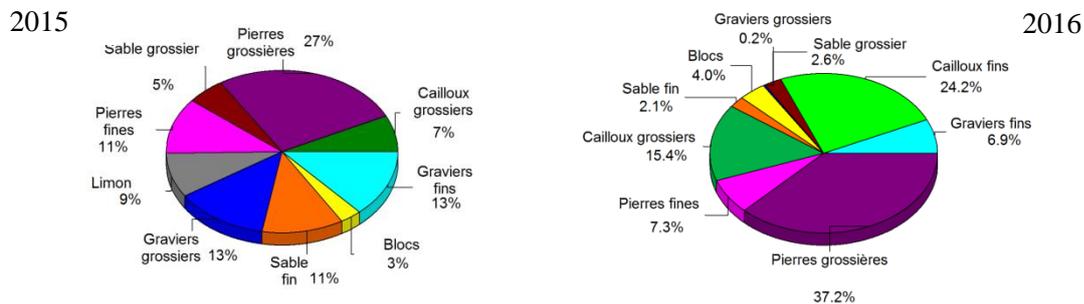


Figure 30: Représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Vieux Moulin de Beaunotte

A partir de la Figure 30, on observe qu'avant effacement, les pierres grossières, les graviers grossiers et les graviers fins dominaient. Après effacement on note que les pierres grossières et les cailloux fins sont majoritaires.

On constate que le nombre de classes granulométriques identifiées après effacement est identique à celui avant effacement (9 classes sur 12). Par rapport à 2015, le limon n'est plus présent mais les cailloux fins sont apparus (ils représentent 24% de la surface du tronçon étudié).

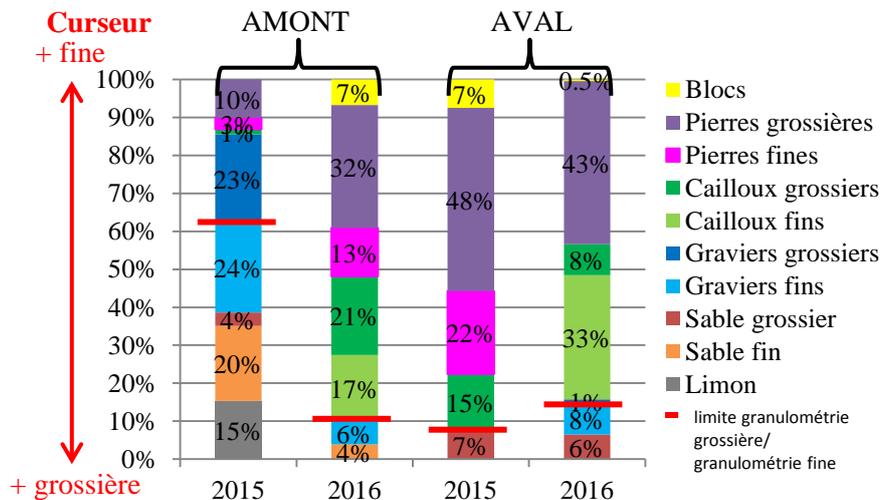


Figure 31: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Vieux Moulin de Beaunotte

Avant effacement, on observait que les éléments les plus fins étaient localisés en amont de l'ouvrage tandis que les plus grossiers étaient localisés en aval. La granulométrie fine représentait 60% de la surface en amont et représentait 10% de la surface en aval (Figure 31). Ceci montrait le fort impact de l'ouvrage sur le tri granulométrique.

Après effacement, on voit que la granulométrie grossière domine à 90% le tronçon étudié. On trouve un équilibre entre l'amont et l'aval, 10% de la granulométrie à l'amont et 14% de la granulométrie à l'aval sont considérées comme fines.

La **diversité** des classes de granulométrie a augmenté à l'aval de l'ouvrage avec l'apparition des cailloux fins, des graviers fins et des graviers grossiers.

La Coquille étant un petit cours d'eau à faible pente, il semble correct de penser que les blocs d'un diamètre supérieur à 25 cm ne peuvent pas être transportés. L'augmentation de la représentation de ces derniers à l'amont indique que la granulométrie les recouvrant a été évacuée vers l'aval (ici les pierres grossières). De la même manière, les blocs présents à l'aval en 2015 ont été recouverts par une granulométrie plus fine de type cailloux fins et graviers fins (Atlas cartographique page 11).

L'effacement de l'ouvrage a amélioré le transit sédimentaire en diversifiant la granulométrie dominante et en rééquilibrant l'amont avec l'aval. Cette granulométrie composée à 90% d'éléments grossiers est caractéristique des cours d'eau de tête de bassin.

c. L'évolution de la granulométrie secondaire

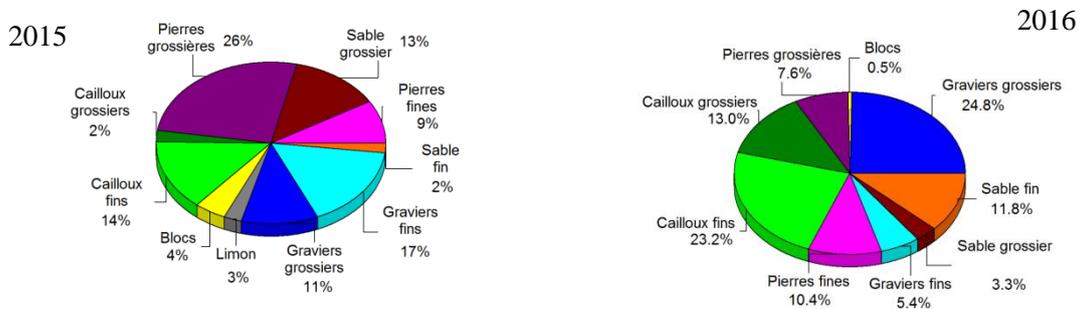


Figure 32: Représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Vieux Moulin de Beaunotte

On observe à partir de la Figure 32 que dix classes de granulométrie ont été recensées **avant effacement**. Les pierres grossières dominaient. **Après effacement**, la granulométrie reste très variée (neuf classes sont représentées, le limon n'est plus présent). Les graviers grossiers et les cailloux fins dominent.

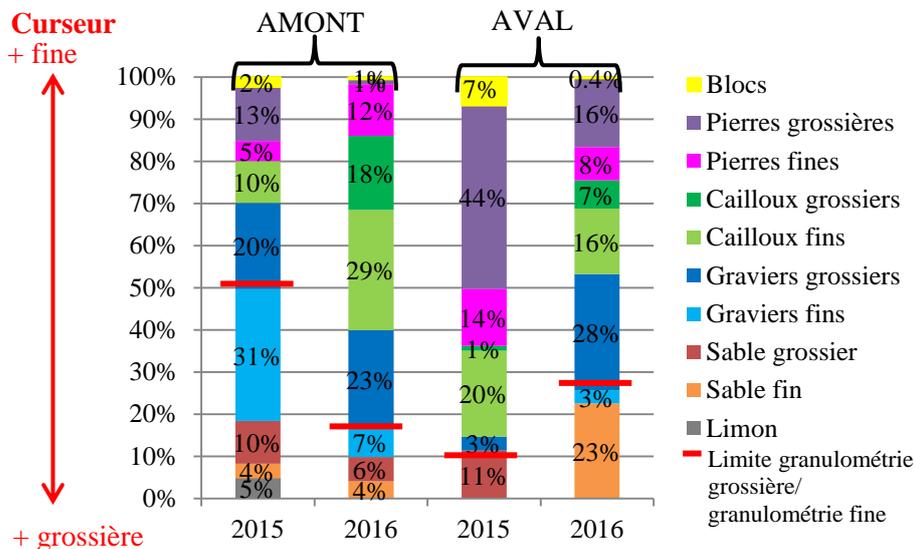


Figure 33: Représentation de l'évolution surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Vieux Moulin de Beaunotte

En 2015, le rapport surfacique entre l'amont et l'aval montrait la présence d'éléments plus grossiers en aval qu'en amont (74% contre 50%).

En 2016, la granulométrie en amont est constituée à 83% de grossiers et la granulométrie en aval à 74% de grossiers (Figure 33).

D'après la carte (Atlas cartographique page 12), les blocs identifiés en 2015 en amont et en aval ont été recouverts par des cailloux fins, des graviers grossiers et du sable grossier. Les pierres fines et grossières qui étaient présentes en aval ont été recouvertes par des granulométries plus fines telles que les cailloux fins, les graviers grossiers et le sable fin.

La suppression de l'ouvrage a permis le rétablissement du transport sédimentaire et le rééquilibrage de la granulométrie secondaire entre l'amont et l'aval.

d. L'évolution des zones de frayères potentielles pour la truite Fario

Les faciès et les granulométries identifiés permettent de cartographier les zones de frayères potentielles pour la truite fario (Tableau 4, Atlas cartographique page 13).

Tableau 4: Surface des zones de frayères potentielles de l'ouvrage Vieux Moulin de Beaunotte

Potentiel frayère (m ²)	2015	2016
Fort	215	80
Faible	/	60
Total	215	140
Surface sur le tronçon étudié	54 %	35 %

L'effacement de l'ouvrage a entraîné le maintien de zones de frayère potentielles pour la truite fario hormis en aval. En effet le faciès « plat courant » a été remplacé par le faciès « plat lentique » à cause de la diminution de la vitesse du cours d'eau.

On observe une baisse de 19 % de la surface du potentiel frayères due à la diminution de la vitesse du cours d'eau.

e. L'évolution de la bathymétrie

D'après la carte (Atlas cartographique page 13), on observe que globalement **la profondeur du cours d'eau a diminué**, les hauteurs sont en dessous de 60 cm. Ceci peut entraîner une diminution des zones de refuge lors d'un étiage sévère.

On remarque une augmentation de la profondeur à l'aval de l'ancien ouvrage en rive gauche.

f. L'évolution de la largeur du lit mouillé

Tableau 5: Largeur du lit mouillé sur le tronçon de l'ouvrage Vieux Moulin de Beaunotte

Largeur en eau (m)							
Amont ouvrage				Aval ouvrage			
2015		2016		2015		2016	
moyenne	min-max	moyenne	min-max	moyenne	min-max	moyenne	min-max
7.35	5.4-9.3	4.9	4.75-5	6.45	5.4-7.5	5.45	4.7-6.2

D'après le **Tableau 5**, on constate que **la largeur du lit mouillé a diminué** en amont et en aval de l'ancien ouvrage.

BILAN

- + Amélioration du transit sédimentaire,
Equilibre des granulométries entre l'amont et l'aval,
Continuité piscicole avec la création de zone de frayères potentielles,
Possibilité de crues morphogènes.
- Perte de zones de frayères potentielles en aval.
- L'aspect visuel du lieu.

2. La Scierie de Cosne sur la Seine (Commune de Quemigny-sur-Seine)

L'ouvrage Scierie de Cosne était constitué d'un vannage sur radier perché d'une hauteur de 50 cm. De plus, on observait un resserrement des écoulements. Un descriptif de l'ouvrage est présenté en Annexe 7.

L'ensemble des cartographies de l'ouvrage Scierie de Cosne (faciès, granulométries, zones de frayères potentielles et bathymétrie) est présenté dans l'Atlas cartographique en page 15.

a. L'évolution des faciès identifiés

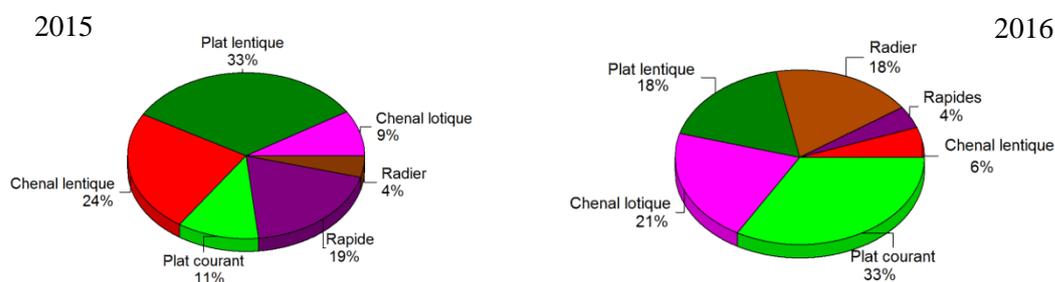


Figure 34: Représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Scierie de Cosne

D'après la **Figure 34**, **avant effacement**, six types de faciès étaient identifiés. Les faciès « plat lentique » et « chenal lentique » étaient majoritaires à respectivement 33% et 24%.

On observe qu'il n'y a pas d'évolution du nombre de faciès identifiés **après l'effacement** de l'ouvrage. Les faciès « plat courant » et « chenal lotique » dominent à respectivement 33% et 21%.

De plus, on observe une baisse d'environ 50% de la proportion des surfaces de faciès lenticulaires. Cela entraîne une augmentation des faciès ayant pour caractéristiques des vitesses plus élevées, Ce qui est plus **représentatif de la Seine non aménagée**.

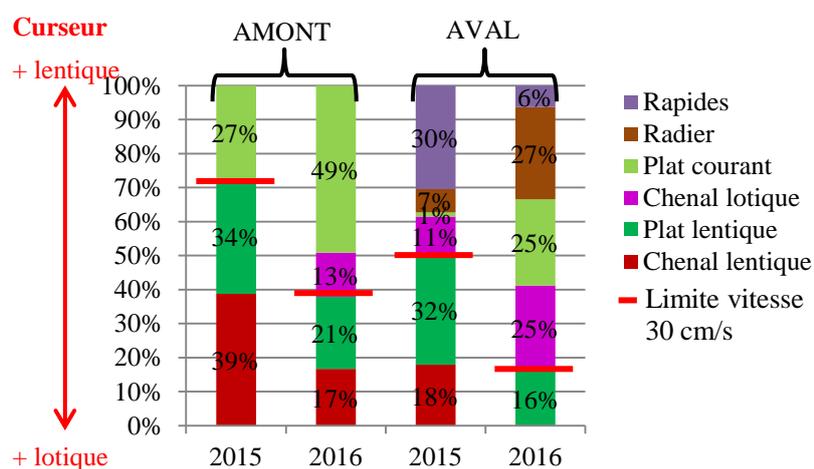


Figure 35: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Scierie de Cosne

On remarque **après effacement** une apparition du faciès « chenal lotique » en **amont**. La répartition des surfaces des faciès est différente, les surfaces des faciès « plat lentique » et « chenal lentique » ont diminué alors que la surfacea du faciès « plat courant » a augmenté. En **aval**, on observe la disparition du faciès « chenal lentique » (Figure 35).

Contrairement à l'année n-1, l'amont est dominé par des faciès à faible hauteur d'eau. De plus, on note une augmentation des faciès lotiques en amont et en aval.

On note que l'amont et l'aval s'**homogénéisent** ; tendance qui devra être confirmée par le suivi programmé en 2018.

b. L'évolution de la granulométrie dominante

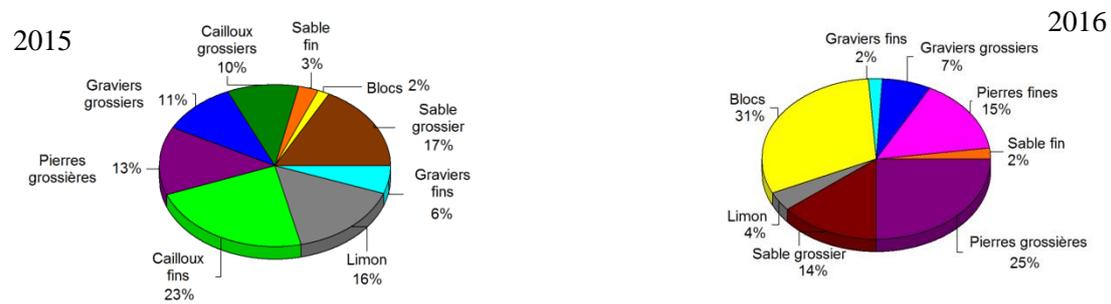


Figure 36: Représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Scierie de Cosne

L'analyse de la Figure 36 montre qu'après effacement, le nombre de classes granulométriques a diminué passant de 9 à 8. On note la disparition des classes cailloux grossiers (dominants avant effacement) et cailloux fins et l'apparition de la classe pierres fines.

Avant effacement, les cailloux fins, le sable grossier et les pierres grossières dominaient. Après effacement, les blocs, les pierres grossières, les pierres fines et le sable grossier sont majoritaires.

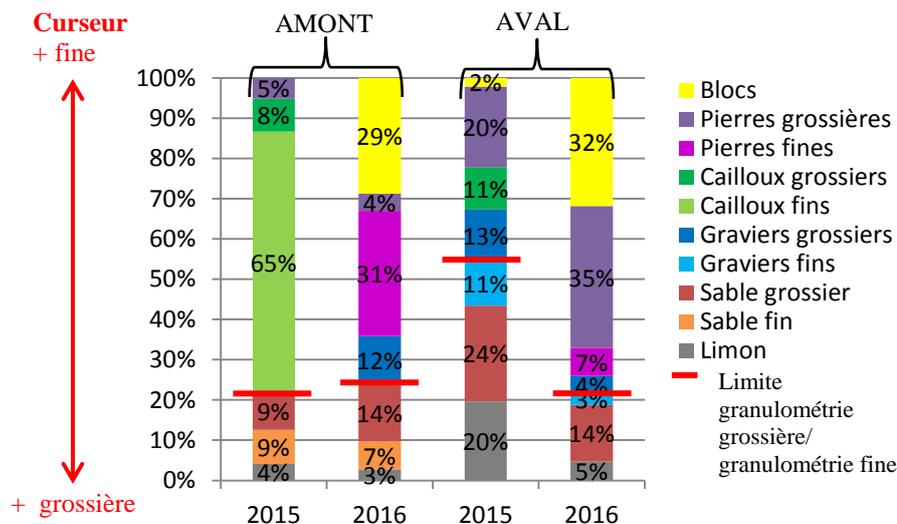


Figure 37: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Scierie de Cosne

granulométrie était plus importante en aval de l'ouvrage (6 classes en amont contre 7 en aval). Après effacement, les blocs, les graviers grossiers et les pierres fines sont apparus en amont. Le nombre de classes granulométriques est identiques.

Avant effacement, l'amont était dominé par les cailloux fins. Après effacement, les pierres fines et les blocs sont majoritaires.

On note que l'apparition de blocs et des pierres fines en amont peut être due à une évacuation des cailloux grossiers et des cailloux fins présents avant effacement (Atlas cartographique page 17).

De plus, on remarque qu'il y a toujours la même répartition entre la granulométrie fine et la granulométrie grossière.

Avant effacement, 55% de la granulométrie en **aval** était fine et 45% était grossière. On voit qu'après effacement, l'aval est dominé par une granulométrie grossière à 78% composée de pierres grossières et de blocs.

Après effacement, on voit une **homogénéisation** entre l'amont et l'aval. La granulométrie du cours d'eau est composée à 20% de fines (sable grossier) et à 80% de grossières (blocs et pierres).

c. L'évolution de la granulométrie secondaire

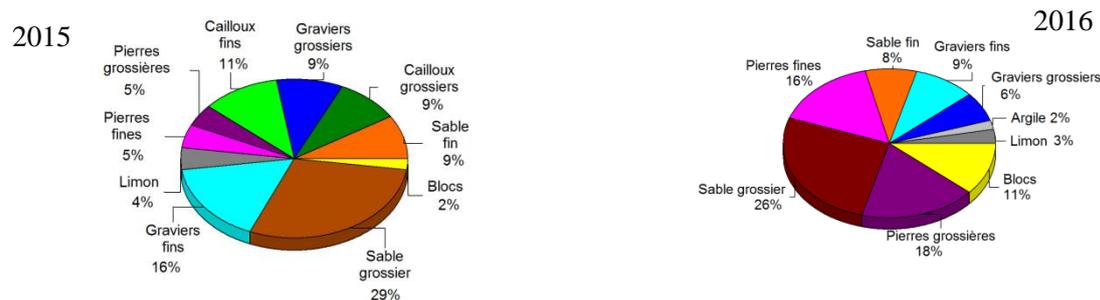


Figure 38: Représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Scierie de Cosne

Avant effacement, la granulométrie secondaire était dominée par les classes de sable grossier et de graviers fins.

Après effacement, on note que les classes sable grossier, pierres grossières et pierres fines sont prépondérantes. De plus, les classes cailloux grossiers et cailloux fins ont totalement disparu (Figure 38).

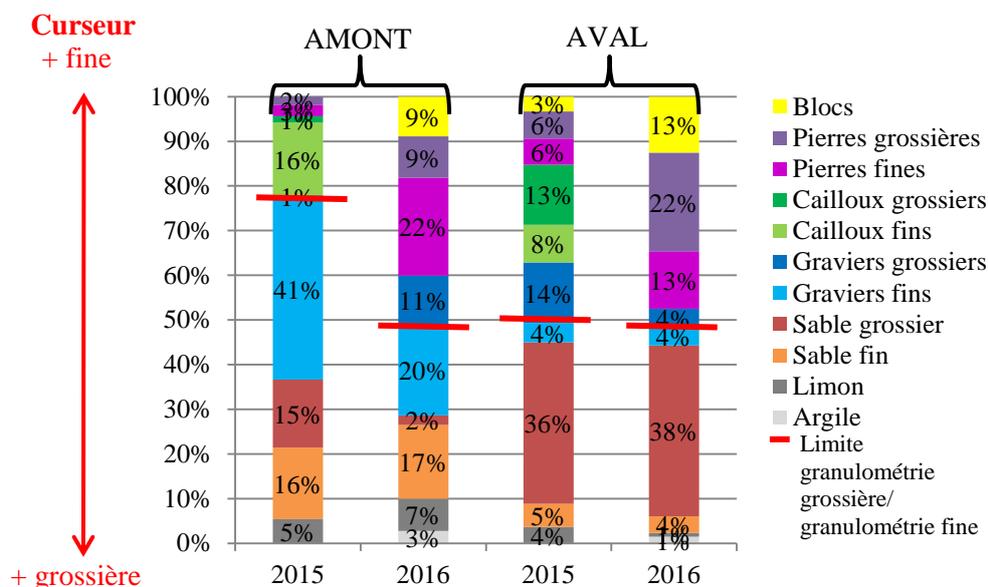


Figure 39: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Scierie de Cosne

On constate, d'après la **Figure 39**, qu'avant effacement, la zone **amont** de l'ouvrage était dominée par la classe graviers fins à 41%. Cette zone est maintenant dominée par les pierres fines (22%), les graviers fins (20%) et le sable fin (17%).

L'**aval** de l'ouvrage présentait majoritairement du sable grossier (36%), ce qui est toujours le cas avec une augmentation de la surface des pierres grossières.

Avant effacement, l'amont était dominé à 77% par des granulométries fines et l'aval était constitué à 50% de granulométries fines et à 50% de granulométrie grossière.

Après effacement, on observe que l'amont et l'aval sont composés à 50% de granulométries fines et à 50% de granulométrie grossières.

On observe une **homogénéisation** entre l'amont et l'aval, 50% de la granulométrie est grossière et 50% de la granulométrie est fine. Tendence à confirmer par le suivi programmé en 2018.

d. L'évolution des zones de frayères potentielles

Tableau 6: Surface des zones de frayères potentielles de l'ouvrage Scierie de Cosne

Potentiel frayère (m ²)	2015	2016
Fort	156	90
Faible	/	180
Total	156	270
Surface sur le tronçon étudié	19 %	35 %

On observe une augmentation des zones de frayères potentielles (**Tableau 6**). Cette augmentation s'explique par l'augmentation des surfaces des faciès « plat courant » et « radier ».

On observe une augmentation de 16 % de la surface du potentiel frayères sur le tronçon étudié.

e. L'évolution de la bathymétrie

On note une diminution de la profondeur directement en aval de l'ouvrage. On observe une augmentation de la profondeur en aval de l'ouvrage rive gauche au niveau du méandre et une diminution en rive droite (Atlas cartographique page 19).

f. L'évolution de la largeur du lit mouillé

Tableau 7: Evolution de la largeur du lit mouillé de l'ouvrage Scierie de Cosne

Largeur en eau (m)							
Amont ouvrage				Aval ouvrage			
2015		2016		2015		2016	
1 valeur	min-max	1 valeur	min-max	moyenne	min-max	moyenne	min-max
11	/	14	/	12.5	9.05-15.8	10.4	8.6-12

Il ne peut y avoir d'interprétation au niveau de l'amont car deux transects ont été tirés et un seul est considéré dans la zone d'influence.
On observe une diminution de la largeur du lit mouillé en aval (**Tableau 7**).

BILAN



Homogénéisation des faciès entre l'amont et l'aval,
Amélioration du transit des granulométries plus grossières,
Continuité piscicole avec la création de zone de frayères potentielles,
Possibilité de crues morphogènes.



/



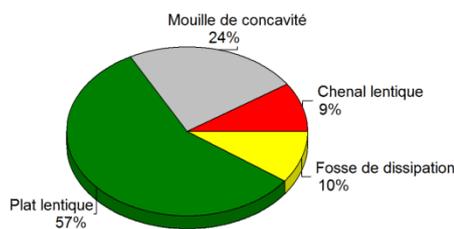
L'aspect visuel du lieu.

3. L'ouvrage Floriet sur la Seine (Commune de Nod-sur-Seine)

L'ouvrage Floriet était constitué d'un seuil d'une hauteur de 1,90 m (sans les vannes). Un descriptif de l'ouvrage est présenté en Annexe 8.
L'ensemble des cartographies de l'ouvrage Floriet (faciès, granulométries, zones de frayères potentielles et bathymétrie) est présenté dans l'atlas cartographique en page 21.

a. L'évolution des faciès identifiés

2015



2016

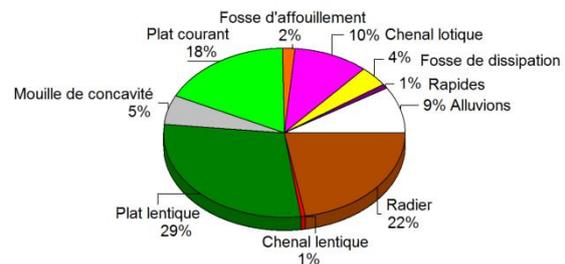


Figure 40: Représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Floriet

On observe une **diversification des faciès après l'effacement** de l'ouvrage en passant de 4 à 9 types de faciès, soit une augmentation de **225%** (**Figure 40**).

Avant effacement, l'ensemble des faciès était de type lentique. La diversification s'est réalisée grâce à une augmentation des vitesses et une diminution de la profondeur.

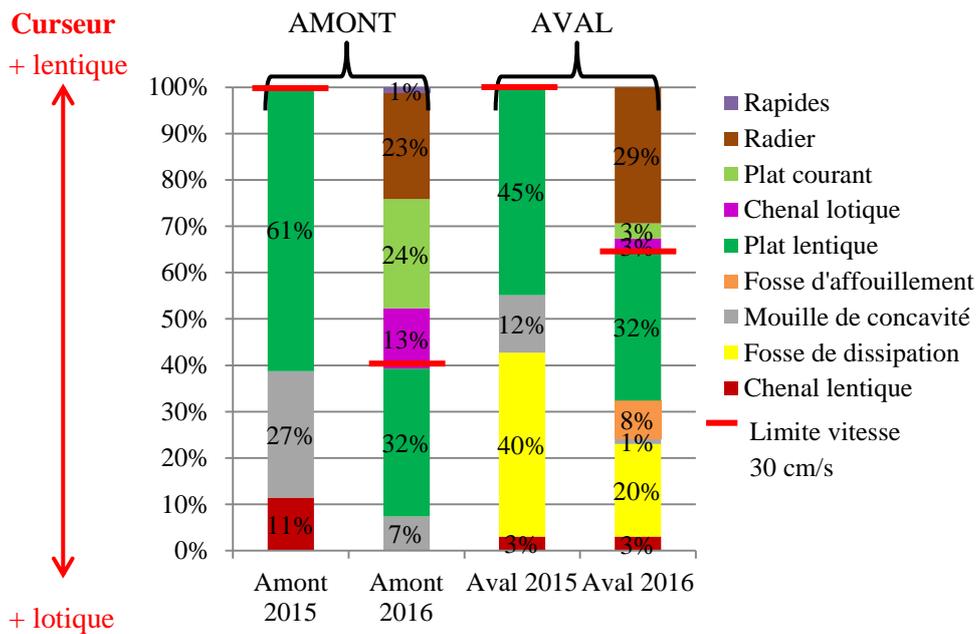


Figure 41: Evolution de la représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Floriet

D'après la carte (Atlas cartographique page 22), **la fosse de dissipation*** présentait en 2015 une surface de 1050 m² (sur une longueur de 48 m et une largeur moyenne de 13 m). Actuellement sa surface est de 410 m² (sur une longueur de 18 m et une largeur moyenne de 13 m). Soit une diminution surfacique de 61%. Cette zone très profonde a été partiellement comblée par les différents sédiments retenus par l'ouvrage (sa profondeur est estimée aujourd'hui à 2 m).

On note que les faciès « chenal lotique », « plat courant » et « radier » sont apparus à **l'amont** de l'ancien ouvrage. Ce sont des faciès dont la vitesse est plus élevée (supérieure à 30 cm/s). Cette augmentation de la vitesse est plus représentative de la **Seine non aménagée**. **Avant effacement**, 100% des faciès à l'amont et à l'aval étaient de type lentique. Après effacement, les faciès de type lentique ont une représentation surfacique de 38% à l'amont et de 51% à l'aval (Figure 41).

L'effacement de l'ouvrage a permis de diversifier les faciès présents le long du tronçon étudié. De plus, on observe une tendance à l'homogénéisation des répartitions des faciès entre l'amont et l'aval (20% radier et 30% plat lentique) ; tendance qui devra être confirmée par le suivi programmé en 2018.

b. L'évolution de la granulométrie dominante

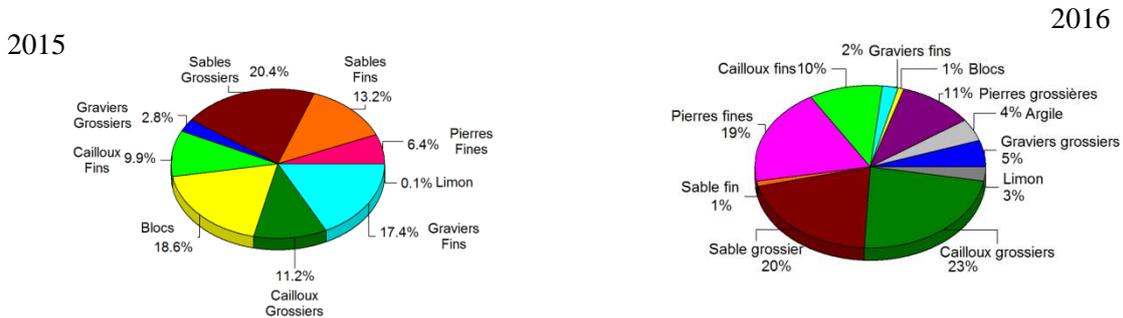


Figure 42: Représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Floriet

On observe d'après la Figure 42 qu'**avant effacement**, la granulométrie dominante était composée principalement de blocs, de sable grossier et de graviers fins.

Après effacement, elle est composée majoritairement de cailloux grossiers, de sable grossier et de pierres fines.

Avant effacement, on note que les éléments les plus grossiers se situaient en tête de retenue alors que les plus fins se localisaient en amont direct de l'ouvrage.

On observe une augmentation du nombre de classes granulométriques **suite aux travaux d'effacement** (9 classes identifiées en 2015 et 11 classes identifiées en 2016). L'argile et les pierres grossières sont apparues. L'apparition des pierres grossières s'explique par le transit de granulométries plus fines les recouvrant ainsi que par le transit des pierres grossières elles-mêmes depuis des zones plus en amont (Atlas cartographique page 23).

On constate que **la zone d'atterrissement** apparue à l'aval est majoritairement constituée de pierres fines. Cette zone va par la suite évoluer, si elle s'agrandit, elle va permettre la diversité des faciès et la réduction du lit d'étiage.

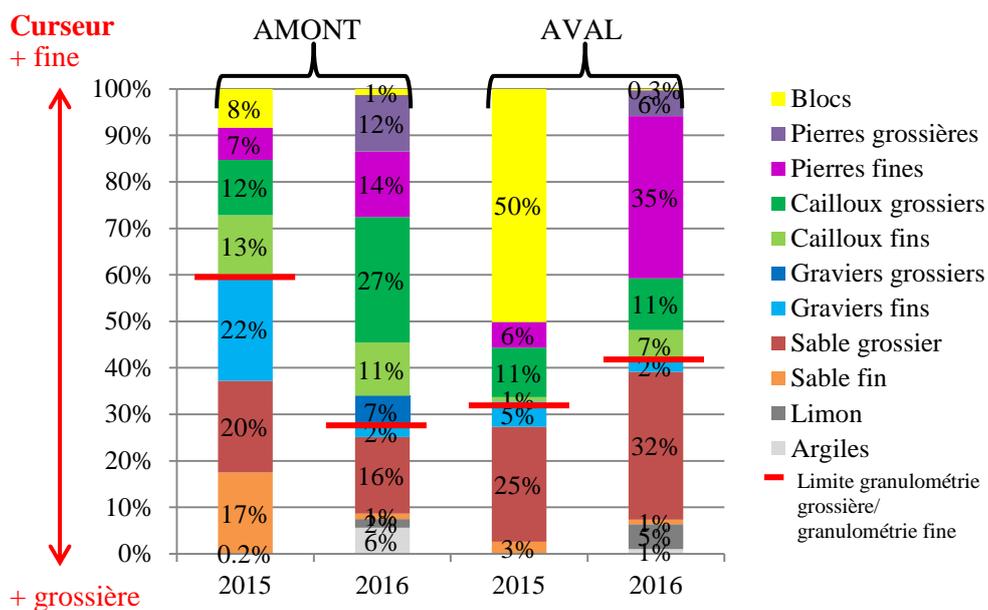


Figure 43: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Floriet

Avant effacement, la zone de fosse était composée à 70% de blocs et de sable grossier (Atlas cartographique page 23). On note par cette observation l'impact de la présence de la chute sur le tri granulométrique.

Cette zone de fosse directement en aval de l'ouvrage a été comblée, la hauteur d'eau n'excède pas les 30 cm. On y retrouve une granulométrie de type pierres fines, pierres grossières et cailloux grossiers. La zone de fosse encore présente plus en aval est composée principalement de sable grossier.

Avant effacement, l'amont présentait 60% d'éléments fins et l'aval présentait 33% d'éléments fins. Après effacement, l'amont est composé à 27% de granulométries fines et l'aval à 41% de granulométries fines. Il y a donc une augmentation de la taille des sédiments.

On observe ainsi un début d'homogénéisation des structures granulométriques entre l'amont et l'aval, signe d'une mobilisation sédimentaire ; tendance à confirmer par le suivi programmé en 2018.

De plus, la granulométrie grossière est représentée à 70%, ceci est à mettre en relation avec l'ouvrage précédent (granulométrie grossière à 80%). En descendant vers l'aval, la proportion de granulométrie grossière diminue.

c. L'évolution de la granulométrie secondaire

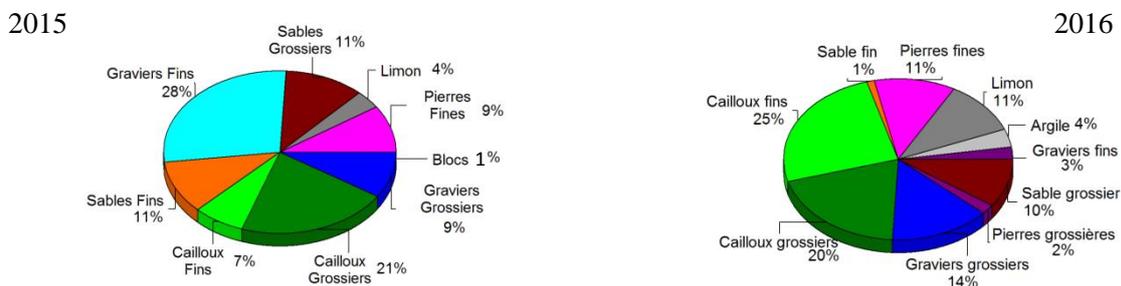


Figure 44: Représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Floriet

La diversité des classes granulométriques ont augmenté avec l'effacement de l'ouvrage avec l'apparition de l'argile et des pierres grossières.

Avant effacement, la granulométrie secondaire était principalement composée de graviers fins et de cailloux grossiers. La répartition semblait plus aléatoire que celle de la granulométrie dominante.

Après effacement, elle est maintenant composée majoritairement de cailloux fins, de cailloux grossiers et de graviers grossiers (Figure 44).

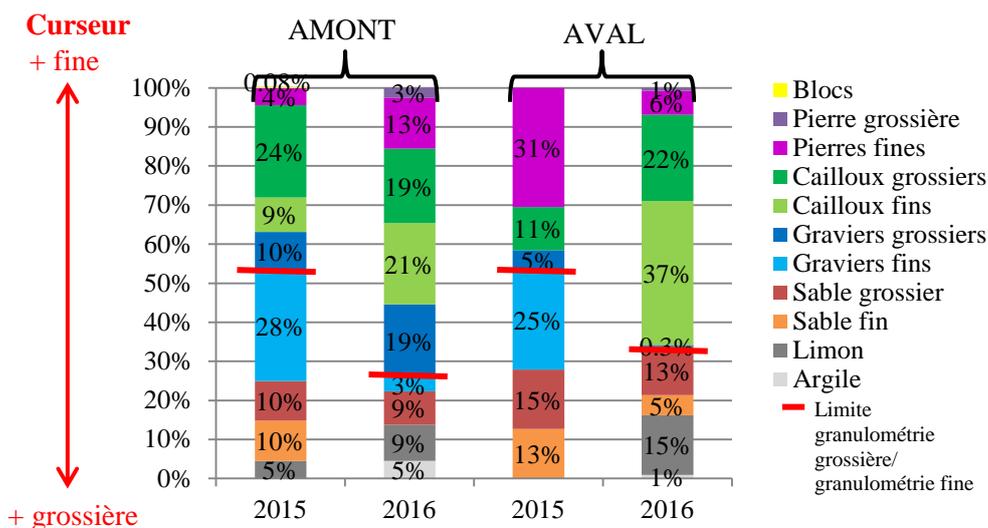


Figure 45: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Floriet

Avant effacement l'amont et l'aval étaient composés à 45% de granulométries grossières. Après effacement, les granulométries grossières dominent à 70% (Figure 45). On note ainsi **une augmentation de la taille des sédiments**.

On observe que les graviers fins et les graviers grossiers ont totalement disparu en aval pour laisser la place à des granulométries plus grossières. Une partie des graviers a certainement été évacuée et une autre recouverte (Atlas cartographique page 24). On constate une apparition de l'argile sur les 100 premiers mètres à l'amont qui correspond à l'effondrement des berges (Atlas cartographique page 24). Ceci montre une **faible érosion latérale**.

d. L'évolution des zones de frayères potentielles

Avant effacement, l'absence de faciès « plat courant » et « radier » rendait nulle la potentialité de zone de frayères pour la truite fario (Tableau 8).

Tableau 8: Evolution de la surface du potentiel frayères de l'ouvrage Floriet

Potentiel frayère (m ²)	2015	2016
Fort	/	1100
Faible	/	800
Total	0	1900
Surface sur le tronçon étudié	0 %	18 %

L'effacement de l'ouvrage a permis la restauration des faciès « plat courant » et « radier » et l'apparition de granulométrie de type pierres et graviers. Ces caractéristiques de faciès et de granulométrie ont permis la création d'un potentiel frayère sur le tronçon étudié.

Le potentiel frayère représente 18 % de la surface totale du tronçon étudié.

e. L'évolution de la bathymétrie

D'après la carte (Atlas cartographique page 25), on observe une forte diminution de la profondeur **en aval** de l'ouvrage qui correspond au comblement de la fosse de dissipation. On note également une diminution de la profondeur **en amont** de l'ouvrage. Ceci s'explique par le fait qu'il n'y a plus la retenue créée par l'ouvrage.

On remarque une augmentation de la profondeur au niveau des méandres qui peut correspondre à la formation de nouvelles mouilles*.

f. L'évolution de la largeur du lit mouillé

Tableau 9: Evolution de la largeur du lit mouillé sur le tronçon de l'ouvrage Floriet

Largeur en eau (m)							
Amont ouvrage				Aval ouvrage			
2015		2016		2015		2016	
moyenne	min-max	moyenne	min-max	moyenne	min-max	moyenne	min-max
11.7	9-14.5	10.6	8.5-13.5	19	8-33	18.9	10-35.6

On observe une diminution de la largeur du lit mouillé en amont qui s'explique par la disparition de la retenue créée par l'ouvrage (Tableau 9).

BILAN

-  Diversification des faciès,
Suppression de la retenue,
Diminution de la surface de la fosse,
Vitesse plus représentative de la Seine non Aménagée,
Amélioration du transit sédimentaire,
Continuité piscicole avec la création de zone de frayères potentielles,
Possibilité de crues morphogènes.
-  Erosion latérale modérée sur 100 m en amont avec une exondation des racines.
-  Sur-alluvionnement en aval,
L'aspect visuel du lieu.

4. Le Moulin des Ecuers sur la Seine (Commune de Châtillon-sur-Seine)

L'ouvrage Moulin des Ecuers était constitué d'un seuil d'une hauteur de 40 cm. Un descriptif de l'ouvrage est présenté en Annexe 9.

L'ensemble des cartographies de l'ouvrage Moulin des Ecuers (faciès, granulométries, zones de frayères potentielles et bathymétrie) est présenté dans l'Atlas cartographique en page 27.

a. L'évolution des faciès identifiés

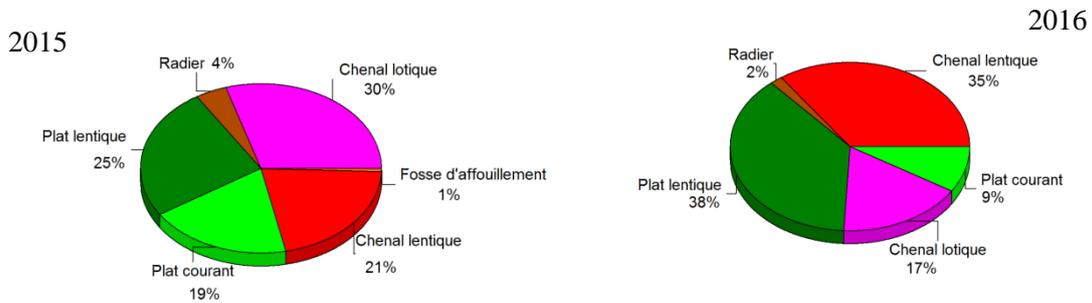


Figure 46: Représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Moulin des Ecuers

En 2015, le seuil était en mauvais état et de faible hauteur. De plus, l'amont du seuil était comblé par les sédiments. L'observation de la carte (Atlas cartographique page 28) montre les veines des faciès « chenal lotique » et « chenal lentique ».

Avant effacement, le faciès « chenal lotique » domine à 30%.

Après effacement de l'ouvrage, 5 types de faciès sont identifiés contre 6 en 2015. On observe la disparition de la fosse d'affouillement présente en amont. De plus, les faciès « chenal lentique » et « plat lentique » dominent fortement à 73%. La vitesse du cours d'eau a donc diminué (Figure 46).

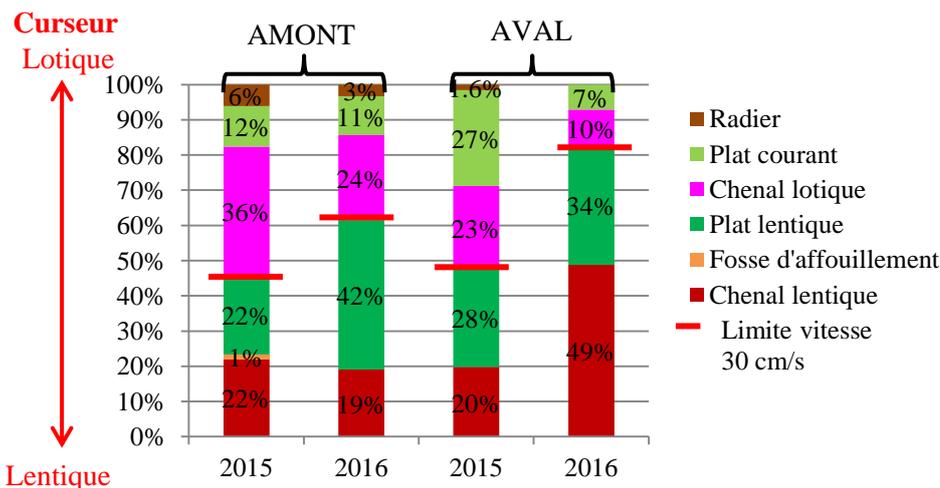


Figure 47: Evolution de la représentation surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Moulin des Ecuers

On observe, après effacement, qu'il n'y a pas de grosse évolution des surfaces des différents faciès. On note, une augmentation du faciès « chenal lentique » et une baisse du faciès « chenal lotique » en aval (Figure 47).

Il y a donc une faible évolution des faciès après l'effacement de l'ouvrage. On peut supposer que la transition est lente ; tendance à confirmer par le suivi programmé en 2018.

b. L'évolution de la granulométrie dominante

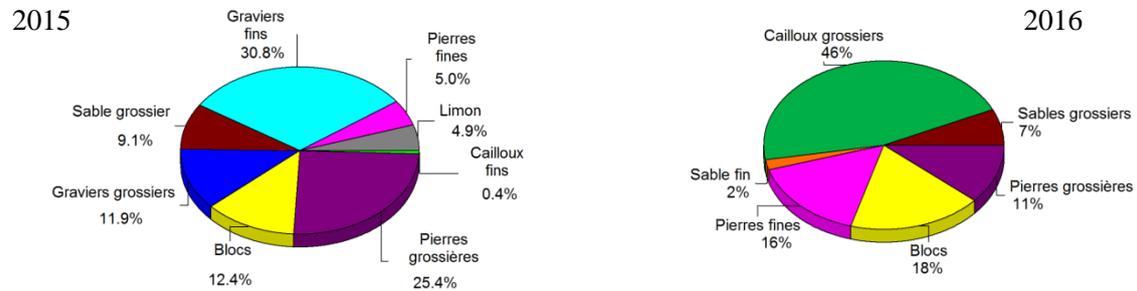


Figure 48: Représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Moulin des Ecuysers

D'après la Figure 48, **avant effacement**, les graviers fins et les pierres grossières dominaient.

On observe **après effacement** que quatre classes de granulométrie ont disparu (cailloux fins, graviers grossiers, graviers fins et limon) pour en laisser apparaître trois nouvelles (cailloux grossiers, sable grossier et sable fin).

On constate **après effacement** que la granulométrie grossière domine fortement avec un pourcentage surfacique de 91%. Les cailloux grossiers étaient totalement absents et sont maintenant présents à 46% (soit la moitié de la granulométrie grossière). Le cours d'eau les a transportés et déposés au niveau de ce tronçon.

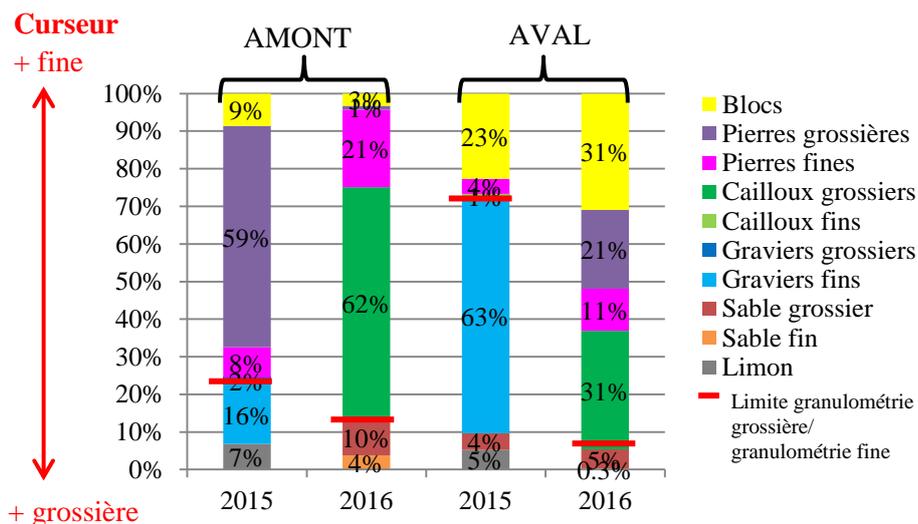


Figure 49: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Moulin des Ecuysers

La **Figure 49** montre qu'en **2015**, la granulométrie était largement dominée en amont par les pierres grossières (59%) et en aval par les graviers fins (63%). Après effacement, on constate que les cailloux grossiers dominent à l'amont (62%) et qu'il n'y pas de granulométrie prépondérante à l'aval.

On observe une **meilleure homogénéisation** des granulométries grossières et fines entre l'amont et l'aval après l'effacement. Les fins ont une représentation surfacique de 14% en amont et de 5% en aval.

On remarque une **augmentation des blocs en aval** de l'ouvrage après effacement. Le cours d'eau a transporté les blocs de l'amont vers l'aval et les graviers grossiers et fins présents sur les blocs en 2015 ont été évacués. On observe également l'apparition des pierres grossières en aval qui ont été transportées par le cours d'eau (Atlas cartographique page 29).

L'effacement de l'ouvrage a amélioré le transit sédimentaire en rééquilibrant l'amont avec l'aval. La granulométrie dominante est composée à 90% d'éléments grossiers.

c. L'évolution de la granulométrie secondaire

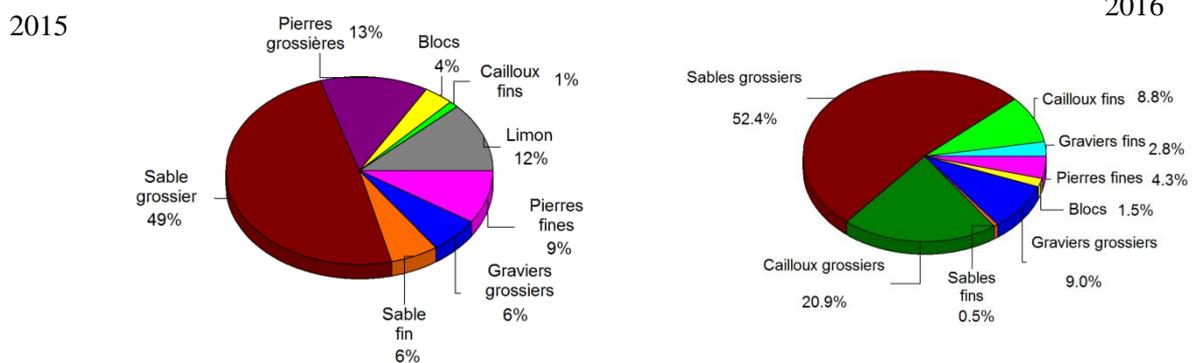


Figure 50: Représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Ecuyers

On observe **après effacement**, le même nombre de classes granulométriques (8) que l'année précédente. Les pierres grossières et le limon ont totalement disparu mais les cailloux grossiers et les graviers fins sont apparus (**Figure 50**).

Comme en 2015, la granulométrie secondaire est dominée par le sable grossier.

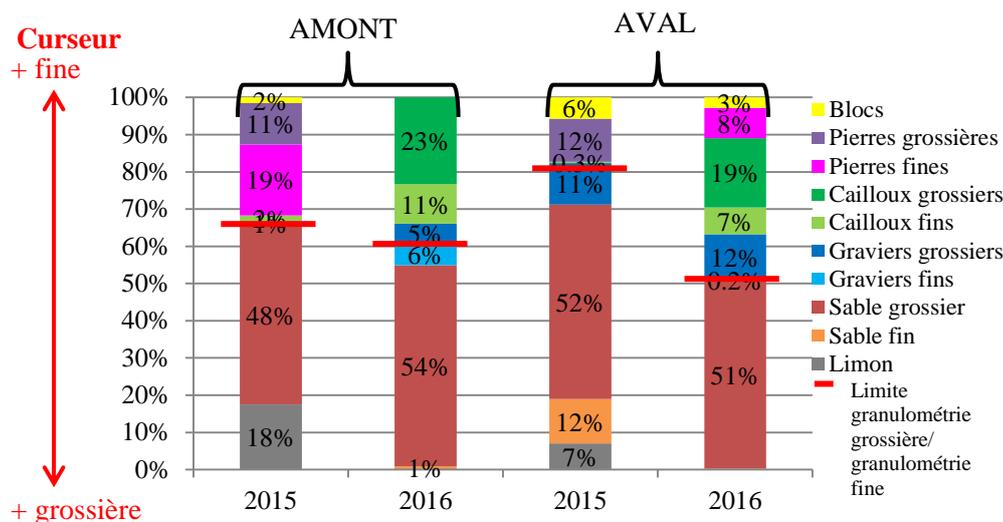


Figure 51: Evolution de la représentation surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Moulin des Ecuyers

L'observation de la Figure 51 montre que le pourcentage de la granulométrie fine en amont et en aval est quasiment identique après l'effacement.

On observe peu de variations après effacement de l'ouvrage.

On peut supposer que le **processus de remobilisation des sédiments** est toujours en cours sur le tronçon étudié. Les résultats de l'effacement sont encore peu visibles.

Différentes hypothèses peuvent être évoquées suite à ces résultats :

- Avant effacement, la retenue au niveau du seuil était comblée,
- Le tronçon étudié est court-circuité, c'est-à-dire qu'il ne reçoit pas tout le débit en provenance de l'amont.

De plus, de nombreux ouvrages sont présents sur la commune de Châtillon-sur-Seine en amont du Moulin des Ecuyers, cela entraîne des ruptures de pente et un transit sédimentaire plus faible.

Pour conclure sur les conséquences de l'effacement il est préférable d'attendre les résultats du suivi programmé en 2018.

d. L'évolution des zones de frayères potentielles pour la Truite Fario

Les faciès et les granulométries identifiés permettent la présence de zones de frayères potentielles pour la truite fario (Tableau 10).

Tableau 10: Evolution de la surface du potentiel frayères de l'ouvrage Moulin des Ecuyers

Potentiel frayère (m ²)	2015	2016
Fort	445	330
Faible	/	50
Total	445	380
Surface sur le tronçon étudié	32 %	25 %

Avant effacement, la grande majorité des frayères était localisée en aval, en dehors de la zone de retenue.

On observe le maintien d'une de ces zones potentielles de frayères.

La disparition de la zone de frayère en aval s'explique par la disparition du faciès plat courant. En revanche le renouvellement de granulométrie en amont a permis la formation de nouvelles zones de frayères potentielles.

On observe une baisse de 7% de la surface du potentiel frayère sur le tronçon étudié.

e. L'évolution de la bathymétrie

Globalement, on observe que la profondeur a augmenté en aval et diminué en amont (Atlas cartographique page 31).

f. L'évolution de la largeur du lit mouillé

Tableau 11: Evolution de la largeur du lit mouillé sur le tronçon de l'ouvrage Moulin des Ecuyers

Largeur en eau (m)							
Amont ouvrage				Aval ouvrage			
2015		2016		2015		2016	
moyenne	min-max	moyenne	min-max	moyenne	min-max	moyenne	min-max
16.4	12.7-20	15.6	12.7-18.6	13.4	12.6-14.5	13.4	13.0-13.9

On note que la largeur moyenne du lit mouillé a diminué en amont et qu'il n'y a pas de modification en aval (Tableau 11).

BILAN

Peu de changements sont observables à l'année n+1.

Le processus semble plus lent dû à la localisation de l'ouvrage. Il faut attendre les résultats du suivi programmé en 2018.



Amélioration du transit des granulométries plus grossières,
Homogénéisation des granulométries entre l'amont et l'aval.



Diminution des zones de frayères potentielles.



L'aspect visuel du lieu.

Les études réalisées précédemment montrent une évolution de la morphologie du cours d'eau après effacement d'ouvrages hydrauliques. Les granulométries fines et grossières s'équilibrent entre l'amont et l'aval. Il en est de même pour les faciès identifiés.

Ces évolutions ont permis la conservation ainsi que la formation de nouvelles zones de frayères potentielles pour la truite Fario. La continuité écologique est rétablie.

Il n'est pas possible de comparer l'évolution des ouvrages les uns avec les autres. En effet, le type d'ouvrages diffère, les débits ne sont pas les mêmes (présence de bief ou non) ainsi que la quantité de sédiments disponibles. De plus, les états initiaux de l'amont et l'aval sont propres à chaque ouvrage notamment au niveau des retenues (retenues comblées ou non).

Ces études sont vulgarisées et distribuées au grand public. Un exemple est présenté en **Annexe 10**.

La campagne de mesures prévue en 2018 permettra d'évaluer l'hydromorphologie trois ans après travaux et de confirmer les premiers résultats obtenus.

Partie 3 : Conception d'un projet d'effacement à Prusly-sur-Ource

L'Ource à Prusly-sur-Ource est classée en liste 2 au titre de la continuité écologique (article L.214-17 du Code de l'Environnement). Trois ouvrages, appartenant à la commune, sont concernés par le projet d'effacement. La commune a délibéré favorablement pour ce projet en Octobre 2015. Une modélisation du fonctionnement hydraulique du système est nécessaire à la conception du projet qui sera soumis à autorisation au titre de la Loi sur l'Eau. La réalisation des travaux est prévue en 2017 et un financement total à hauteur de 95% maximum d'aides publiques est attendu.

I. Situation initiale des ouvrages hydrauliques

La Figure 52 présente les trois ouvrages hydrauliques et les trois seuils successifs concernés par le projet d'effacement.

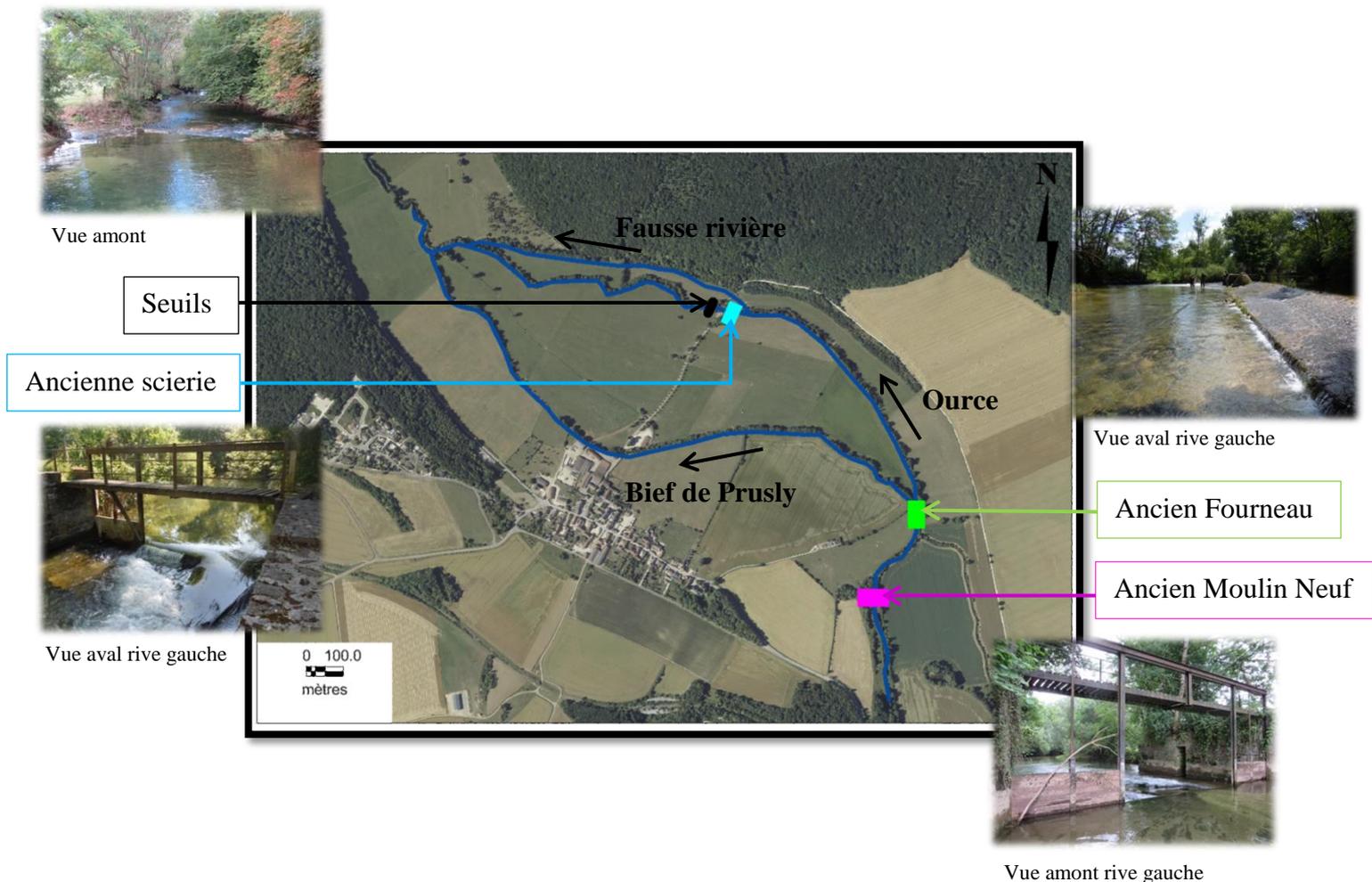


Figure 52: Localisation des ouvrages hydrauliques

Les trois ouvrages hydrauliques ont été analysés par la même méthodologie que dans la partie II (cartographies des faciès, granulométries dominante et secondaire, zones de frayère potentielle pour la truite Fario). De plus, l'indice ICE (Informations sur la Continuité Ecologique) a été calculé pour la truite de grosse taille (25-55cm) et de petite taille (15-30 cm). La méthodologie est présentée en Annexe 11 (ONEMA, 2014) et elle est détaillée pour l'ouvrage Ancien Moulin Neuf.

1. L'ouvrage Ancien Moulin Neuf

Actuellement l'ouvrage Ancien Moulin Neuf n'est pas lié à un usage particulier. Cet ouvrage, constitué à l'origine d'un seuil bétonné et de quatre vannes, participait au soutien de l'étiage. Ces dernières années, l'ouvrage a été progressivement abandonné et il ne subsiste que 2 vannes et le seuil bétonné. D'un point de vue structurel, les maçonneries sont en bon état mais la passerelle est en mauvais état.

- Les cartographies (faciès, granulométrie dominante, granulométrie secondaire et zones de frayères potentielles) sont répertoriées dans l'Atlas cartographique page 33.

Les détails des analyses des faciès, des granulométries, des frayères potentielles pour la truite Fario sont présentés en [Annexe 12](#).

- Calcul de l'indice de franchissabilité (par saut)

Les critères élémentaires à prendre en compte pour la définition des classes de franchissabilité des seuils à parement pour la truite fario prennent en compte ([Figure 53](#)) :

- Les caractéristiques de l'écoulement sur le coursier, la distance à franchir et la profondeur de la fosse aval,
- Les capacités de nage et la morphologie de l'espèce (vitesse de nage maximale, endurance à cette vitesse).

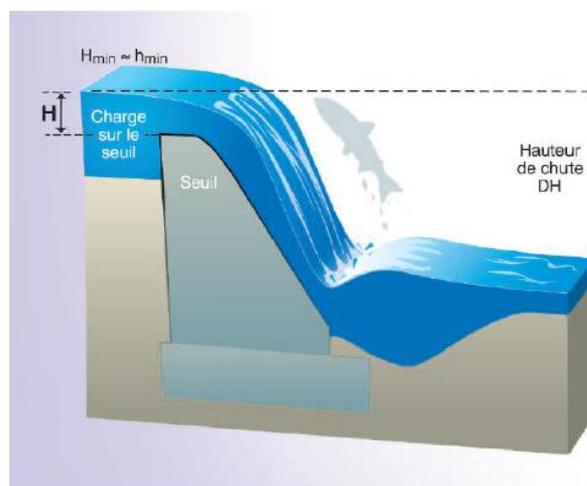


Figure 53: Paramètres à prendre en compte pour la franchissabilité par saut

Les indices de franchissabilité pour la truite aux débits Qmn et Module sont présentés dans le **Tableau 12**.

Tableau 12: Indices de franchissabilité pour l'ouvrage Ancien Moulin Neuf

Régime hydraulique	Qmn (0.31 m ³ /s)	Module (4.55 m ³ /s)
H : charge sur le seuil (m)	0.21	0.95
DH : hauteur de chute	0.38	0.70
Profondeur de la fosse aval (m)	0.21	0.61
Hauteur de fosse nécessaire en pied de chute (dépend du DH)	0.45	0.7
Franchissabilité piscicole – Note ICE		
Espèces	Qmn	Module
Truite de rivière (25-55 cm) (Facteur déclassant)	0 (profondeur fausse aval)	0 (profondeur fausse aval)
Truite de rivière (15-30 cm) (Facteur déclassant)	0 (profondeur fausse aval)	0 (profondeur fausse aval)

Les indices de franchissabilité sont de 0 ce qui signifie que l'ouvrage Ancien Moulin Neuf est une barrière infranchissable pour la truite à ces débits.

Les faciès identifiés sont à 90% de type lentique en amont et en aval. La granulométrie dominante est majoritairement grossière en amont et en aval (65%). Deux zones de frayères potentielles sont présentes en amont soit 10% du tronçon étudié. De plus, l'ouvrage apparaît comme un obstacle total pour la truite.

2. L'ouvrage Ancien Fourneau

Actuellement l'ouvrage Ancien Fourneau n'est pas lié à un usage particulier. Cet ouvrage, constitué à l'origine de deux vannes et d'un déversoir d'une longueur de 27.47 m, participait à la décharge de l'ancien fourneau (Bief de Prusly). Ces dernières années, l'ouvrage a été progressivement abandonné, les deux vannes sont ouvertes (radier : 235.34 NGF) et la crête du déversoir est à la côte de 235.79 m NGF. D'un point de vue structurel, les maçonneries, les vannes et la passerelle sont en bon état.

Les cartographies (faciès, granulométrie dominante, granulométrie secondaire et zones de frayères potentielles) sont répertoriées dans l'Atlas cartographique page 37.

Les détails des analyses des faciès, des granulométries, des zones de frayères potentielles et l'indice de franchissabilité sont présentés en Annexe 13.

Il y a un gros déséquilibre des faciès entre l'amont et l'aval. Les faciès lenticques dominent à 99% en amont et ne représentent que 39% en aval. Ce déséquilibre est également présent au niveau de la granulométrie dominante (8% de fines en amont et 34% de fines en aval). Deux zones de frayères potentielles sont présentes en aval soit 14% du tronçon étudié. De plus, l'ouvrage apparaît comme un obstacle significatif pour la truite de petite taille.

3. L'ouvrage Ancienne Scierie

Actuellement l'ouvrage « Ancienne scierie » n'est pas lié à un usage particulier. Cet ouvrage, constitué à l'origine de trois vannes et d'un seuil bétonné, participait à la décharge de l'ancienne scierie. Ces dernières années, l'ouvrage a été progressivement abandonné, il ne subsiste qu'une vanne et le seuil. D'un point de vue structurel, les maçonneries et la vanne restante sont en bon état.

Les cartographies (faciès, granulométrie dominante, granulométrie secondaire et zones de frayères potentielles) sont répertoriées dans l'Atlas cartographique page 41.

Les détails des analyses des faciès, des granulométries, des zones de frayères potentielles et de l'indice de franchissabilité sont présentés en Annexe 14.

L'amont est dominé par des faciès lenticles (70%) alors que les faciès lotiques sont majoritaires en aval à 60%. Il y a un déséquilibre de la granulométrie dominante, en amont 41% de la granulométrie est constituée de fines et en aval 10% de la granulométrie est constituée de fines. Deux zones de frayères potentielles ont été identifiées en aval soit 17% du tronçon étudié.

De plus, l'ouvrage apparaît comme un obstacle à impact significatif pour la truite de grosse taille et à impact majeur pour la truite de petite taille

Ces ouvrages créent des perturbations sur l'état écologique du cours d'eau :

- Réduction de la dynamique d'écoulement naturelle des eaux,
- Capacité d'évacuation de crue inférieure à une Q2,
- Dynamique de sédimentation à l'amont et d'érosion à l'aval,
- Chute de plusieurs centimètres au droit du seuil, rendant les ouvrages difficilement franchissables pour la faune piscicole,
- Dégradation de la qualité physico-chimique des eaux (réchauffement des eaux, eutrophisation).

II. Modélisation du projet avec le logiciel HEC-RAS

1. Définition du logiciel HEC-RAS (version 4.1.0)

Le logiciel **HEC-RAS** (Hydrologic Engineering Centers River Analysis) est un logiciel unidimensionnel de simulation hydraulique dans les rivières et les canaux, développé par le corps d'ingénieurs de l'armée américaine. Il permet d'évaluer les débits et les hauteurs d'eau sur l'ensemble des sections d'une rivière en entrant la géométrie du cours d'eau ainsi que les débits en amont.

La simulation est réalisée en régime mixte.

2. Les paramètres utilisés

a. Les relevés topographiques

Les relevés topographiques permettent de construire les profils en travers et les ouvrages hydrauliques dans le modèle.

Une campagne topographique par le bureau d'études Geoplans a été réalisée sur l'ensemble du tronçon où l'étude va avoir lieu (Annexe 15). Plusieurs levés sont nécessaires (Figure 54) :

- Les trois ouvrages hydrauliques (T18.45, T14.69, T9.2),
- Les deux ponts sur le chemin du moulin (un sur l'Ource T9.1, le second sur la Fausse rivière T40.4),
- La fausse rivière de l'entrée jusqu'à la confluence (T43 à T35.8),
- Les trois seuils (T8.9, T7.9, T6.9),
- Des transects sur l'Ource (T22 à T1) et le Bief de Prusly (T35.1 à T27).

La construction des ouvrages se fait en indiquant au modèle la géométrie par un ensemble de points (Annexe 16).

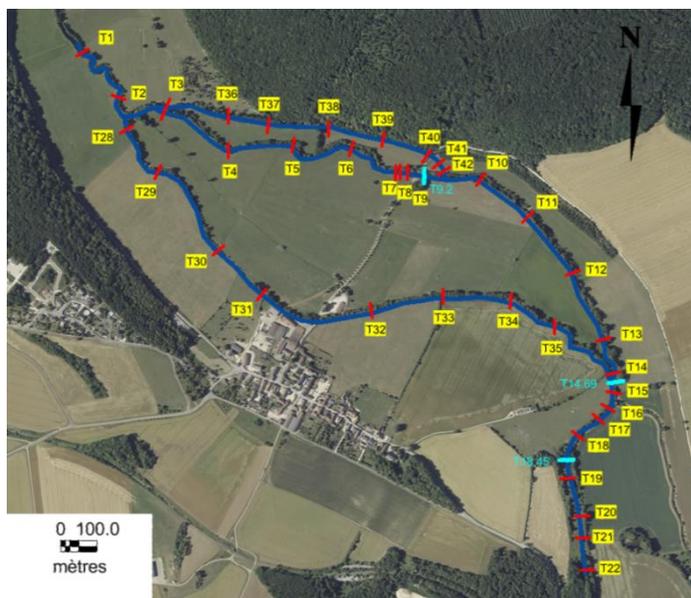


Figure 54: Cartographie des transects pour la modélisation

b. Les débits de référence

Le débit d'étiage mensuel (Q_{MN}) et le débit moyen annuel pluriannuel (**Module**) permettent de localiser les fortes variations de hauteur d'eau. C'est pour ces débits qu'une forte diminution de hauteur d'eau est suspectée lors d'un effacement d'ouvrage. Un débit de projet (**Qprojet**) est établi pour une alimentation du Bief de Prusly à une fréquence de 0.20 (soit 73 jours par an). L'alimentation de la fausse rivière doit se faire pour un débit de période de retour* théorique de 1 an soit une fréquence de 0.02 (**Q1**).

Les travaux ne doivent pas impacter le risque d'inondation, il faut donc intégrer dans le modèle les valeurs de débits de crues afin de comparer les hauteurs d'eau avant effacement avec celles après travaux. Le bief de Prusly doit conserver sa capacité d'évacuation des crues.

Le débit de la crue vingtennale (**Q20**) est utilisé pour représenter les fortes crues et les débits des crues biennale (**Q2**) et quinquennale (**Q5**) pour représenter les crues les plus fréquentes.

Deux stations limnimétriques sont présentes sur l’Ource : la station d’Autricourt et la station de Leuglay qui sont toutes deux à une vingtaine de kilomètres de cours d’eau des ouvrages de Prusly-sur-Ource (**Tableau 13**).

Tableau 13: Caractéristiques des stations limnimétriques de l’Ource

	Position par rapport à l’ouvrage	Distance à l’ouvrage (km de cours d’eau)	Superficie du bassin versant (km ²)
Leuglay	Amont	≈ 17,5	173
Autricourt	Aval	≈ 20	548
Prusly-sur-Ource	/	/	400,37

Il y a une trop grande différence de superficies de bassins versants entre la station de Leuglay et les ouvrages de Prusly-sur-Ource qui peut laisser supposer d’importantes variations de débits, compte tenu des caractéristiques karstiques de la région (**Annexe 1**). De plus, la confluence de la Digeanne se situe entre la station de Leuglay et les ouvrages de Prusly-sur-Ource. Or, il n’y a pas d’affluent de l’Ource entre les ouvrages de Prusly-sur-Ource et la station d’Autricourt. Il est donc plus judicieux de considérer les débits de la station d’Autricourt.

Les débits circulants au niveau des ouvrages de Prusly-sur-Ource (**Tableau 14**) sont établis à partir d’une règle de trois (**Équation 1**) grâce aux superficies des bassins versants et aux débits de la station limnimétrique d’Autricourt (Ministère de l’écologie du développement durable et de l’énergie, Banque hydro, 2016).

Équation 1: Détermination des débits à Prusly-sur-Ource

$$Q_{Prusly-sur-Ource} = \frac{Q_{Autricourt} \times S_{BV\ Prusly-sur-Ource}}{S_{BV\ Autricourt}}$$

Tableau 14: Estimation des débits (m³/s) à Prusly-sur-Ource

	Q _{MN}	Module	Q _{projet}	Q1	Q2	Q5	Q10	Q20
Autricourt	0.42	6.23	10.10	30.10	38	55	66	77
Prusly-sur-Ource	0.31	4.55	7.4	22.0	27.76	40.18	48.22	56.26

c. Calage du modèle

Pour que le modèle soit le plus proche possible de la réalité, une étape dite de « **calage** » est nécessaire. Cette étape consiste à récupérer le débit réel lors des mesures et à le rentrer dans le modèle. Ce dernier va calculer des hauteurs d’eau qu’il faut ensuite comparer avec les hauteurs relevées lors de la campagne topographique.

Pour chaque transect il faut ajuster le **coefficient de rugosité** (coefficient de Strickler ou Manning) des lits majeur et mineur pour que la hauteur d’eau calculée par le logiciel soit la plus proche possible de la réalité (une erreur maximale de 5 cm est tolérée). En premier lieu, le coefficient de rugosité est fixé selon la composition du lit mineur et du lit majeur.

Les valeurs du **Manning** utilisées sont comprises entre 0.02 (Strickler de 50 correspondant à un canal en terre enherbée) et 0.06 (Strickler de 15 correspondant à des rivières à berges végétalisées).

Pour pouvoir valider le modèle, il faudrait réaliser d'autres campagnes de mesures afin de vérifier que les ajustements des coefficients de rugosité sont bons pour d'autres couples débits/hauteurs d'eau mais le budget ne le permet pas.

Grâce à ce calage, le modèle permet d'obtenir **les hauteurs d'eau** et les vitesses d'écoulement (sous forme de tables) et **les lignes d'eau** (sous forme de schémas), pour les débits de référence choisis : Q_{mn} , Q_{module} , Q_{projet} , Q_1 , Q_2 , Q_5 , et Q_{20} .



Une modélisation reste théorique et ne tient pas compte des éventuels évènements perturbateurs tels que la présence d'embâcles ou la présence ponctuelle de matériaux dans le lit mineur.

Cette modélisation reste indicative et permet d'orienter les choix d'aménagements à réaliser.

3. Les objectifs du projet

Compte tenu de l'état actuel des ouvrages et de leur environnement proche, le projet doit répondre à plusieurs objectifs :

➤ Les objectifs environnementaux

D'une manière générale l'objectif est de restaurer la continuité écologique, c'est-à-dire :

- restaurer la libre circulation des organismes vivants,
- restaurer le transport sédimentaire,
- restaurer les habitats et améliorer la capacité d'accueil du milieu,
- limiter les problèmes de dégradation de la qualité des eaux et favoriser les capacités auto-épuratrices du cours d'eau,
- restaurer la connectivité et le bon fonctionnement des réservoirs biologiques liés à l'Ource,
- ne pas augmenter le risque d'inondation (le bief est un évacuateur de crues).

➤ Les objectifs hydrauliques

- le bief doit être en eau pour un débit de projet estimé à $7.4 \text{ m}^3/\text{s}$ (73 jours par an),
- la fausse rivière doit être en eau à la Q_1 ($22 \text{ m}^3/\text{s}$).

➤ Les objectifs de sécurité

- enlever un obstacle aux écoulements susceptible d'accumuler les embâcles,
- résoudre les problèmes et les risques inhérents à la gestion de l'ouvrage.

III. Les résultats de la modélisation

L'objectif de cette modélisation est de montrer l'impact des ouvrages sur le cours d'eau et justifier la nécessité des travaux pour rétablir le bon état hydromorphologique et la continuité écologique.

La Figure 55 présente le schéma de la modélisation par le logiciel HEC-RAS.

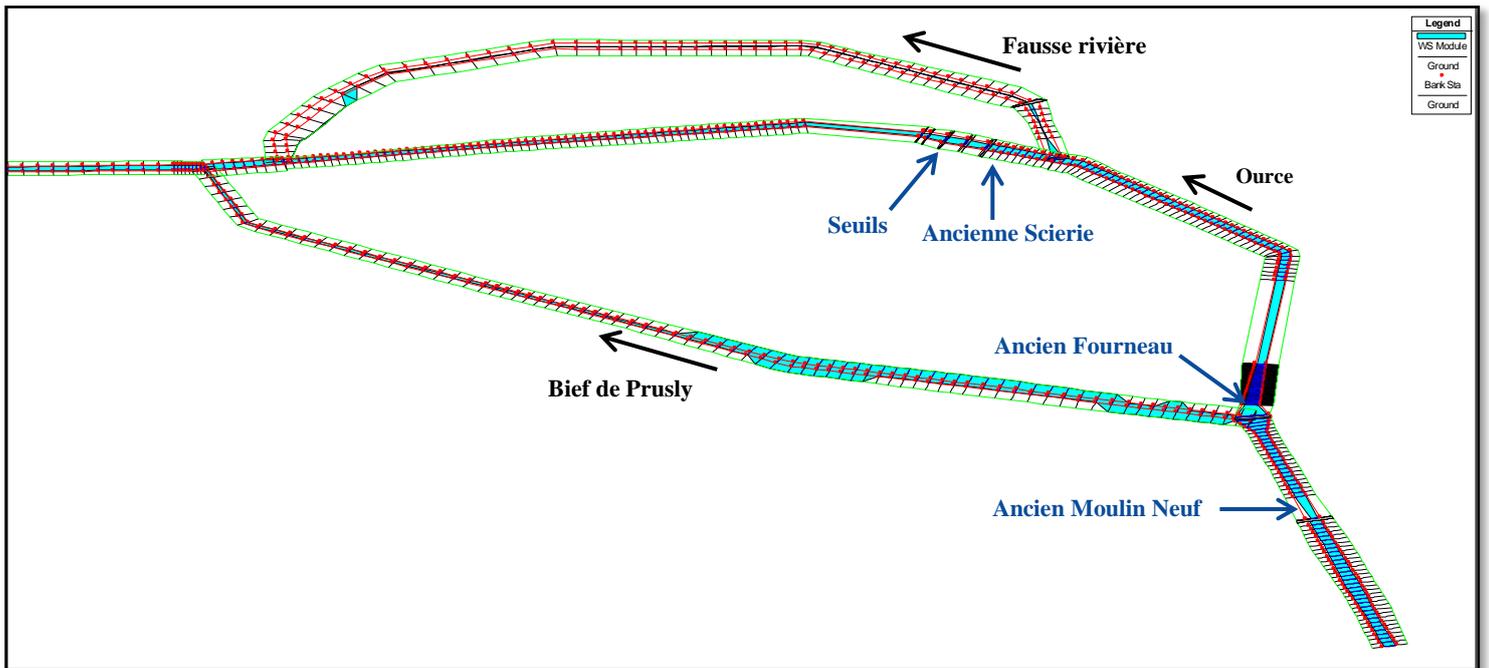


Figure 55: Modélisation sur le logiciel HEC-RAS

La modélisation des différents ouvrages sur le logiciel HEC-RAS à partir des données de Geoplans est présentée en Annexe 16.

1. Etat initial

Le profil initial de l'Ource est présenté dans la [Figure 56](#).

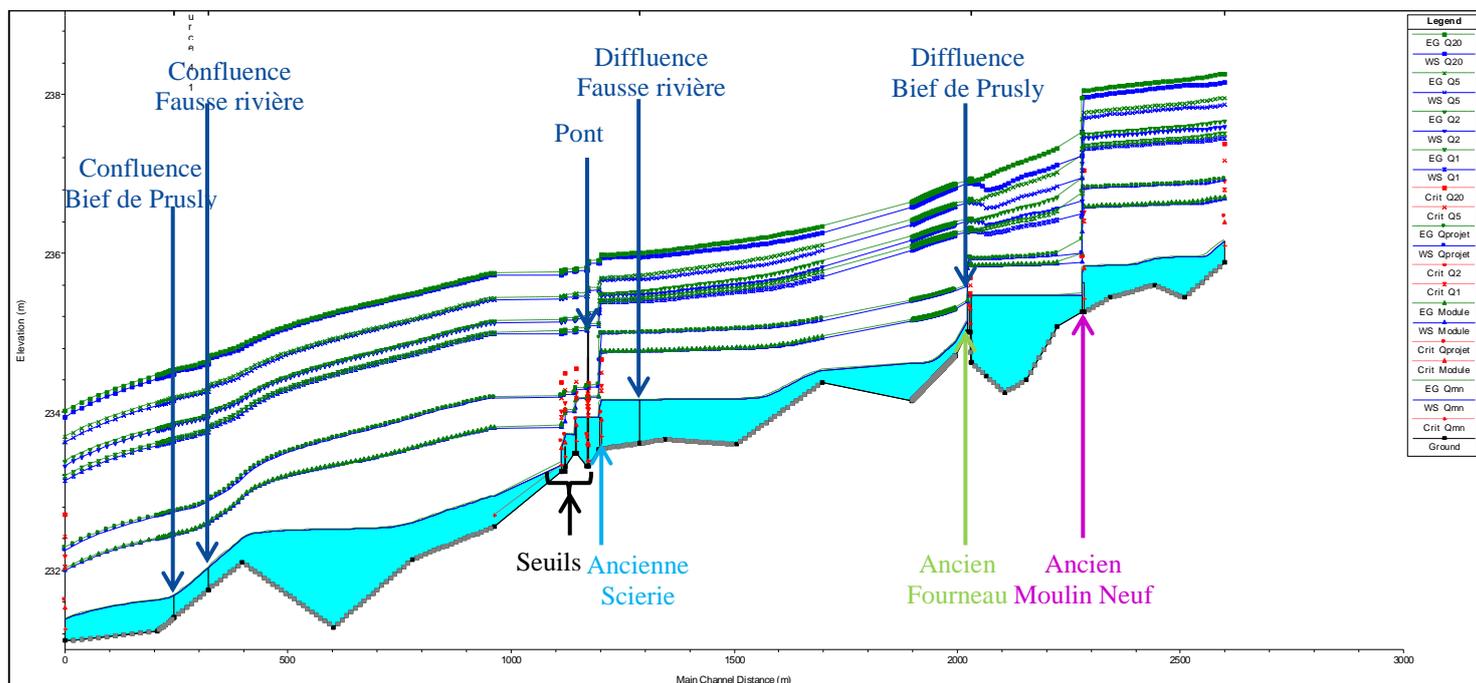


Figure 56: Profil initial en long de l'Ource sur le logiciel HEC-RAS

➤ Les analyses du profil en long

La modélisation de l'état initial permet d'établir l'**impact hydraulique** des ouvrages ainsi que d'étudier le **profil en long** du fond du cours d'eau.

D'après la [Figure 56](#), les ouvrages ont une forte influence sur la ligne d'eau. Des retenues sont présentes en amont des ouvrages.

De plus, le profil en long fait apparaître une succession de pentes et de contre pentes sur le fond du cours d'eau. La pente moyenne naturelle de l'Ource est de 2 ‰.

Il n'y a pas d'accumulation de sédiments en amont des ouvrages et le socle apparaît sur le fond du cours d'eau. Cela montre suite aux effacements, une érosion régressive est peu probable.

Le déversoir (Ancien Fourneau) est perché sur une butte de sédiments. Lors de l'effacement ils permettront de combler en partie la fosse présente juste en aval (non représentée sur le profil en long). D'après les observations terrains, un pavage (affleurement de calcaire) est présent sous la butte de sédiments.

Les analyses de franchissabilité piscicole réalisées dans le paragraphe précédent montrent que les **ouvrages sont difficilement franchissables**.

Pour finir, le profil en long montre que le Bief de Prusly et la fausse rivière sont perchés (non représentés sur la [Figure 56](#)).

- Les analyses des profils en travers

La capacité actuelle des ouvrages de Prusly-sur-Ource est inférieure au débit de la crue biennale, estimée à 27.76 m³/s.

Les premiers débordements concernant l'ouvrage « Ancien Moulin Neuf » interviennent pour un débit de retour théorique de 2 ans.

Les premiers débordements concernant les ouvrages « Ancien fourneau » et « Ancienne scierie » ainsi que les seuils, interviennent pour un débit de retour théorique de 1 an.

- Les analyses terrain

Actuellement, lors de crues importantes, un débordement est observé juste en amont de l'ouvrage Ancien fourneau et l'eau inonde le champ et la station de traitement des eaux usées **Figure 57**.



Figure 57: Analyses terrain au niveau de l'ouvrage Ancien Fourneau

Sur demande du Conseil Municipal, des ouvertures seront créées au niveau de la digue du Bief de Prusly pour évacuer l'eau du champ une fois le niveau d'eau dans le Bief descendu (Détails dans le paragraphe IV 3).

2. Effacement des ouvrages

Pour simuler les étapes de travaux, les ouvrages sont supprimés du modèle. La mobilisation des sédiments et le réajustement du profil en long sont également pris en compte. Le seuil le plus en aval est totalement supprimé, les deux autres sont aménagés en épis afin de permettre l'alimentation d'un abreuvoir.

La **Figure 58** présente le profil en long de l'Ource après travaux.

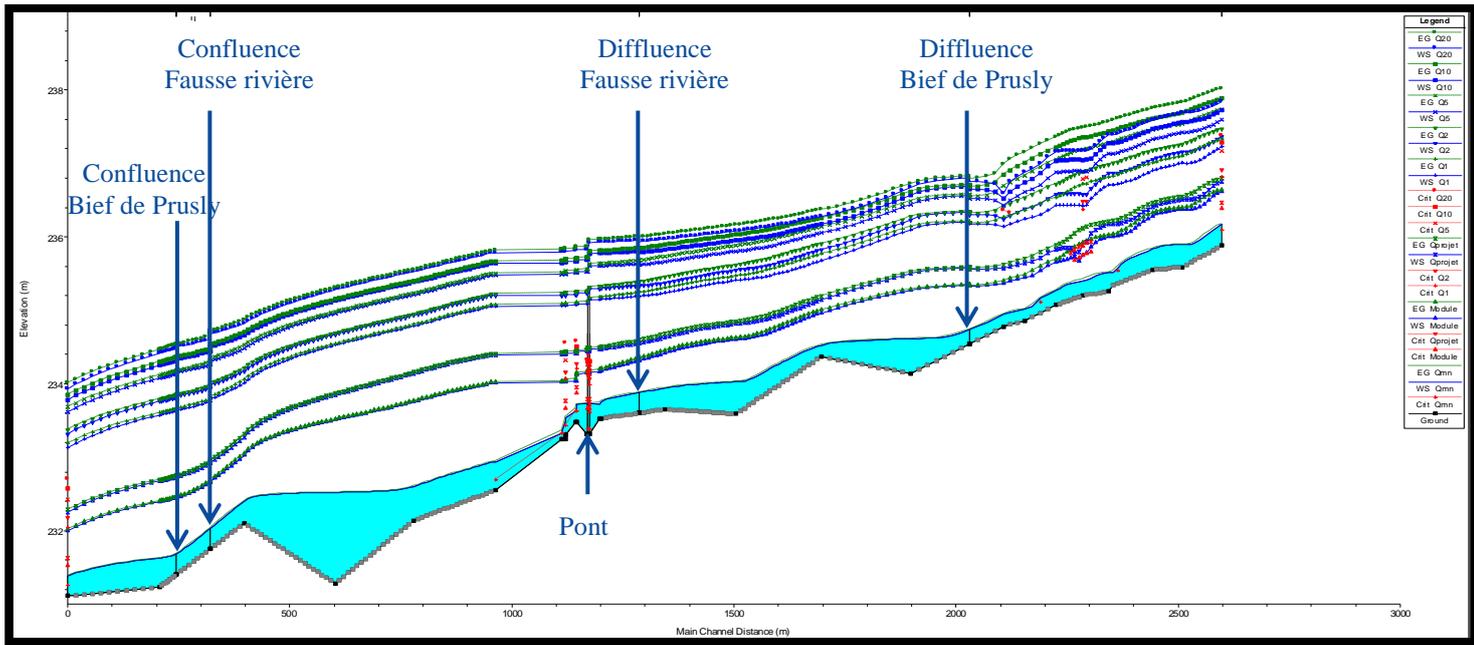


Figure 58: Profil en long de l'Ource après effacement des ouvrages hydrauliques

La suppression des ouvrages hydrauliques a permis une modification de la ligne d'eau. Les retenues présentes lors de l'état initial n'existent plus. De plus, la modélisation se place dans une situation idéale où le fond du cours d'eau de l'Ource a une pente naturelle de 2 %.

➤ Les analyses pour les débits Q_{mn} et Module

Le tableau en Annexe 17 présente les variations de hauteurs d'eau pour les valeurs des débits Q_{mn} (étiage) et Module (Q). Pour ces débits, il n'y a pas d'eau dans le bief et dans la fausse rivière (avant effacement, le bief était alimenté). Les deux transects les plus en aval (1 et 2) ne sont pas influencés par la suppression des ouvrages.

La ligne d'eau s'est abaissée en moyenne de 17 cm pour le débit Q_{mn} . Pour le **module**, un abaissement moyen de 27 cm est observé de l'amont jusqu'aux seuils puis une augmentation moyenne de 12 cm des seuils jusqu'à l'aval due à la non alimentation du Bief de Prusly à ce débit.

➤ Les analyses pour les débits de crue

Le tableau en Annexe 18 présente les variations de hauteurs d'eau pour des crues de période de retour théorique de 2, 5 et 20 ans. Un récapitulatif est présenté dans le **Tableau 15**.

Tableau 15: Variations moyennes des hauteurs d'eau sur le tronçon étudié

Rivières	Q2	Q5	Q20
Ource (amont jusqu'aux seuils)	- 19 cm	- 18 cm	- 18 cm
Ource (seuils jusqu'à l'aval)	+ 5 cm	+ 5 cm	+ 4 cm
Bief de Prusly	- 5 cm	- 5 cm	- 4 cm
Fausse rivière	- 10 cm	- 3 cm	=

La suppression des ouvrages a permis de réduire les zones de débordements au niveau de l'Ource et du Bief de Prusly. Néanmoins certaines zones seront toujours en débordement à partir de la Q1 (zones déjà en débordement avant effacement).

De plus, la nouvelle répartition des débits (présentée dans le paragraphe ci-dessous) entraîne une légère augmentation de la hauteur de la ligne d'eau en aval de l'ouvrage Ancienne Scierie mais ne crée pas de nouvelles zones de débordements.

➤ Les analyses des mises en eau du Bief de Prusly et de la Fausse rivière

Actuellement, le bief est en eau au Qmn (0.31 m³/s) et la fausse rivière est en eau à la crue de période de retour théorique de 1 an (22 m³/s).

Dans le cadre du projet, il est souhaitable que **le bief** soit en eau pour un débit de projet qui correspond à un débit de fréquence 0.20 (c'est-à-dire 73 jours par an) de 7.4 m³/s.

Il est souhaité que **la fausse rivière** soit en eau pour une crue de période de retour théorique de 1 an (22 m³/s).

La modélisation des effacements réalisée permet de répondre à ces deux objectifs. La répartition des débits est présentée dans le **Tableau 16**.

Tableau 16: Répartition des débits dans le Bief de Prusly et la fausse rivière (m³/s), avant/après travaux

		Qmn	Module	Qprojet	Q1	Q2	Q5	Q20
Bief de Prusly	Avant	0.1	1.24	1.79	5.28	7.25	11.07	15.48
	Après	0	0	0.13	4.13	5.84	9.15	13.31
Fausse rivière	Avant	0	0	0	0.8	1.27	2.28	4.45
	Après	0	0	0	0.31	0.75	2.02	4.39

3. Mise en mouvement des sédiments

Lors de la simulation le profil en long du cours d'eau a été modifié (Figure 59).

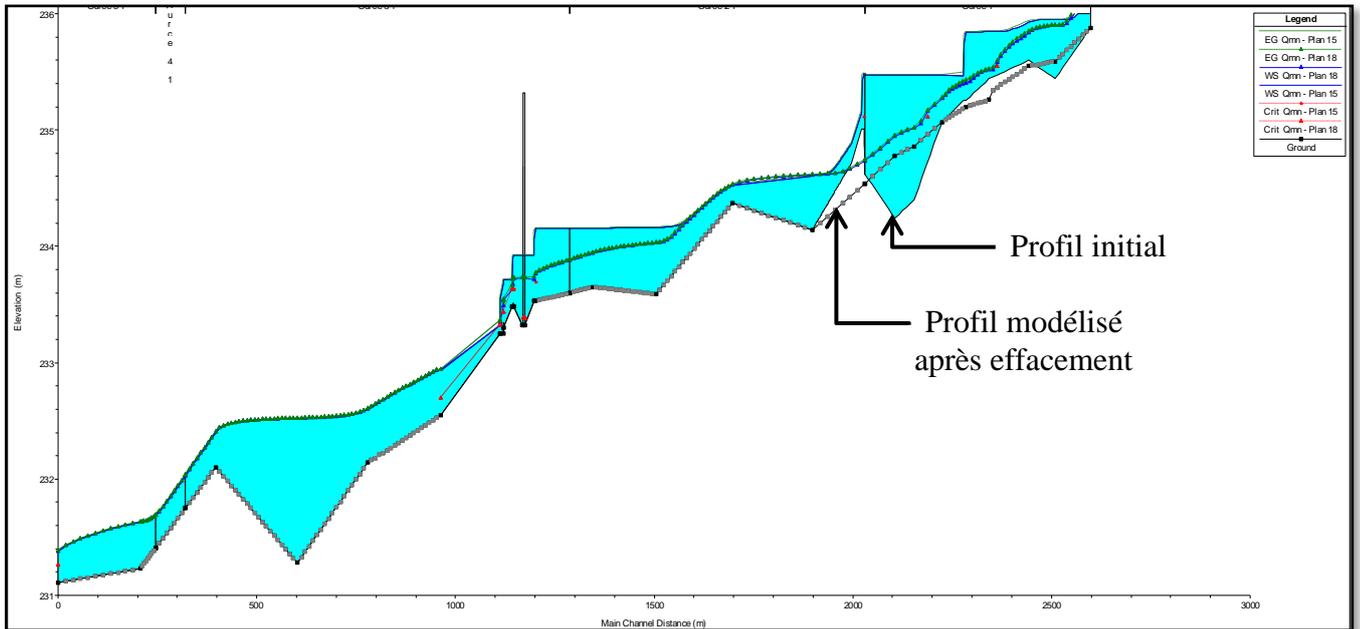


Figure 59: Modification du profil en long de l'Ource

Cette modification du profil en long entraîne la mise en mouvement des sédiments. Leur volume (Équation 2) peut être approximé grâce à un calcul d'intégrale (Annexe 19) :

Équation 2: Volume de sédiments mis en mouvement

$$V = \frac{1}{3} \times a \times l^3 + \frac{1}{2} \times b \times l^2 + c \times l$$

Les coefficients « a », « b » et « c » sont fonction de la hauteur et de la largeur des transects. « l » correspond à la distance entre deux transects.

Le volume total estimé de sédiments mis en mouvement est d'environ **1 200 m³**. Le volume de sédiments érodés serait de 350 m³ et celui déposé de 880 m³.

La quantité de sédiments érodés ne permet pas de combler toutes les zones de dépôt pour que l'Ource retrouve sa pente de 2 ‰ sur le tronçon étudié. Ces résultats montrent une possibilité d'érosion régressive et d'érosion des berges pour que le cours d'eau retrouve une pente naturelle. Le calcul de la puissance spécifique (Équation 3) permet de caractériser l'érodabilité des berges :

Équation 3: Puissance spécifique d'un cours d'eau

$$P_{spé} = \frac{\gamma \times Q_{plein\ bord} \times J}{l}$$

Avec $P_{spé}$ puissance spécifique en (W/m²)

γ poids volumique de l'eau (9 810 N/m³)

Q débit de plein bord (m³/s) ici Q1

J pente (m/m)

l largeur du miroir (m) correspondant au débit de plein bord

La Figure 60 montre les zones d'érodabilité des berges de l'Ource (les calculs sont détaillés en Annexe 20).

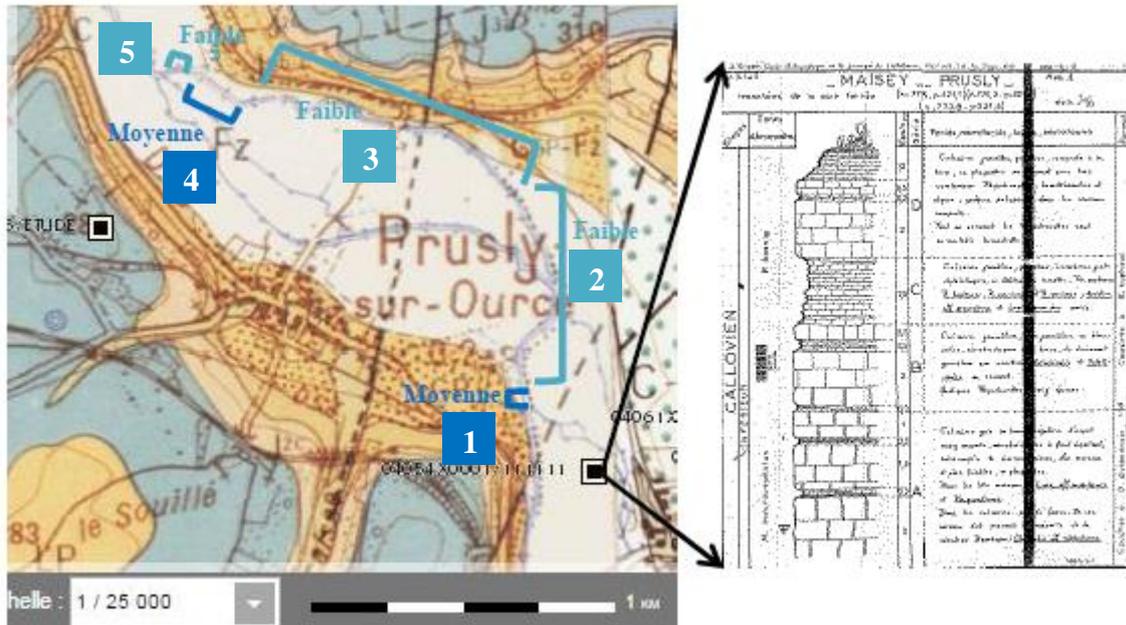


Figure 60: Zones d'érodabilité des berges de l'Ource (InfoTerre)

Les observations sur le terrain montrent une faible épaisseur d'alluvions au fond du lit. Ceci est confirmé par le forage (localisé par un carré sur la Figure 60) où la première couche est constituée de calcaire (socle). Le risque d'incision est donc faible, le cours d'eau aura tendance à éroder de préférence les berges.

L'analyse des puissances spécifiques montre que les zones 1 et 4 ont un potentiel d'érosion des berges moyen mais ces zones sont en contact direct avec du calcaire. Il en est de même pour la zone 3. L'érosion des berges est ainsi attendue préférentiellement sur les zones 2 et 5. Les berges à ces endroits sont constituées de terre et de grève avec de la végétation. Mais ces zones d'influence se situent en zone rurale où il n'y a pas d'enjeux particuliers. Il n'y aura **pas d'accompagnement** du cours d'eau suite aux travaux (seulement de l'entretien de végétation notamment en cas de chutes d'arbres dans le cours d'eau). L'objectif étant de laisser agir la rivière **naturellement**.

4. Les précisions du modèle

➤ Les précisions des données topographiques

La précision des relevés topographiques est importante. Une trop forte incertitude sur le lit du cours d'eau et des ouvrages se répercuterait sur la détermination des zones de débordement.

La précision altimétrique sur les relevés obtenus par le bureau d'études Geoplans est de l'ordre du centimètre.

Le relevé topographique de l'étude a été référencé par rapport à un point localisé à quelques centimètres près.

➤ Les précisions du modèle hydraulique

L'incertitude du modèle vient de la phase de calage. L'utilisation des coefficients de Strickler a permis de caler le modèle à +/- 5 cm près. De plus, il n'y a pas eu d'étape de validation du modèle permettant de confirmer le calage.

Le modèle obtenu est considéré comme acceptable et a permis de déterminer les variations de la ligne d'eau suite aux effacements ainsi que l'alimentation du Bief de Prusly et de la fausse rivière.

5. Situation finale

L'effacement des ouvrages conduit à un **abaissement significatif de la ligne d'eau**. Il ne crée pas de nouvelles zones d'inondation.

Le bief est en eau pour le débit de projet ($7.4 \text{ m}^3/\text{s}$) et **la fausse rivière** pour un débit de crue de période de retour statistique de 1 an ($22 \text{ m}^3/\text{s}$). Ceci permet un entretien du cours d'eau pour éviter le développement de la flore qui pourrait réduire la capacité d'évacuation de l'eau lors de crues.

Les suppressions des ouvrages vont permettre au cours d'eau de se rapprocher de sa pente naturelle (2 ‰). L'Ource est un cours d'eau qui a été très aménagé et très curé. Ainsi il y a peu de mobilité sédimentaire dans le cours d'eau.

Les travaux d'effacement et les travaux complémentaires sont détaillés dans la partie IV.

IV. Description des travaux envisagés

1. La notice d'incidence

➤ Les zones particulières

L'ensemble du bassin versant de la Seine est classé **zone sensible à l'eutrophisation** par arrêté du 25 décembre 2005.

De plus, les ouvrages ne sont pas directement concernés par une procédure de protection réglementaire mais plusieurs sites remarquables se trouvent à proximité :

- **Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique** (ZNIEFF dans un rayon de 10 km)
- **Zones de protection spéciale** (ZPS)
- **Sites d'Intérêt Communautaire** (SIC)

Les secteurs de travaux se situent dans l'emprise du projet de **Parc National**.

➤ Les usages de l'eau

Les travaux n'auront pas d'influence sur le **captage d'eau potable** le plus proche (Brion-sur-Ource).

Plusieurs points d'abreuvement pour le bétail ont été aménagés et sont utilisés.

Aucune zone de baignade autorisée n'est recensée dans le secteur et il n'y a pas non plus d'association de promotion des sports nautiques.

La pêche constitue la seule activité du secteur et est gérée par « La truite Châtillonnaise ».

Il n'existe pas de Plan de Prévention du Risque d'Inondation (PPRI) sur la commune de Prusly-sur-Ource.

La réalisation des aménagements se fera en concertation avec l'ONEMA et la fédération de pêche de Côte d'Or, afin d'améliorer au mieux la qualité de l'habitat aquatique.

D'autre part, une pêche de sauvetage des poissons sera effectuée avant l'intervention.

2. L'effacement des ouvrages

L'effacement sera réalisé en trois interventions, les ouvrages étant localisés à trois endroits distincts.

Les travaux sur chaque ouvrage sont les suivants :

- Ouvrage « Ancien Moulin Neuf » : les bajoyers seront conservés et le reste totalement démantelé afin de retrouver le terrain naturel, soit aux environs de la cote 235.30 NGF,
- Ouvrage « Ancien Fourneau » : le déversoir sera complètement démantelé, les bajoyers seront conservés. La fosse en aval sera comblée avec des blocs,
- Ouvrage « Ancienne Scierie » : les bajoyers seront conservés afin de ne pas fragiliser la structure du pont située juste en aval. La passerelle sera conservée et le seuil de fond sera supprimé de 50 cm,

- Les seuils en aval du Pont du Chemin des Moulins : Les deux seuils les plus en amont seront transformés en épis afin de pouvoir alimenter l'abreuvoir. Le seuil le plus en aval sera totalement supprimé.

Suite aux travaux, il n'y aura pas de mesures d'accompagnement. Le risque d'érosion latérale est présent mais les zones d'influence sont situées au niveau des champs.

3. Les travaux complémentaires

Les travaux complémentaires sont détaillés dans la **Figure 61**.

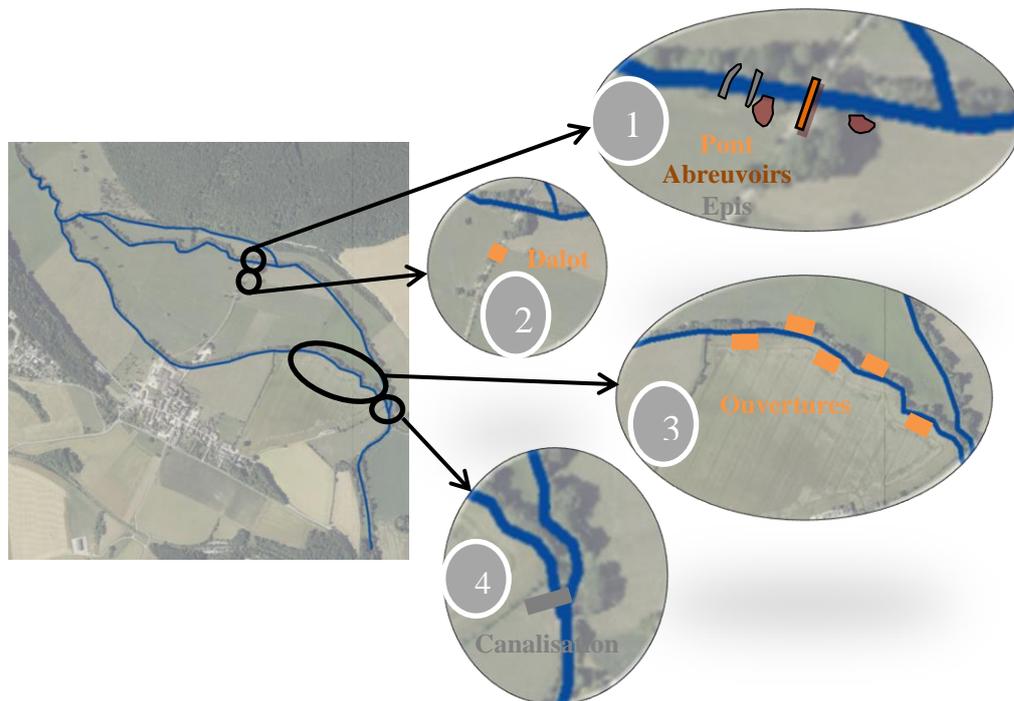


Figure 61: Travaux complémentaires

- Aménagement des abreuvoirs

Le point 1 de la **Figure 61** correspond à l'aménagement des seuils les plus en amont en épis avec l'aménagement des abreuvoirs (plaquettes de descente et clôtures).

- Reconstruction du dalot

Le point 2 de la **Figure 61** correspond à la reconstruction d'un dalot (1,10 m de largeur et 1 m de hauteur) pour l'évacuation des crues sur le Chemin des Moulins.

➤ Ouvertures de la digue du Bief de Prusly

Le point 3 de la **Figure 61** correspond aux ouvertures de la digue : 3 ouvertures de 10 m de large (1 m de haut) en rive gauche et 2 ouvertures de 10 m de large (1 m de haut) en rive droite. Ces ouvertures seront en pied de berge (au niveau des merlons de curage). L'eau sera ainsi évacuée du champ lorsque le niveau d'eau dans le bief diminuera.

Les sédiments exondés, selon leurs caractéristiques, pourront servir de recharge dans le cours d'eau.

➤ Le prolongement de la canalisation de la STEU

Le point 4 de la **Figure 61** correspond au prolongement du rejet de la Station de Traitement des Eaux Usées. Actuellement, la station rejette dans le Bief. Or après effacement, le Bief n'est alimenté qu'à partir du débit de projet. La canalisation de rejet doit être prolongé jusqu'à l'Ource.

4. Les mesures compensatoires

Des mesures compensatoires seront instaurées avant et après travaux :

- Une **pêche électrique de sauvetage** des poissons sur le linéaire concerné sera réalisée avant travaux,
- Un **suiti hydromorphologique** sera réalisé (cartographies des faciès, de la granulométrie, des zones de frayères et de la bathymétrie) à n+1 et n+3. Les cartographies initiales ont été réalisées en 2016.

5. Les incidences des travaux

➤ Incidences sur les eaux superficielles et souterraines

Les principales incidences du projet sur les écoulements superficiels sont liées au risque indirect de la présence d'engins à proximité ou dans le lit mineur du cours d'eau, avec un risque potentiel de pollution exceptionnelle.

L'entraînement de fines peut colmater le cours d'eau en aval des travaux (destruction de frayères, de zones de croissance ou d'alimentation). De plus, les fines peuvent colmater les branchies des poissons.

L'incidence sur les eaux souterraines pourrait provenir d'une pollution accidentelle de type déversement.

➤ Précautions mises en place

Le suivi et la conduite des travaux seront assurés par le technicien du Syndicat en charge du Projet. Un suivi des débits de l'Ource et des intempéries reste indispensable

Les travaux seront réalisés en basses eaux pour minimiser l'impact sur le transport solide. De plus, la durée d'intervention dans le lit mineur sera réduite au maximum et une aire de stationnement des véhicules sera imposée aux entreprises (définie en collaboration avec le SICEC, les riverains et la commune) pour l'entretien et le ravitaillement.

Des bottes de pailles seront installées en aval. Elles auront un rôle de filtration par rapport aux fines.

En cas de pollution, un barrage absorbant sera mis en place dans les meilleurs délais après l'accident et la Direction Départementale des Territoires (DDT) devra être immédiatement informée.

6. Le budget

Le budget prévisionnel est présenté dans le [Tableau 17](#).

Tableau 17: Budget prévisionnel

Travaux	Prix total HT (€)
Ancien Moulin Neuf	9 089,88
Sous-total	9 089,88
Ancien Fourneau	9 089,88
Ouvertures digues	1 500,00
Abreuvoir	1 800,00
Sous-total	12 389,88
Ancienne Scierie	9 089,88
Seuils – épis	6 878,25
Abreuvoirs	3 600,00
Dalot	6 000,00
Sous-total	31 568,13
Divers et imprévus (10%)	5 304,79
Total	58 352,68

Le détail du budget est présenté en Annexe 21.

Le montant des travaux s'élève à **58 000€**. Des aides à hauteurs de 95% sont attendues de la part de l'Agence de l'Eau Seine Normandie (50%) et de la Région Bourgogne Franche Comté (45%).

7. Les accès et le calendrier prévisionnel des travaux

Des conventions seront réalisées avec les propriétaires des parcelles pour les travaux et les voies d'accès. Les noms des propriétaires sont récupérés en Mairie de Prusly-sur-Ource et en Mairie de Villotte-sur-Ource.

Les voies d'accès sont proposées en Annexe 22.

La durée des travaux est présentée dans le **Tableau 18**.

Tableau 18: Durée des travaux

	Durée (jours)
Ancien Moulin Neuf	4
Ancien Fourneau + Ouvertures digue + Canalisation + Abrevoir	7
Ancienne Scierie + Seuls + Dalot + Abreuvoirs	7
Total	18

La durée des travaux est estimée à 18 jours soit à 4 semaines. Le calendrier prévisionnel détaillé est présenté en Annexe 23.

Les travaux seront réalisés de l'aval vers l'amont.

L'Ource à Prusly-sur-Ource est classée en liste 2 au titre de la continuité écologique (article L.214-17 du Code de l'Environnement). Les trois ouvrages présents sur la commune de Prusly-sur-Ource vont être supprimés.

Les analyses avant effacement montrent un cours d'eau fortement impacté au niveau des répartitions surfaciques des faciès et des granulométries entre l'amont et l'aval de chaque ouvrage. Les zones de frayères potentielles sont peu présentes sur les tronçons étudiés.

Les effacements des ouvrages vont permettre de rétablir la continuité piscicole ainsi que le transit sédimentaire. De plus, la ligne d'eau est abaissée.

Le Bief de Prusly conserve sa capacité d'évacuation des crues et la fausse rivière sera toujours alimentée.

Des aménagements complémentaires sont prévus pour l'évacuation des crues et l'alimentation des abreuvoirs.

Conclusion

Le Syndicat Intercommunal des Cours d'Eau Châtillonnais, porteur du Contrat Global Sequana, est en charge de la gestion, de la préservation et de la restauration des cours d'eau de son territoire. A ce titre, il participe **au rétablissement de la continuité écologique**.

La présente étude s'est intéressée à deux missions. La première mission s'est portée sur le suivi morphologique des cours d'eau suite à l'effacement de quatre ouvrages hydrauliques en 2015, afin de pouvoir déterminer **l'impact de la suppression des ouvrages** sur les tronçons étudiés.

La seconde mission a concerné le projet d'effacement des trois ouvrages de Prusly-sur-Ource (soumis à autorisation) qui a nécessité une **conception hydraulique** afin de spécifier les effets de la suppression des ouvrages sur l'écoulement.

Le suivi morphologique réalisé en 2015 avant effacement de quatre ouvrages a été reconduit un an après les travaux. La comparaison des cartographies de faciès, de la granulométrie dominante et de frayères potentielles pour la truite Fario ont permis de déterminer l'impact de l'effacement sur le tronçon du cours d'eau étudié.

Suite à l'effacement de **l'ouvrage Vieux Moulin de Beaunotte** la hauteur d'eau a diminué (hauteur inférieure à 60 cm sur tout le tronçon étudié pour un débit défini) et les écoulements sont plus lents. Ainsi, le nombre de faciès identifiés a diminué. En revanche les faciès entre l'amont et l'aval se sont homogénéisés (25% de faciès lotiques). La granulométrie entre l'amont et l'aval s'est également homogénéisée (90% de grossiers), signe d'une mobilité sédimentaire. Les surfaces de frayères potentielles pour la truite Fario ont baissé (54% à 35% du tronçon étudié) à cause de l'augmentation de la surface des faciès lenticques.

Suite à l'effacement de **l'ouvrage Scierie de Cosne**, les écoulements sont plus rapides et les faciès entre l'amont et l'aval s'homogénéisent. Il en est de même pour la granulométrie constituée à 80% de grossiers. Les zones de frayères potentielles de la truite Fario ont augmenté passant de 19% en 2015 à 35% en 2016.

L'effacement de **l'ouvrage Floriet** a permis l'identification de 5 nouveaux types de faciès. La retenue a disparu et la surface de la fosse a diminué. La granulométrie entre l'amont et l'aval se rééquilibre (65% de grossiers). Des surfaces de frayères potentielles pour la truite Fario ont été identifiées (0% en 2015 à 18% en 2016 de la surface du tronçon étudié).

L'analyse de ces trois ouvrages montre l'évolution de la granulométrie de l'amont vers l'aval.

A l'inverse, l'impact de l'effacement de **l'ouvrage Moulin des Ecuyers** est moins marqué que ceux présentés auparavant. Les faciès ont peu évolué mais la granulométrie à l'aval de l'ancien ouvrage est devenue plus grossière (homogénéisation de l'amont avec l'aval avec 90% de grossiers). Les surfaces des frayères potentielles sur le tronçon étudié ont diminué passant de 32% en 2015 à 25% en 2016 à cause de la baisse de la vitesse (pour un débit défini).

Après effacement, les cours d'eau sur les tronçons étudiés n'ont pas réagi de la même manière. Ceci dépend des conditions initiales : type d'ouvrage, granulométrie présente en amont, débit. Il faut également considérer si des crues morphogènes ont été constatées entre les deux études. Globalement, la suppression des obstacles permet à nouveau la libre circulation des espèces piscicoles et des sédiments, **la continuité écologique est rétablie**. De plus, les crues morphogènes sont de nouveau possibles.

L'aspect visuel des lieux après effacement est soumis à discussion. En effet, certains locaux préféreraient l'aspect « retenue » créée par l'ouvrage malgré le gain écologique obtenu.

D'où l'importance de transmettre les résultats. Ils ont été vulgarisés et distribués. Une nouvelle campagne de mesures sera réalisée en 2018.

La seconde étude a été portée sur les trois ouvrages hydrauliques de la commune de Prusly-sur-Ource. Par la même méthode réalisée sur les quatre ouvrages précédents, les analyses de ces ouvrages mettent en avant leur **fort impact sur le cours d'eau** : il y a un déséquilibre entre l'amont et l'aval des faciès et de la granulométrie, de faibles surfaces de frayères potentielles pour la truite Fario et les ouvrages apparaissent comme des obstacles difficilement franchissables. La commune a délibéré favorablement pour le projet d'effacement en Octobre 2015. Une modélisation du fonctionnement hydraulique du système est nécessaire à la conception du projet qui sera soumis à autorisation au titre de la Loi sur l'Eau. Les ouvrages impliqués sont deux vannages, un déversoir et un ensemble de trois seuils consécutifs.

La modélisation hydraulique, avec le logiciel HEC-RAS, met en avant les effets des effacements sur les écoulements. La ligne d'eau a été abaissée d'environ **5 cm**. Les objectifs sont respectés, le bief sera alimenté à un débit de projet défini à $7.4 \text{ m}^3/\text{s}$ (20% du temps de l'année) et la fausse rivière pour un débit de période de retour théorique d'un an ($22 \text{ m}^3/\text{s}$). De plus, le bief conserve son rôle **d'évacuateur de crue**.

Des **travaux complémentaires** aux effacements seront réalisés : l'aménagement des abreuvoirs avec la création d'épis, la prolongation de la canalisation d'évacuation de la STEU, les travaux d'ouverture le long des digues et la mise en place d'un dalot au niveau du Chemin des Moulins pour l'évacuation de l'eau suite aux crues.

Les missions réalisées durant les six mois de stage m'ont permis de développer mes connaissances sur les **effacements d'ouvrage** et sur la **conception de projet** (modélisation, réalisation du Dossier Loi sur l'Eau).

Les relevés hydromorphologiques m'ont permis de mieux appréhender les aléas et les difficultés du terrain et la nécessaire **adaptation** aux conditions présentes.

De plus, il y a six mois, j'avais une vision académique et scientifique des thématiques abordées. Ce stage m'a fait prendre conscience qu'il est indispensable de prendre du recul sur les bases acquises à l'école pour les appliquer sur un cas concret et comprendre les difficultés.

Pour finir, la possibilité d'assister à différentes réunions avec les chargées de mission (lancements de projets, réunions publiques) et d'accompagner les techniciens rivières sur le terrain m'a permis de découvrir l'organisation et de constater **l'importance du relationnel** dans la conception de projet.

Bibliographie

Contexte de l'étude

- Ministère de l'écologie du développement durable et de l'énergie, Banque Hydro [consulté le 26/05/16] < <http://www.hydro.eaufrance.fr> >.
- Ministère de l'écologie du développement durable et de l'énergie, *Vigicrues* [consulté les jours de relevés terrain] < <http://www.vigicrues.gouv.fr> >.
- SANDRE Portail national d'accès aux référentiels sur l'eau, *Fiches cours d'eau* < www.sandre.eaufrance.fr >.
- SICEC, *Contrat Global Sequana*, (2015), [consulté le 20/05/16] < www.contrat-sequana.fr >.
- SICEC, *Contrat Global d'actions sur l'eau 2014/2018, Sequana Seine Amont*, (2014).

Contexte Législatif

- Directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, *Journal officiel des Communautés Européennes* (2000), [consulté le 26/05/16] < http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN_directive-cadre-eau_1_.pdf >.
- Legifrance.gouv.fr, Arrêté du 28 novembre 2007 fixant les prescriptions générales applicables aux installations, ouvrages travaux ou activités soumis à déclaration en application des articles (...) du code de l'environnement [consulté le 26/05/16] < <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000017662144> >.
- Legifrance.gouv.fr, *Code de l'environnement* [consulté le 26/05/16] < <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?cidTexte=LEGITEXT000006074220> >.
- Legifrance.gouv.fr, *Loi n°2006-1772 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques* [consulté le 26/05/16], < <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000649171> >.
- Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer, *Circulaire du 25 janvier 2010 relative à la mise en œuvre par l'Etat et ses établissements publics d'un plan d'actions pour la restauration de la continuité écologique des cours d'eau* [consulté le 26/05/16] < http://www.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/DGALN_BOcirculaire_25_01_10_plan_continuite_ecologique.pdf >.
- Programme De Mesures du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands, (2015) [consulté le 26/05/16] < http://www.eau-seine-normandie.fr/fileadmin/mediatheque/Dossier_partage/INSTITUTIONNEL/PDM_19nov2015.pdf >.
- Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux 2016-2021 du bassin de la Seine et des cours d'eau côtiers normands, Adopté le 5 novembre 2016 par le Comité de bassin, Arrêté le 1^{er} décembre 2015 par le préfet coordonnateur de bassin [consulté le 26/05/16] < http://www.eau-seine-normandie.fr/fileadmin/mediatheque/Dossier_partage/INSTITUTIONNEL/SDAGE_PCB%2023Nov2015Arrete.pdf >.

Continuité écologique

- Jansson R. et al, Restoring freshwater ecosystems in riverine landscapes: the roles of connectivity and recovery processes, *Freshwater Biology*, (2007), 589-596.
- ONEMA, *Informations sur la Continuité Ecologique (ICE) – Evaluer le franchissement des obstacles par les poissons, principe et méthode* (2014).
- Souchon Y., Nicolas V., Barrages et seuils : principaux impacts environnementaux, *ONEMA*, (2011).

Hydromorphologie

- Agence de l'eau Artois-Picardie, La morphologie des cours d'eau, *L'eau dans le bassin ARTOIS-PICARDIE [en ligne]*, [consulté le 20/05/16] < <http://www.artois-picardie.eaufrance.fr/eau-et-biodiversite/cours-d-eau/article/la-morphologie-des-cours-d-eau> >.
- Agence de l'Eau Seine-Normandie, Bilan 2007 des sites témoins de la qualité des eaux, *Fiche n°6.4 : La Seine à Châtillon-sur-Seine*, (2007).
- Agence de l'Eau Seine-Normandie, *Les ouvrages transverses*, (2007).
- Agence de l'Eau Seine-Normandie, *Manuel de la restauration hydromorphologique des cours d'eau*, (2007).
- Agence de l'Eau Seine-Normandie, Manuel de la restauration hydromorphologique des cours d'eau, *Manuel terrain*, (2007).
- Agence de l'Eau Seine-Normandie, Protection et gestion des rivières du secteur Seine-aval, *Gestion piscicole, chapitre 7 [en ligne]*, (2006), [consulté le 20/05/16] < http://www.eau-seine-normandie.fr/fileadmin/mediatheque/seine-aval/Documents_Formations/Guide_rivieres/CHAP7.pdf >.
- Castelain L. et al, Walphy, un projet expérimental de réhabilitation de cours d'eau : suivis hydromorphologiques et écologiques, *hydroécologie*, (2016), DOI : 10.1051/hydro/2015014.
- Malavoi J-R., Souchon Y., Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : clé de détermination qualitative et mesures physiques, (2002).
- Malavoi J-R., Souchon Y., Eléments pour une harmonisation des concepts et des méthodes de suivi scientifique minimal, *Volets hydromorphologie – hydroécologie, Pôle Hydroécologie des cours d'eau ONEMA-Cemagref, Lyon MAEP-LHQ*, (2010).
- ONEMA, *Pourquoi améliorer la continuité latérale des voies navigables*, (2013) < <http://www.onema.fr/IMG/pdf/pourquoi-ameliorer.pdf> >.
- ONEMA, Pourquoi rétablir la continuité écologique des cours d'eau ?, *journée d'information*, (2010) < http://www.onema.fr/IMG/pdf/continuite_cours-deau.pdf >.
- ONEMA et France Nature Environnement, *Restauration de la continuité écologique des cours d'eau et des milieux aquatiques, Idées reçues et préjugés*, (2014) < <https://www.fne.asso.fr/eau/idees-recues-sur-la-continuite-a-cologique.pdf> >.
- Peeters A., Hallot E., Houbrechts G., Levecq Y., Van Campenhout J., Denis A. & Petit F., Conception d'un outil d'aide à la décision pour la restauration hydromorphologique des masses d'eau en Région Wallonne (Belgique), *rapport scientifique : suivi géomorphologique. Projet Walphy*, (2013).
- Peeters A., de le Court B. & Verniers G., Walphy, la restauration hydromorphologique des cours d'eau en Wallonie : premiers retours d'expériences, *Guide technique*, (2013), 62 pages.

Restauration des rivières

- Hart D.D., Johnson T.E., Bushaw-Newton K.L., Horwitz R.J., Bednarek A.T., Charles D.F., Kreeger D.A. & Velinsky D.J., Dam Removal: Challenges and Opportunities for Ecological Research and River Restoration. *BioScience*, (2002), 669-681.

- Lacoste C., Mise en place d'un système d'évaluation de l'impact des effacements d'ouvrages sur la qualité morphologique des cours d'eau et conception hydraulique d'un projet d'effacement d'ouvrage, *Stage de fin d'études*, (2015).
- Verniers G. & Peeters A., Conception d'un outil d'aide à la décision pour la restauration hydromorphologique des masses d'eau en Région Wallonne – *rapport scientifique : suivis hydromorphologiques et écologiques. Projet Walphy*, (2013), 258 pages.
- Woolsey S. et al, A strategy to assess river restoration success, *Freshwater Biology*, (2007), 752-769.
- WWF, Recomendaciones y buenas practicas de gestion en espacios fluviales, *Guide méthodologique*, (2015).

Transport sédimentaire

- Charrais J., Vers la définition du transport solide suffisant en rivière : utilisation d'indicateurs biologiques. Etude bibliographique et propositions d'indices, *Mémoire de Master 2 IMACOF, Université François Rabelais, Tour, DREAL Centre*, (2013).
- DREAL Centre, Synthèse des connaissances et proposition d'une méthode d'évaluation de l'impact des ouvrages transversaux sur la continuité sédimentaire des cours d'eau, (2013).
- Konrad C.P., Simulating the recovery of suspended sediment transport and river-bed stability, *Ecological Engineering, (Volume 35)*, (2009), 1104-1115.
- Pinto Martins D., Aménagements hydroélectriques et impacts sur la dynamique des flux d'eau et de sédiments. Le cas du haut Parana, Brésil, Doctorat Nouveau Régime, Sciences Sociales, Université Lumière Lyon 2, (2008).

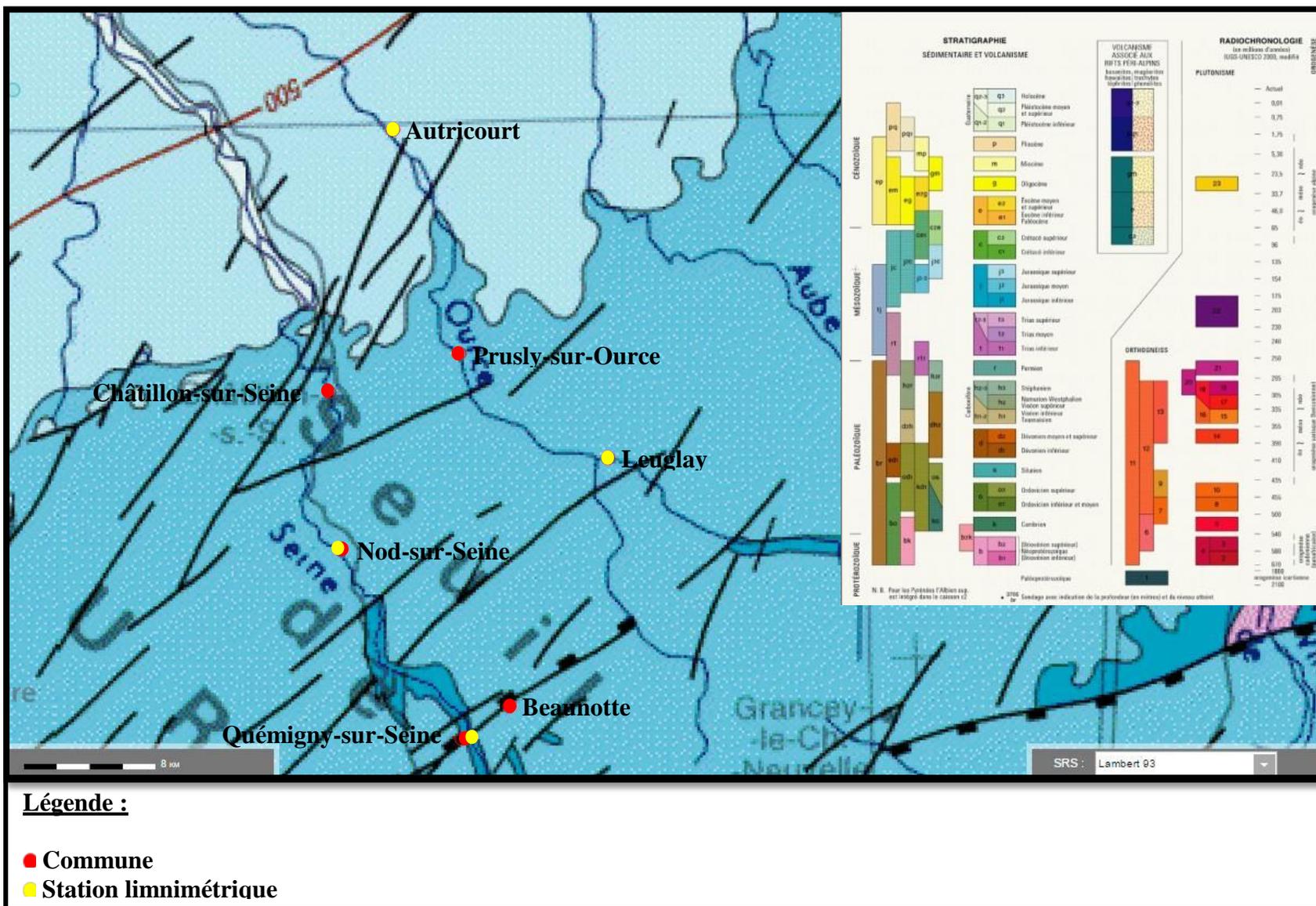
Vie piscicole

- Association Vallée du Léguer, *Programme d'actions, la truite Fario et le saumon atlantique : deux espèces cibles définissant les objectifs piscicoles prioritaires*, (2003)
< <http://www.riviere-du-leguer.com/pdfcre/actions2.pdf> >.
- Bunn S.E., Arthington A.H., Basic principles and ecological consequences of altered flow regimes for aquatic biodiversity, *Manage, Enviro, Vol. 4*, (2002), 492-507.
- Croze O., Larinier M., Libre circulation des poissons migrateurs et seuils en rivière dans le bassin RMC, *Guide technique n°4, SDAGE Rhône Méditerranée Corse*, Agence de l'Eau Rhône Méditerranée Corse / Conseil Supérieur de la Pêche, (2001), 51 pages.
- Dégiorgi F., Morillas N., Grandmottet J-P., Méthode standard d'analyse de la qualité de l'habitat aquatique à l'échelle de la station : l'IAM, (2002).
- Eikaas H.S., McIntosh A.R., Habitat loss through disruption of constrained dispersal net works, *Ecological applications, Volume 16*, (2006), 987-998.
- Souchon et al., Les modèles numériques des microhabitats des poissons : application et nouveaux développements, *Revue des Sciences de l'Eau*, (1989), 807-830.
- Souchon et al., La méthodologie Estimhab dans le paysage des méthodes de microhabitat, (2003).

Annexes

Annexe 1: Carte géologique des sites étudiés (Info Terre)	I
Annexe 2: Protocole relevés terrain (Lacoste, 2015)	II
Annexe 3: Clés de détermination des faciès, de la granulométrie (Malavoi, 2002) et des zones de frayères potentielles	IV
Annexe 4: Descriptif de l'ouvrage Seuil de la Mairie.....	I
Annexe 5: Descriptif de l'ouvrage Massard.....	II
Annexe 6: Descriptif de l'ouvrage Vieux Moulin de Beaunotte	I
Annexe 7: Descriptif de l'ouvrage Moulin de la Scierie de Cosne	II
Annexe 8: Descriptif de l'ouvrage Floriet	III
Annexe 9: Descriptif de l'ouvrage Moulin des Ecuyers	IV
Annexe 10: Exemple de Vulgarisation (ouvrage Floriet)	V
Annexe 11: Définition des classes de franchissabilité des seuils (par saut)	VI
Annexe 12: Descriptif et analyses de l'ouvrage Ancien Moulin Neuf	VII
Annexe 13: Descriptif et analyses de l'ouvrage Ancien Fourneau	X
Annexe 14: Descriptif et analyse de l'ouvrage Ancienne Scierie	XIV
Annexe 15: Plan général du projet	XVIII
Annexe 16: Détails des ouvrages hydrauliques de la modélisation	XIX
Annexe 17: Variations moyennes des hauteurs d'eau (en m) pour le Qmn et le Module.....	XXV
Annexe 18: Variations moyennes des hauteurs d'eau (en m) pour les débits de crue	XXVI
Annexe 19: Calcul du volume de sédiments mis en mouvement après effacement	XXVII
Annexe 20: La puissance spécifique de l'Ource	XXVIII
Annexe 21: Budget prévisionnel	XXIX
Annexe 22: Voies d'accès et numéros de parcelles	XXXI
Annexe 23: Calendrier prévisionnel	XXXII

Annexe 1: Carte géologique des sites étudiés (Info Terre)



Annexe 2: Protocole relevés terrain (Lacoste, 2015)

Fiche n°1	Protocole à suivre : les relevés sur le terrain
<p>1. Avant de partir</p> <ul style="list-style-type: none"> • Imprimer une carte IGN avec l'ouvrage mis en évidence • Prévoir le matériel : <ul style="list-style-type: none"> ○ des Waders pour chaque opérateur ○ une mire ○ un décimètre ○ des feuilles de relevés à remplir avec un support et des crayons ○ une clé de détermination des faciès plastifiée ○ une clé de détermination de la granulométrie plastifiée ○ un appareil photo • Relever le débit du jour pour la station la plus proche 	
<p>2. Sur place</p> <p>1.1. Avant de commencer</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faire un schéma de la station (vue de dessus) qui sera rempli au fur et à mesure avec la position des transects sur la station et de la distance les séparant • Prendre des photos de la station <p>1.2. Début des mesures</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identification de la fosse créée par l'ouvrage • Se placer quelques mètres après et réaliser le premier transect <p><u>Pour réaliser un transect :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ✎ Tendre le décimètre de berge à berge ✎ Prendre des photos du transect ✎ Commencer les mesures par la RIVE DROITE ✎ Mesurer la distance du haut de berge et sa hauteur par rapport au début du lit mouillé ✎ Faire une mesure tous les mètres à partir du début du lit mouillé jusqu'à ce que la totalité de celui-ci soit relevée, ou tous les 50 cm si le cours d'eau ne fait que quelques mètres de large (jusqu'à 6 ou 7 m) 	

1

<p>Rive droite</p> <p>Rive gauche</p> <p>1 m</p> <p>1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12</p> <ul style="list-style-type: none"> — Points de mesures dans le lit mouillé (espacés d'1 m) → Distance à mesurer entre le haut de berge et le début du lit mouillé → Hauteur de berge à mesurer à partir du début du lit mouillé
<ul style="list-style-type: none"> • Remplir un tableau de relevés pour chaque transect en déterminant pour chaque point de mesures : <ul style="list-style-type: none"> ○ la profondeur à l'aide de la mire (notée en mètre, et en positif pour les berges et négatif pour la hauteur d'eau dans le lit mouillé) ○ la vitesse des écoulements (supérieur ou inférieur à 30 cm/s), définie visuellement ○ le faciès grâce à la clé de détermination de Malavoi ○ la granulométrie dominante grâce à la clé de détermination de Malavoi ○ la granulométrie secondaire grâce à la clé de détermination de Malavoi • Mesurer la distance entre ce transect et le suivant puis remplir le schéma de la station • Répéter cette méthode jusqu'à ce que la distance jusqu'à l'ouvrage soit couverte en se rapprochant le plus possible de l'ouvrage • Procéder de la même façon à l'amont de l'ouvrage en se plaçant directement le plus proche de l'ouvrage possible • Réaliser des transects jusqu'à identification de la limite de la retenue créée par l'ouvrage et se placer quelques mètres après pour effectuer le dernier transect de la station
<p>Le profil en long de la station et des transects réalisés doivent ressembler au schéma suivant :</p>

2

T2 : Correspond aux transects à effectuer sur la zone d'influence
T1 : Correspond aux transects à effectuer en amont et en aval de la zone d'influence

3. Remarques

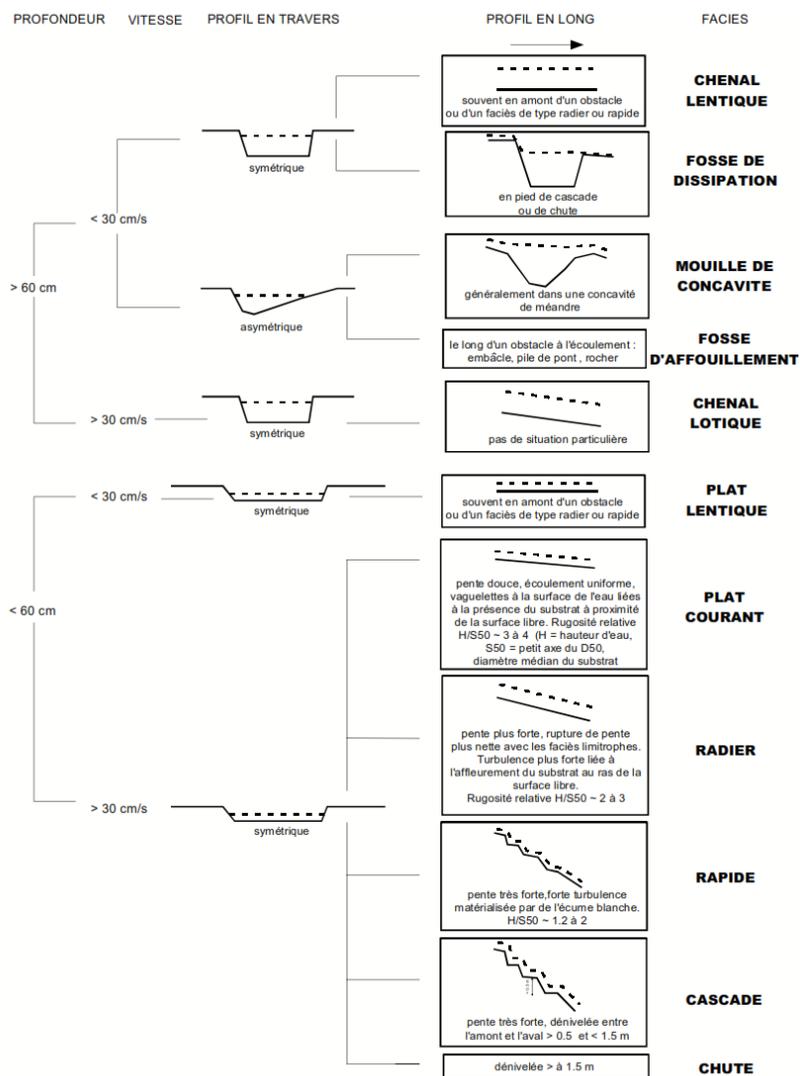
- Le nombre de transects dépend de la longueur de la zone d'influence de l'ouvrage. En effet, plus cette zone est grande plus le nombre de transects à réaliser est important, et inversement.
- Les transects numérotés ici T4, T5 et T6 ne sont parfois pas réalisables en raison des conditions sur le terrain. En fonction de la taille de l'ouvrage, les débits peuvent être trop forts ce qui rend l'approche de l'ouvrage impossible, et la profondeur de la fosse créée peut se révéler trop grande pour être mesurée en toute sécurité.
- La distance entre les transects dépend de plusieurs facteurs tels que la largeur du cours d'eau, la longueur de la retenue et de la fosse, les obstacles sur le terrain (présences de branchages en pieds de berges, de fosses trop profondes...), la présence de différents faciès intéressants à un endroit plutôt qu'à un autre... Généralement la distance reste comprise entre 10 et 20 m, et est donc à l'appréciation des opérateurs effectuant les relevés.

3

Transect n°	Distance du transect par rapport à l'ouvrage :											
Point de mesure	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Profondeur : > ou < 60cm												
Vitesse > ou < 30cm/s												
Faciès identifié												
Granulo dominante												
Granulo secondaire												

Exemple de feuille terrain

Annexe 3: Clés de détermination des faciès, de la granulométrie (Malavoi, 2002) et des zones de frayères potentielles



Clé de détermination des faciès

Nom de la classe granulométrique	Classes de taille (diamètre en mm perpendiculaire au plus grand axe)	Code utilisé
Rochers	> 1024	R
Blocs	256-1024	B
Pierres Grossières	128-256	PG
Pierres Fines	64-128	PF
Cailloux Grossiers	32-64	CG
Cailloux Fins	16-32	CF
Graviers Grossiers	8-16	GG
Graviers Fins	2-8	GF
Sables Grossiers	0,5-2	SG
Sables Fins	0,0625-0,5	SF
Limons	0,0039-0,0625	L
Argiles	< 0,0039	A

Clé de détermination de la granulométrie

	Faciès	Granulométrie
Fort potentiel de frayères	Plat courant	Cailloux grossiers
	Radier	Cailloux fins
Préférences pouvant s'étendre à		Graviers Grossiers
		Graviers fins
		Pierres grossières
		Pierres fines
		Sables grossiers
		Sables fins

Clé de détermination des frayères potentielles

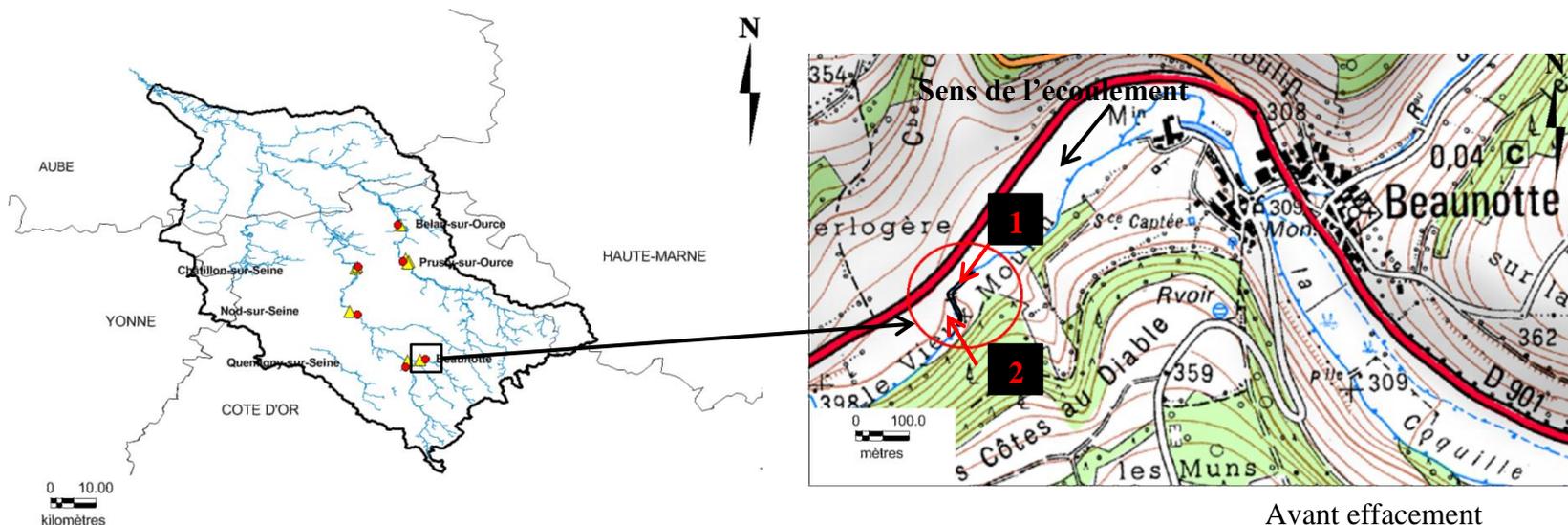
Annexe 4: Descriptif de l'ouvrage Seuil de la Mairie

SEUIL DE LA MAIRIE			ROE 25247
Commune	Châtillon-sur-Seine	Masse d'eau	FRHR2A La Seine du Brévon au confluent de la rivière de Courcelles
Propriétaire/Gestionnaire	Moitié commune/moitié privé	Bras	Bras principal de la Seine
Epoque de construction	2000 Evacuation d'un atterrissement en rive gauche		
Représentation			
			
Vue aval rive gauche		Vue amont	
Description de l'ouvrage			
Type d'ouvrage	Seuil		
Eléments fixes	Seuil en blocs de pierres superposées		
Dimensions	Seuil d'une longueur de 13m Hauteur 60 cm		
Etat	Mauvais		
Hydraulique et écoulement			
Capacité de crue	Pas d'obstacle	Ecoulements	Ralents, fosses de plusieurs mètres de profondeur
Impact de l'ouvrage			
Etat physique	Forte dynamique de sédimentation à l'amont et d'érosion à l'aval	Catégorie piscicole	1 ^{ère} catégorie
Travaux			
Règlementation	Soumis à déclaration	Coûts	38 738,39 €
Dates	Septembre 2016	Financements	AESN 58%, CRBFC 37%

Annexe 5: Descriptif de l'ouvrage Massard

MASSARD			ROE 28904
Commune	Belan-sur-Ource	Masse d'eau	
Propriétaire/Gestionnaire	Privé	Bras	Bras principal de l'Ource
Epoque de construction	Inconnue Vannage de décharge de l'ancienne scierie Procès-Verbal de recolement du 1 Octobre 1859		
Représentation			
			
Vue depuis l'aval		Vue depuis l'amont pendant une crue	
Description de l'ouvrage			
Type d'ouvrage	2 vannages principaux		
Eléments fixes	Seuil en blocs de pierres superposées		
Dimensions			
Etat	Maçonnerie et passerelle en mauvais état		
Hydraulique et écoulement			
Capacité de crue	Inférieure à Q2	Ecoulements	Ralentis et divisés entre le bras principal et le bras de décharge
Impact de l'ouvrage			
Etat physique	Forte dynamique de sédimentation à l'amont et d'érosion à l'aval	Catégorie piscicole	1 ^{ère} catégorie Non franchissable
Travaux			
Règlementation	Soumis à autorisation	Coûts	38 738,39 €
Objectif des travaux	2017/2018	Financements	?

Annexe 6: Descriptif de l'ouvrage Vieux Moulin de Beaunotte



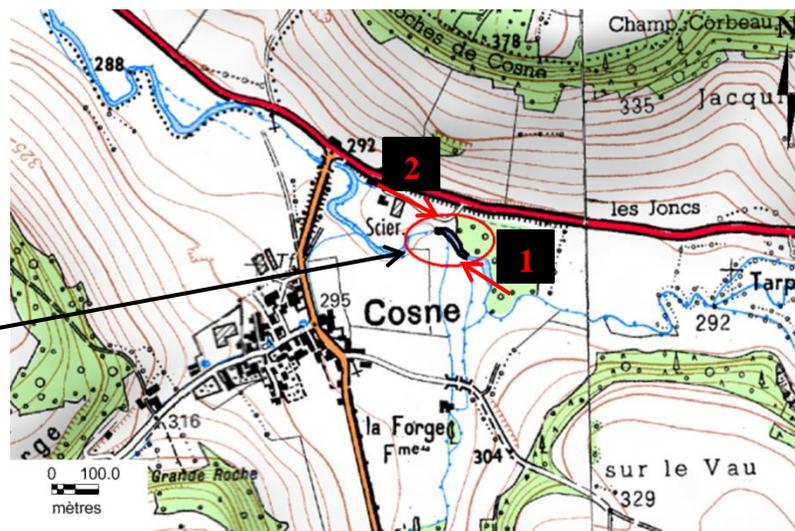
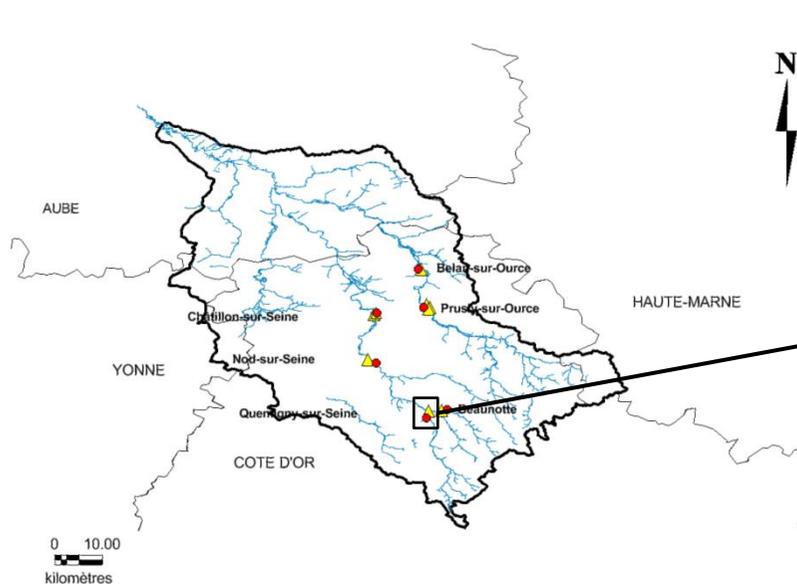
Avant effacement
24/04/15

Après effacement
06/07/17

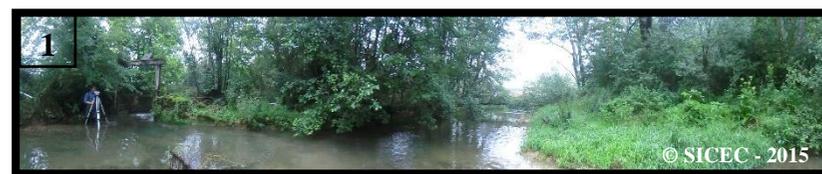
VIEUX MOULIN DE BEAUNOTTE		ROE 83462
Cours d'eau : Coquille	Type : Vestige d'un ancien moulin	
Commune : Beaunotte		
MILIEU PHYSIQUE ET MILIEU NATUREL		
Etat physique : Forte dynamique de sédimentation à l'amont et d'érosion à l'aval	Catégorie piscicole : 1^{ère} catégorie Franchissabilité : Infranchissable, pénalisée par les embâcles	
TRAVAUX		
Règlementation : Soumis à déclaration, Déclaration d'Intérêt Général réalisée	Coûts : 2900 € Financements : Groupé avec le financement de la Scierie de Cosne et du Moulin des Ecuyers	
Dates des travaux : Août/Septembre 2015		



Annexe 7: Descriptif de l'ouvrage Moulin de la Scierie de Cosne



Avant effacement
17/04/15



Après effacement
08/07/16



MOULIN DE LA SCIERIE DE COSNE

ROE 83459

Cours d'eau : Seine

Type : Vestige d'un ancien moulin

Commune : Quemigny-sur-Seine

MILIEU PHYSIQUE ET MILIEU NATUREL AVANT EFFACEMENT

Etat physique : Dynamique de sédimentation à l'amont et d'érosion à l'aval

Catégorie piscicole : 1^{ère} catégorie
Franchissabilité : Non franchissable

TRAVAUX

Règlementation : Soumis à déclaration

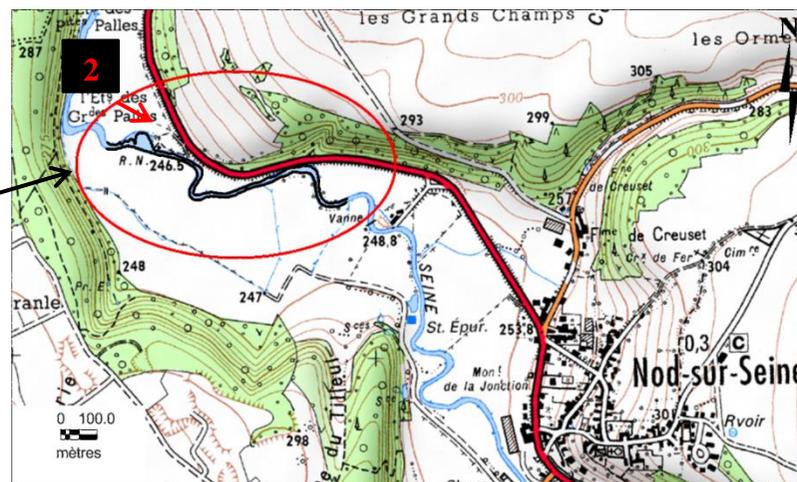
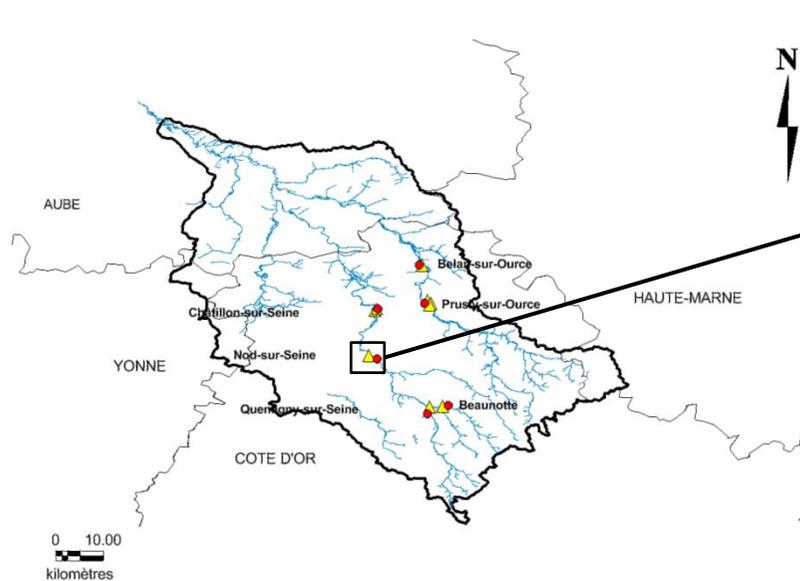
Coûts : 13000 €

Déclaration d'Intérêt Général réalisée

Financements : Groupé avec le financement de Beaunotte et du Moulin des Ecuyers

Dates des travaux : Août/Septembre 2015

Annexe 8: Descriptif de l'ouvrage Floriet



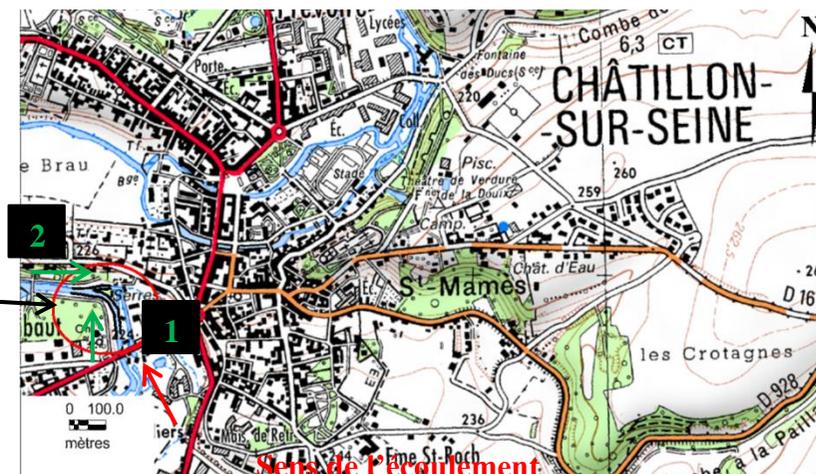
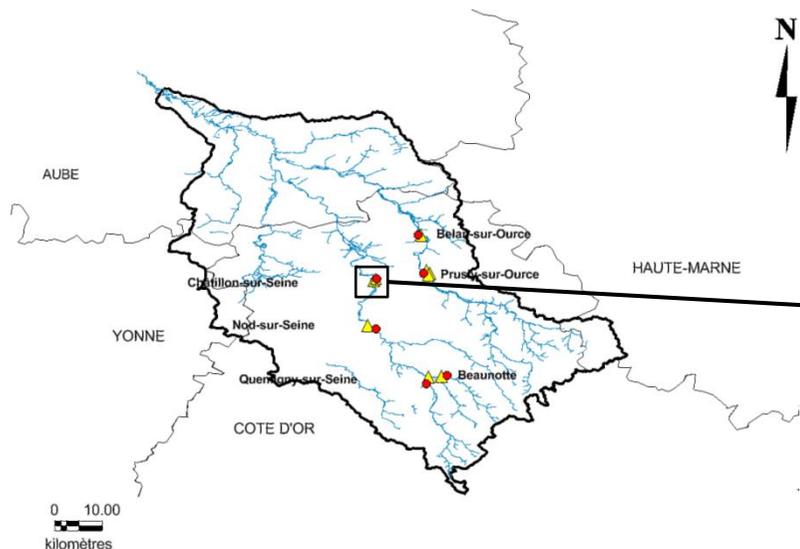
Avant effacement
08/07/15

Après effacement
19/07/16

FLORIET		ROE 28253
Cours d'eau : Seine	Type : Vannages	
Commune : Nod-sur-Seine		
MILIEU PHYSIQUE ET MILIEU NATUREL		
Etat physique : Forte dynamique de sédimentation à l'amont et d'érosion à l'aval	Catégorie piscicole : 1 ^{ère} catégorie	
	Franchissabilité : Impossible	
TRAVAUX		
Règlementation : Soumis à Autorisation	Financements :	
Dates des travaux : Août 2015	60 % Agence de l'Eau Seine Normandie	
Coûts : 57110 €	17,5 % Conseil Régional de Bourgogne	
	22,5 % SICEC	



Annexe 9: Descriptif de l'ouvrage Moulin des Ecuysers



Avant effacement
17/04/15



Après effacement
01/07/16



MOULIN DES ECUYERS

ROE 83463

Cours d'eau : Seine Type : Vestige d'un ancien moulin transformé en seuil
Commune : Châtillon-sur-Seine

MILIEU PHYSIQUE ET MILIEU NATUREL

Etat physique : Dynamique de sédimentation à l'amont et d'érosion à l'aval Catégorie piscicole : 1^{ère} catégorie
Franchissabilité : Possible en toutes situations

TRAVAUX

Règlementation : Coûts : 3240 €
Soumis à déclaration, Financements groupés avec le vieux moulin de Beaunotte et la scierie de Cosne :
Déclaration d'Intérêt Général réalisée 57 % Agence de l'Eau Seine Normandie
Dates des travaux : Août/Septembre 2015 30 % Conseil Régional de Bourgogne
13 % SICEC

Annexe 10: Exemple de Vulgarisation (ouvrage Floriet)

SUIVI DE L'EFFACEMENT DE L'OUVRAGE FLORIET SUR LA SEINE

Un bilan positif 1 an après effacement

Suite à l'effacement de l'ouvrage, les faciès se diversifient et la granulométrie se rééquilibre entre l'amont et l'aval.

Cette diversité de faciès et de granulométrie a permis la formation de zones de frayère potentielles pour la truite Fario.

La continuité écologique est rétablie



© SICEC - 2016
Vue en amont de l'ancien ouvrage



© SICEC - 2016
Vue en amont de l'ancien ouvrage

PROCHAINE
2018
CAMPAGNE

Pour en savoir plus :
Syndicat Intercommunal des Cours d'Eau Châtillonnais
21, boulevard Gustave Morizot 21400 Châtillon sur Seine
Tél : 03 80 81 56 25, Fax : 03 80 91 18 58,
Mail : contact@sicec.fr

Site internet du Contrat SEQUANA : www.contrat-sequana.fr





région BOURGOGNE
FRANCHE-COMTE



Effacement : suppression totale de l'ouvrage

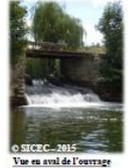
L'ouvrage Floriet, situé à Nod-sur-Seine, était en mauvais état et n'avait plus d'usage économique. De plus, il était considéré comme un obstacle à la continuité écologique d'après les articles L.214-17 et R.214-1 du Code de l'Environnement

Hydromorphologie : science qui étudie la forme des cours d'eau et leur évolution

Afin d'évaluer l'impact de l'effacement sur le cours d'eau, un suivi de l'hydromorphologie (800 m à l'amont et 100 m à l'aval) est réalisé en se basant sur 3 paramètres : les faciès, la granulométrie et les zones de frayère potentielles

Les conséquences de la présence de l'ouvrage sur le cours d'eau

- Les écoulements constatés avant les travaux étaient tous lents : présence d'une retenue supérieure à 600 m en amont de l'ouvrage et d'une fosse de 60 m de long et 45 m de large en aval
- De plus, on constatait une faible diversité granulométrique en aval de l'ouvrage. En amont, les éléments les plus grossiers se situaient en tête de retenue et les plus fins en amont direct de l'ouvrage



© SICEC - 2015
Vue en aval de l'ouvrage

L'ouvrage Floriet constituait un obstacle à la circulation amont/aval des poissons et des sédiments

Responsable de la publication : T. Naudinot (Président du SICEC), Conception/Rédaction : SICEC 2016.
Relecture : H. Petit de Bannel (Co-président du Contrat SEQUANA), A. Flores (SICEC), Crédits photos : SICEC

RESULTATS DU SUIVI HYDROMORPHOLOGIQUE AVANT/APRES EFFACEMENT

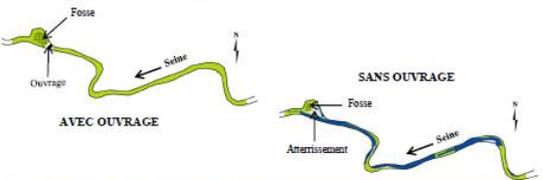
Les résultats présentés dans ce document proviennent des études en présence de l'ouvrage et un an après effacement. Ces résultats ne sont pas « figés ». Des évolutions auront lieu au cours des prochains mois

La diversification des faciès



Tronçon	Année	Lent (> 30 cm/s)	Rapide (< 30 cm/s)
AMONT OUVRAGE	2015	100%	0%
	2016	58%	42%
AVAL OUVRAGE	2015	100%	0%
	2016	28%	72%

Un an après effacement : Les écoulements sont plus rapides, les faciès sont plus diversifiés, la retenue a disparu, la surface de la fosse a diminué et des atterrissements sont apparus



Travaux 2015
Effacement de l'ouvrage
Coûts des travaux : 57 110€
Partenaires financiers : AESN 60%, 17.5% CRBFC
Maître d'ouvrage : SICEC



© SICEC - 2015
Pendant les travaux

La mobilité de la granulométrie dominante



Tronçon	Année	Grossière (> 5 mm)	Fine (< 5 mm)
AMONT OUVRAGE	2015	91%	9%
	2016	73%	27%
AVAL OUVRAGE	2015	67%	33%
	2016	59%	41%

Un an après effacement : La granulométrie amont est plus grossière et on constate une homogénéisation entre l'amont et l'aval, signe d'une mobilité sédimentaire

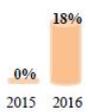
L'apparition des zones de frayère potentielles pour la truite Fario

Frayère : zone de dépôt des œufs qui sont fécondés par le mâle. Elle est de faible profondeur, de vitesse rapide et de granulométrie grossière

Truite Fario : espèce cible du bassin versant Seine amont, sensible aux paramètres du cours d'eau



© SICEC - 2016
Truite Fario dans une zone de frayère



Surface des zones de frayères sur le tronçon étudié

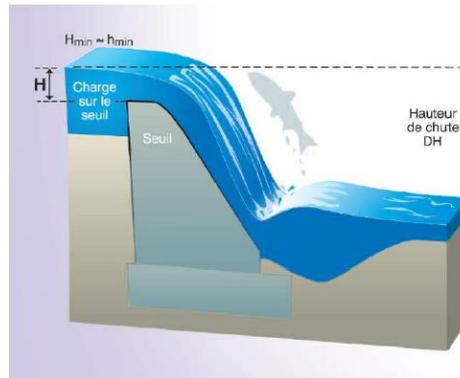
Un an après effacement : L'apparition de faciès lotiques à faible profondeur, en accord avec une granulométrie adéquate, a permis la formation de zones de frayères potentielles pour la truite Fario

Vue depuis l'aval au niveau de l'ancien ouvrage. © SICEC - 2016

Annexe 11: Définition des classes de franchissabilité des seuils (par saut)

Les critères élémentaires à prendre en compte pour la définition des classes de franchissabilité des seuils à parement pour la truite et l'ombre commun prennent en compte :

- Les caractéristiques de l'écoulement sur le coursier, la distance à franchir et la profondeur de la fosse aval,
- Les capacités de nage et la morphologie des espèces cibles (vitesse de nage maximale, endurance à cette vitesse).



Paramètres à prendre en compte pour la franchissabilité d'un seuil (par saut)

Caractéristiques des indices de franchissabilité

Critères piscicoles				Valeurs seuils DH			
Espèces	Espèce sauteuse	H min (m)	DH extrême	1	0.66	0.33	0
Truite de rivière ou truite de mer (25-55 cm)	Oui	0.1	2	≤ 0.5]0.5-0.9]]0.9-1.4]	> 1.4
Truite de rivière (15-30 cm)	Oui	0.05	1.5	≤ 0.3]0.3-0.5]]0.5-0.8]	> 0.8
Ombre commun	Oui	0.1	1.5	≤ 0.4]0.4-0.75]]0.75-1.20]	> 1.2

Barrière totale : ICE = 0

Barrière partielle à impact majeur : ICE = 0.33

Barrière partielle à impact significatif : ICE = 0.66

Barrière franchissable à impact limité : ICE = 1

Hauteur de fosse nécessaire en pied de chute verticale selon la hauteur de chute (DH)

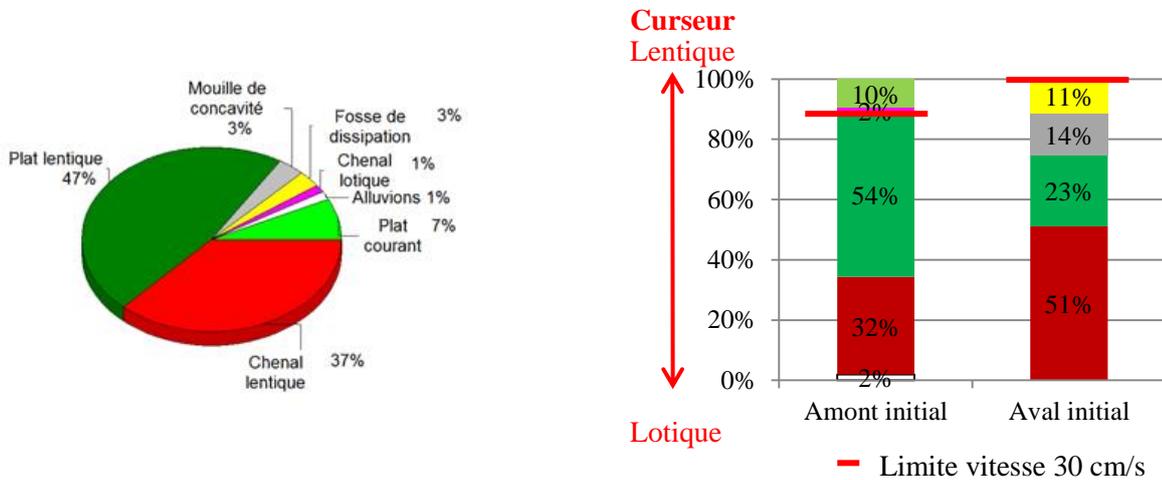
Chute DH (m)	Hauteur de fosse nécessaire en pied de chute verticale (m)
< 0.25	0.3
] 0.25 ; 0.5]	0.45
] 0.5 ; 0.75]	0.7
] 0.75 ; 1.00]	0.85

Annexe 12: Descriptif et analyses de l'ouvrage Ancien Moulin Neuf

ANCIEN MOULIN NEUF			ROE 29184
Commune	Prusly-sur-Ource	Masse d'eau	FRHR6 L'Ource du confluent de la Digeanne (exclu) au confluent de la Seine (exclu)
Représentation			
			
Vue depuis l'aval en période d'étiage		Vue depuis l'aval en période de crue	
Propriétaire/Gestionnaire	Commune	Bras	Bras principal de l'Ource
Hydrologie	$Q_{mn} = 0.31 \text{ m}^3/\text{s}$ Module = $4.55 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{projet} = 7.4 \text{ m}^3/\text{s}$	Statut réglementaire	Procès-verbal non communiqué
Parcelles cadastrales	Section ZN : parcelles 20, 22, 52	Contexte réglementaire	Classement liste 2
Description de l'ouvrage			
Type d'ouvrage	Vannage de soutien d'étiage (4 vannes initiales)		
Eléments fixes	Seuil de longueur déversante de 4 m et de largeur 3 m Une vanne en rive gauche et une vanne en rive droite		
Dimensions	Vanne 1 RG : L = 2.15 m – H = 1.14 m Vanne 2 : L = 2.13 m – H = 0.34 m Vanne 3 : disparue (L = 2.14 m) Vanne 4 : L = 2.14 m – H = 1.14 m		
Côtes (m NGF)	Vannes 1,2,3 et 4 – Radier : 236.77 Vannes 1,2,4 abaissées	Hauteur de chute modélisée (m)	Pour Q_{mn} : 0.38 Pour Module : 0.70 Pour Q_{projet} : 0.82
Etat	Maçonnerie en bon état – Passerelle en mauvais état		
Hydraulique et écoulement			
Capacité de crue	Inférieure à Q2	Ecoulements	Ralents, fosses de plusieurs mètres de profondeur
Impact de l'ouvrage			
Etat physique	Forte dynamique de sédimentation à l'amont et d'érosion à l'aval	Catégorie piscicole	1 ^{ère} catégorie
		Franchissabilité	ICE = 0
Travaux			
Règlementation	Soumis à autorisation	Coûts	10 000 €
Dates	Objectifs 2017/2018	Financements	AESN 50%, CRBFC 45%

L'ensemble des cartographies de l'ouvrage Ancien Moulin Neuf (faciès, granulométries, zones de frayères potentielles et bathymétrie) est présenté dans l'atlas cartographique en page 33.

➤ Analyses des faciès identifiés



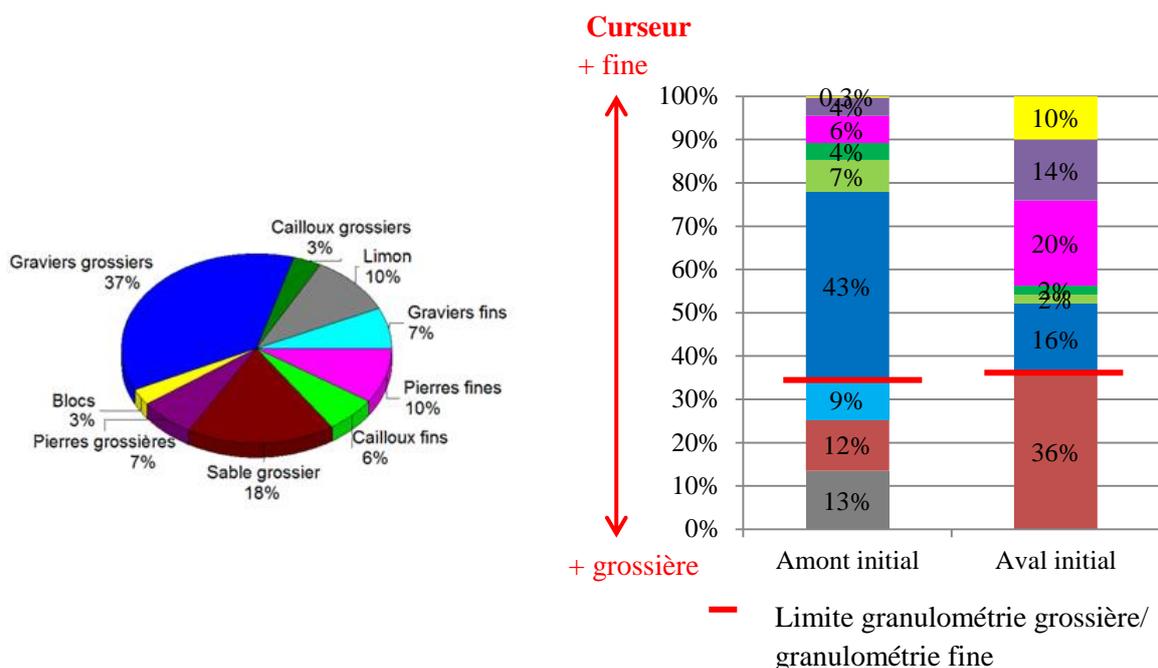
Répartition surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Ancien Moulin Neuf

Les faciès identifiés sont dominés à **90% par des faciès lentiques**. On note la présence de fosses de dissipation en aval immédiat de l'ouvrage.

On remarque que **l'amont** est dominé par le faciès plat lentique à 54% et que **l'aval** est dominé par le faciès chenal lentique à 51%.

On note la plus faible diversité des faciès en aval de l'ouvrage avec l'absence des faciès de type lotique.

➤ Analyses de la granulométrie dominante



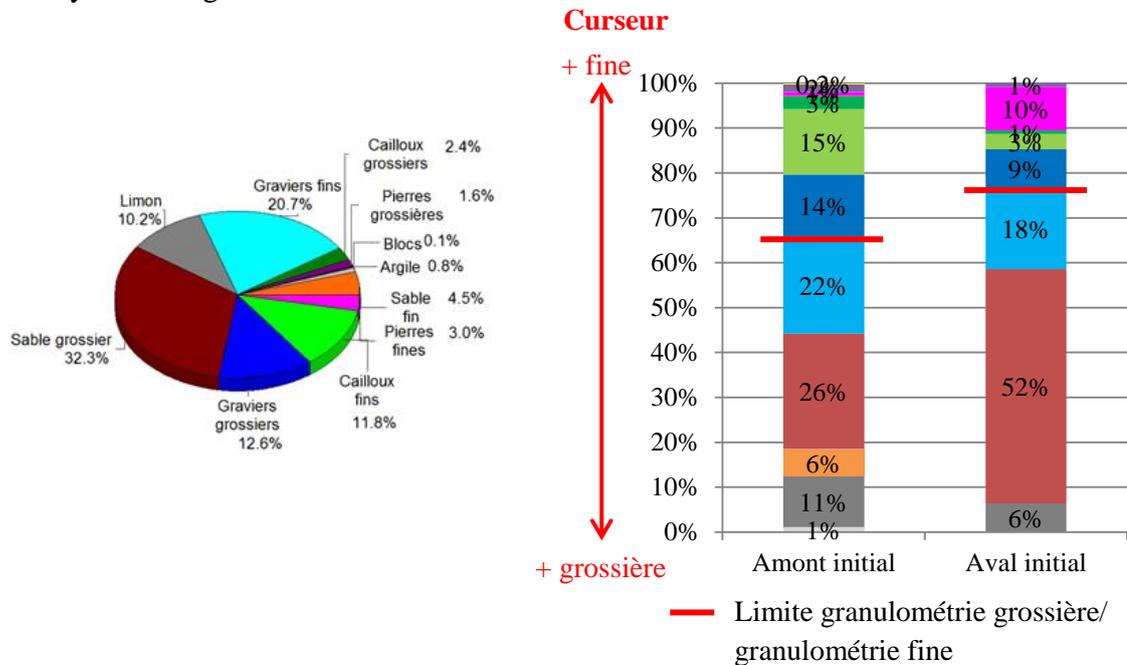
Répartition surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Ancien Moulin neuf

On observe que neuf classes de granulométrie sont représentées. Les graviers grossiers et le sable grossier sont majoritaires.

On observe que l'**amont** est dominé par les graviers grossiers à 43% et que l'**aval** est dominé par le sable grossier à 36%.

On note un **équilibre** entre l'amont et l'aval, 35% de la granulométrie est fine.

➤ Analyses de la granulométrie secondaire



Répartition surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Ancien Moulin Neuf

La granulométrie secondaire est **très diversifiée** avec onze classes de granulométrie représentées.

La granulométrie fine domine avec le sable grossier et les graviers fins.

On remarque que la granulométrie fine est présente à 65% en amont et à 76% en aval. L'amont et l'aval sont dominés par le sable grossier et les graviers fins.

➤ Analyses des zones de frayères potentielles

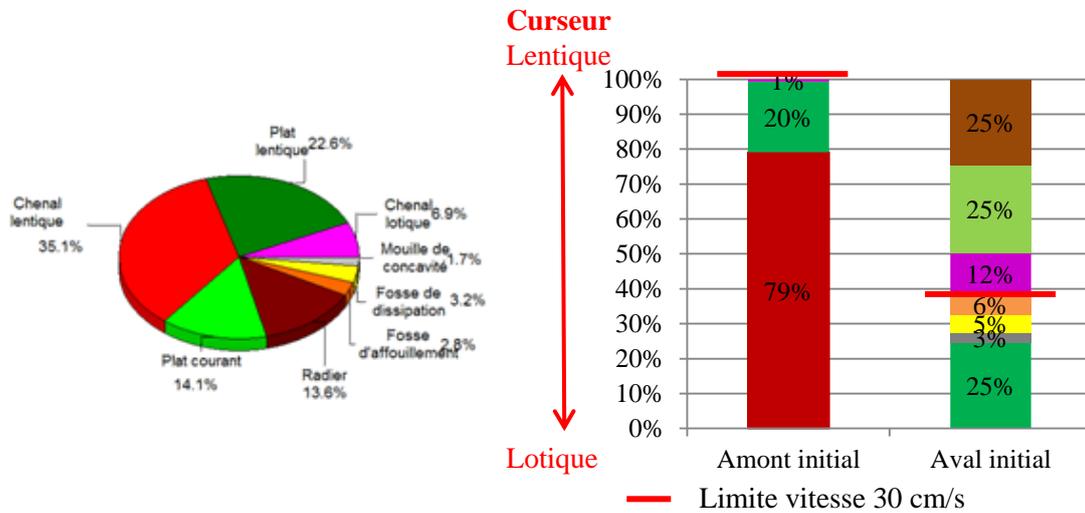
Les frayères potentielles représentent une surface d'environ 380 m², soit 10 % du tronçon étudié. Elles sont situées en amont de l'ouvrage.

Annexe 13: Descriptif et analyses de l'ouvrage Ancien Fourneau

ANCIEN FOURNEAU			ROE 29089
Commune	Prusly-sur-Ource	Masse d'eau	FRHR6 L'Ource du confluent de la Digeanne (exclu) au confluent de la Seine (exclu)
Localisation		Représentation	
			
		Vue en période d'étiage	
Propriétaire/Gestionnaire	Commune	Bras	Bras principal de l'Ource et Bief de Prusly
Hydrologie	$Q_{mn} = 0.31 \text{ m}^3/\text{s}$ Module = $4.55 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{projet} = 7.4 \text{ m}^3/\text{s}$	Statut réglementaire	Procès-Verbal de recolement du 18 avril 1863 Procès-verbal de recolement du 18 avril 1959
Parcelles cadastrales	Section ZN : parcelle 52	Contexte réglementaire	Classement liste 2
Description de l'ouvrage			
Type d'ouvrage	Vannage principal (2 vannes), 1 déversoir		
Eléments	Déversoir 2 vannes		
Dimensions	Vanne 1 RD : L = 1.87 m – H = 1.0 m Vanne 2 : L = 1.87 m – H = 1.01 m Déversoir : L = 27.47 m		
Côtes (m NGF)	Vannes 1 et 2 – Radier : 235.34 Crête déversoir : 235.79	Hauteur de chute modélisée (m)	Pour Q_{mn} : 0.34 Pour Module : 0.48 Pour Q_{projet} : 0.36
Etat	Maçonnerie en bon état – Passerelle en bon état		
Hydraulique et écoulement			
Capacité de crue	Aucun obstacle	Ecoulements	Ralentis et divisés entre le bras principal et le bras de décharge
Impact de l'ouvrage			
Etat physique	Forte dynamique de sédimentation à l'amont et d'érosion à l'aval	Catégorie piscicole	1 ^{ère} catégorie
		Franchissabilité	ICE = 0.66
Travaux			
Règlementation	Soumis à autorisation	Coûts	11 000 €
Dates	Objectifs 2017/2018	Financements	AESN 50%, CRBFC 45%

L'ensemble des cartographies de l'ouvrage Ancien Fourneau (faciès, granulométries, zones de frayères potentielles et bathymétrie) est présenté dans l'atlas cartographique en page 37.

➤ Analyses des faciès identifiés



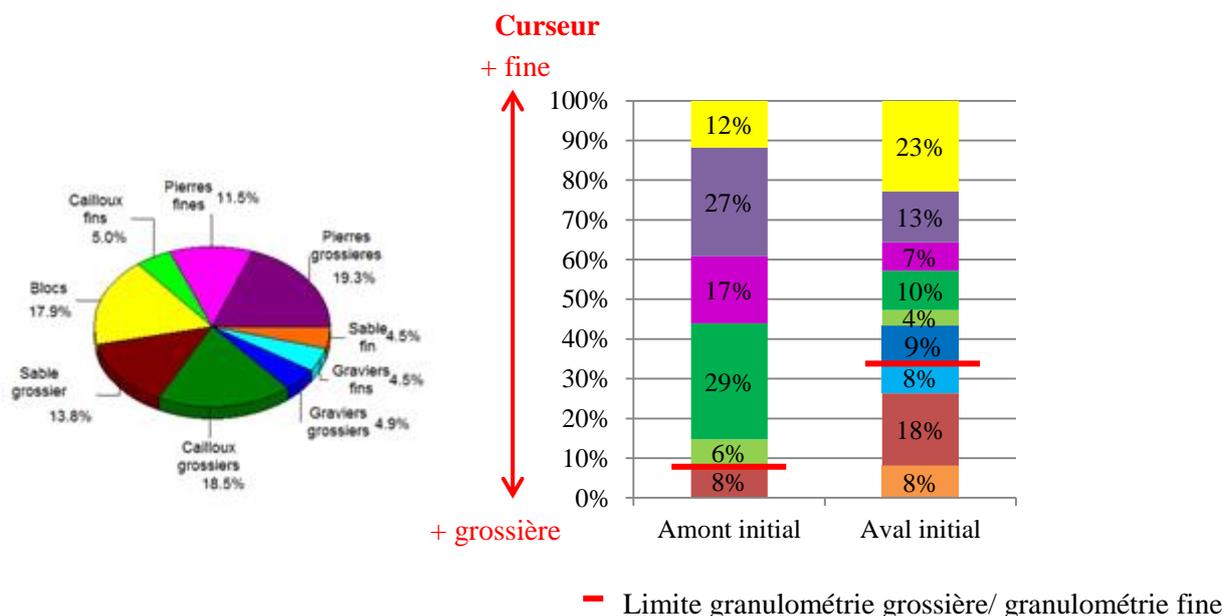
Répartition surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Ancien Fourneau

Les faciès identifiés sont dominés par les types lentiques (plat et chenal). On note la présence de fosses de dissipation et d'affouillement en aval immédiat de l'ouvrage.

La représentation surfacique des faciès amont/aval de l'ouvrage démontre la très grande dominance du faciès « chenal lentique » **en amont** de l'ouvrage (zone de retenue). Les faciès lentiques dominent à 99%.

En aval, on note l'existence de fosses de dissipation et d'affouillement relatives à la présence de l'ouvrage ainsi que d'une plus grande diversité de faciès (7 types identifiés contre 3 à l'amont). Les faciès lotiques sont majoritaires.

➤ Analyses de la granulométrie dominante



Répartition surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Ancien Fourneau

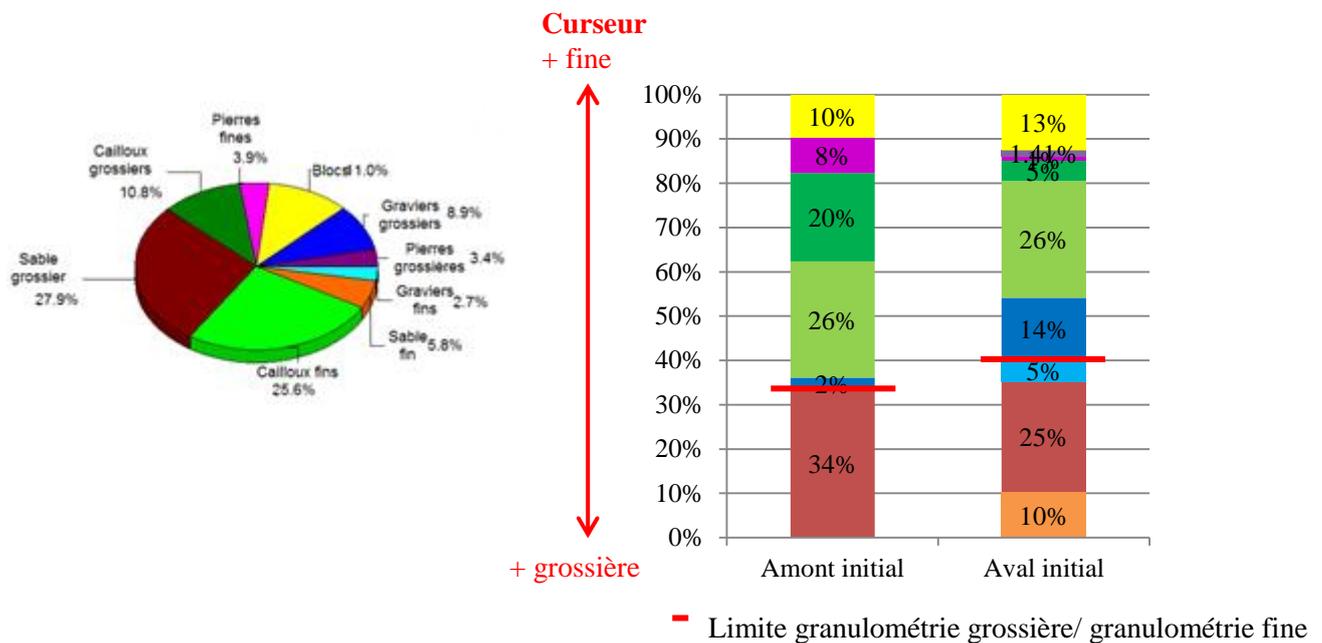
La granulométrie dominante est diversifiée puisque neuf classes de taille sont représentées. On note que la granulométrie est principalement grossière (pierres grossières, cailloux grossiers et blocs).

On constate que la granulométrie dominante **en amont** de l'ouvrage est principalement composée de cailloux grossiers et de pierres grossières. La granulométrie grossière domine à 92%.

En aval de l'ouvrage, les classes de granulométries sont plus diversifiées (9 classes identifiées) et la granulométrie grossière domine à 66%.

Il y a un **déséquilibre** entre l'amont et l'aval.

➤ Analyses de la granulométrie secondaire



Répartition surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Ancien Fourneau

La granulométrie secondaire est dominée par les classes de taille « sable grossier » et « cailloux fins ».

La répartition surfacique amont/aval de la granulométrie secondaire est peu notable, hormis la présence plus importante de cailloux grossiers en amont de l'ouvrage. On observe un **équilibre** entre l'amont et l'aval avec 35% de granulométrie fine.

➤ Analyses des zones de frayères potentielles

Les frayères potentielles représentent une surface d'environ 180 m², soit 14 % du tronçon étudié. Elles sont présentes en aval de l'ouvrage.

➤ Analyses de la franchissabilité

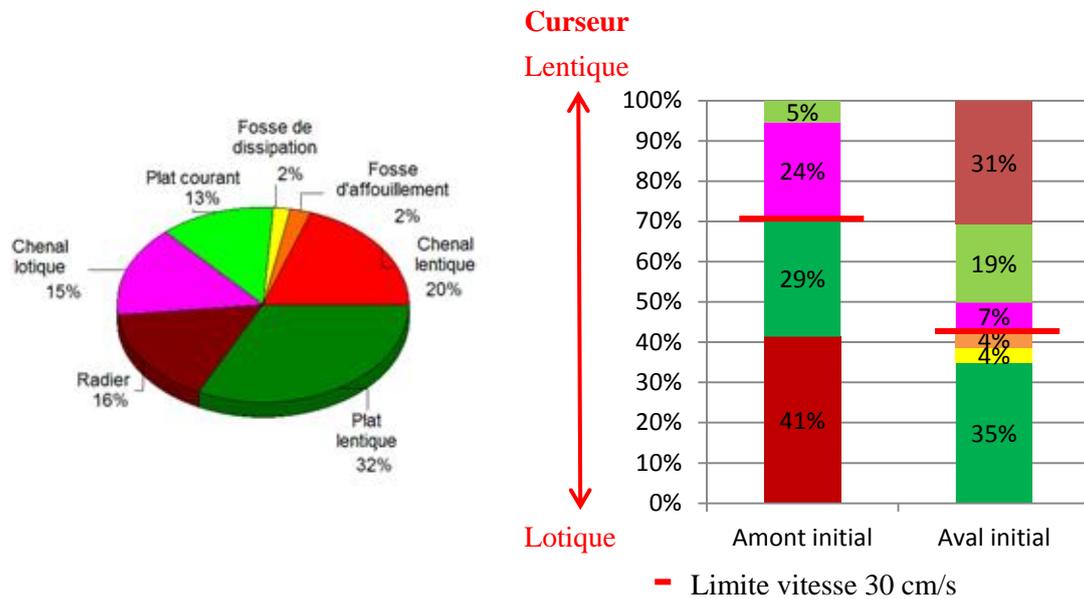
Régime hydraulique	Qmn (0.31 m³/s)	Module (4.55 m³/s)
H : charge sur le seuil (m)	0.15	0.53
DH : hauteur de chute	0.34	0.48
Profondeur de la fosse aval (m)	Profonde	Profonde
Hauteur de fosse nécessaire en pied de chute (dépend du DH)	0.45	0.45
Franchissabilité piscicole – Note ICE		
Espèces	Qmn	Module
Truite de rivière ou truite de mer (25-55 cm)	1	1
Truite de rivière (15-30 cm) (Facteur déclassant)	0.66 (DH)	0.66 (DH)

Annexe 14: Descriptif et analyse de l'ouvrage Ancienne Scierie

ANCIENNE SCIERIE			ROE 29071
Commune	Prusly-sur-Ource	Masse d'eau	FRHR6 L'Ource du confluent de la Digeanne (exclu) au confluent de la Seine (exclu)
Représentation			
			
Vue depuis l'aval		Vue depuis l'aval en crue	
Propriétaire/Gestionnaire	Commune	Bras	Bras principal de l'Ource
Hydrologie	$Q_{mn} = 0.31 \text{ m}^3/\text{s}$ Module = $4.55 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{projet} = 7.4 \text{ m}^3/\text{s}$	Statut réglementaire	Procès-Verbal de recolement du 18 avril 1863 Procès-verbal de recolement du 18 avril 1959
Parcelles cadastrales	Section ZM : parcelles 1, 38 Section ZN : parcelles 2 3	Contexte réglementaire	Classement liste 2
Description de l'ouvrage			
Type d'ouvrage	Vannage principal composé de 3 vannes (1 seule aujourd'hui)		
Eléments	Vanne Seuil		
Dimensions	Seuil de longueur déversante 4 m et Vanne RD : L = 2.08 m – H = 1.01 m		
Côtes (m NGF)	Vannes 1 Radier : 233.93	Hauteur de chute modélisée (m)	Pour Q_{mn} : 0.22 Pour Module : 0.58 Pour Q_{projet} : 0.68
Etat	Maçonnerie en bon état – Passerelle en bon état		
Hydraulique et écoulement			
Capacité de crue	Inférieure à Q2	Ecoulements	Ralents
Impact de l'ouvrage			
Etat physique	Forte dynamique de sédimentation à l'amont et d'érosion à l'aval	Catégorie piscicole	1 ^{ère} catégorie
		Franchissabilité	ICE = 0.33
Travaux			
Règlementation	Soumis à autorisation	Coûts	23 000 €
Dates	Objectifs 2017/2018	Financements	AESN 50%, CRBFC 45%

L'ensemble des cartographies de l'ouvrage Ancienne Scierie (faciès, granulométries, zones de frayères potentielles et bathymétrie) est présenté dans l'atlas cartographique en page 41.

➤ Analyses des faciès identifiés



Répartition surfacique des faciès identifiés de l'ouvrage Ancienne Scierie

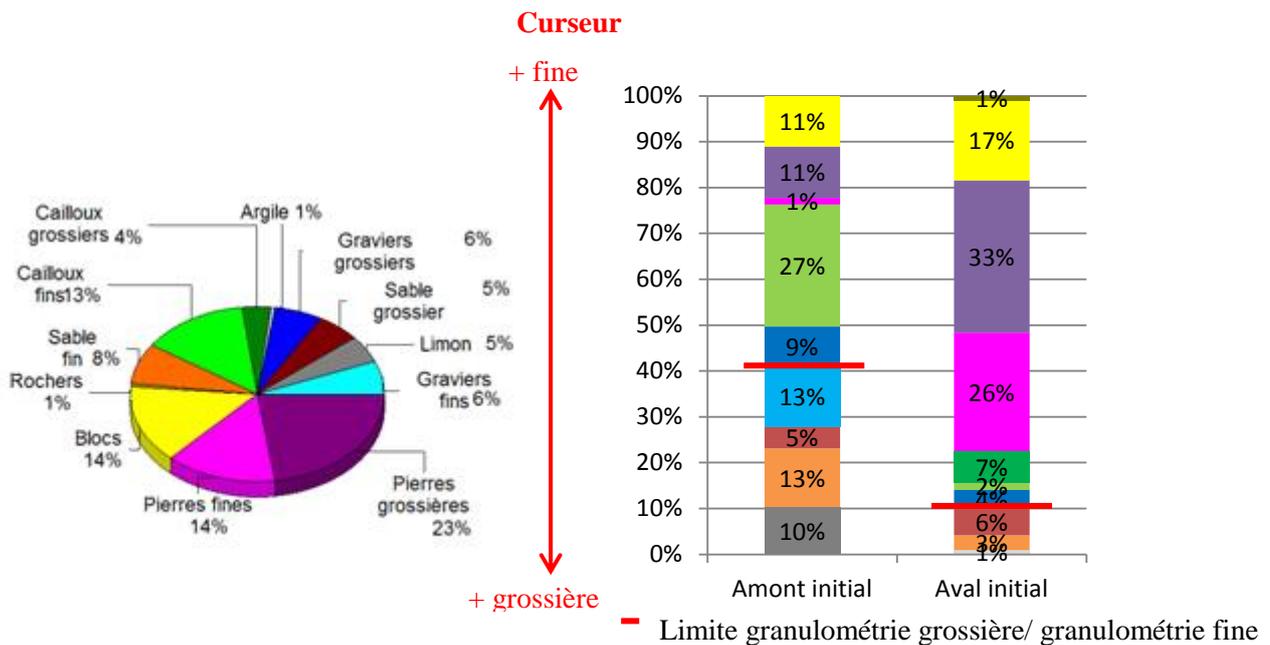
Les faciès identifiés sont dominés par les faciès « plat lentique » et « chenal lentique ». On note la présence de fosses de dissipation et d'affouillement en aval de l'ouvrage.

La représentation surfacique des faciès amont/aval de l'ouvrage démontre la dominance du faciès type « chenal lentique » **en amont** de l'ouvrage.

En aval, on note l'existence de fosses de dissipation et d'affouillement relative à la présence de l'ouvrage. On observe une plus grande diversité des faciès et un équilibre entre les faciès lentiques et lotiques.

Il y a un **déséquilibre** entre l'amont et l'aval (30% de faciès lotiques en amont et 57% de faciès lotiques en aval).

➤ Analyses de la granulométrie dominante



Répartition surfacique de la granulométrie dominante de l'ouvrage Ancienne Scierie

La granulométrie dominante est **diversifiée** puisque douze classes de taille sont représentées. On remarque que la granulométrie est principalement grossière (pierres grossières, pierres fines, blocs).

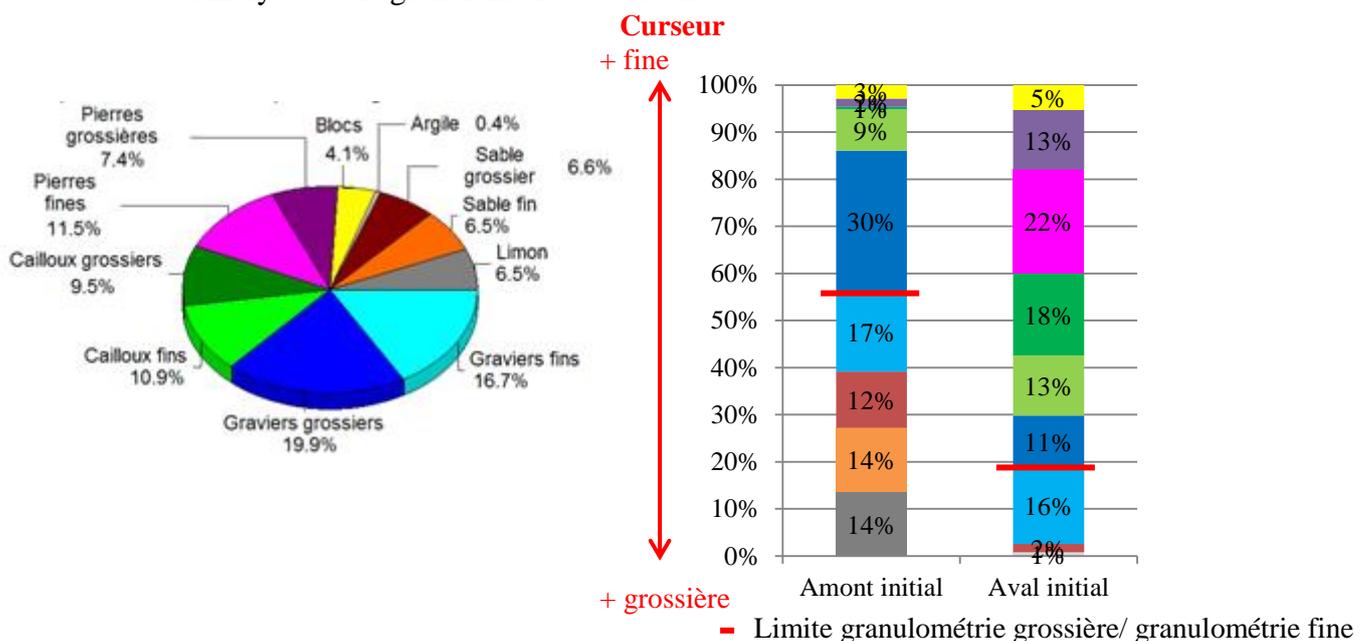
On constate que les granulométries en amont et en aval sont très **diversifiées**.

On remarque qu'**en amont** les cailloux fins dominent à 27%.

L'**aval** est principalement composé d'une granulométrie grossière avec notamment des pierres grossières et des pierres fines.

Il y a un **déséquilibre** entre l'amont et l'aval (41% de fines en amont et 10% de fines en aval).

➤ Analyses de la granulométrie secondaire



Répartition surfacique de la granulométrie secondaire de l'ouvrage Ancienne Scierie

La granulométrie secondaire est **très diversifiée** avec la présence de 11 classes. Elle est dominée par les graviers grossiers et les graviers fins.

On observe un équilibre entre les granulométries grossières et les granulométries fines **en amont** de l'ouvrage. Les graviers grossiers sont majoritaires.

En aval, les granulométries grossières dominent avec une surface de 82%.

- Analyses des zones de frayères potentielles

Les frayères potentielles représentent une surface d'environ 160 m² soit 17 % du tronçon étudié.

On remarque que les zones de frayères potentielles sont uniquement situées à l'aval de l'ouvrage.

- Analyses de la franchissabilité

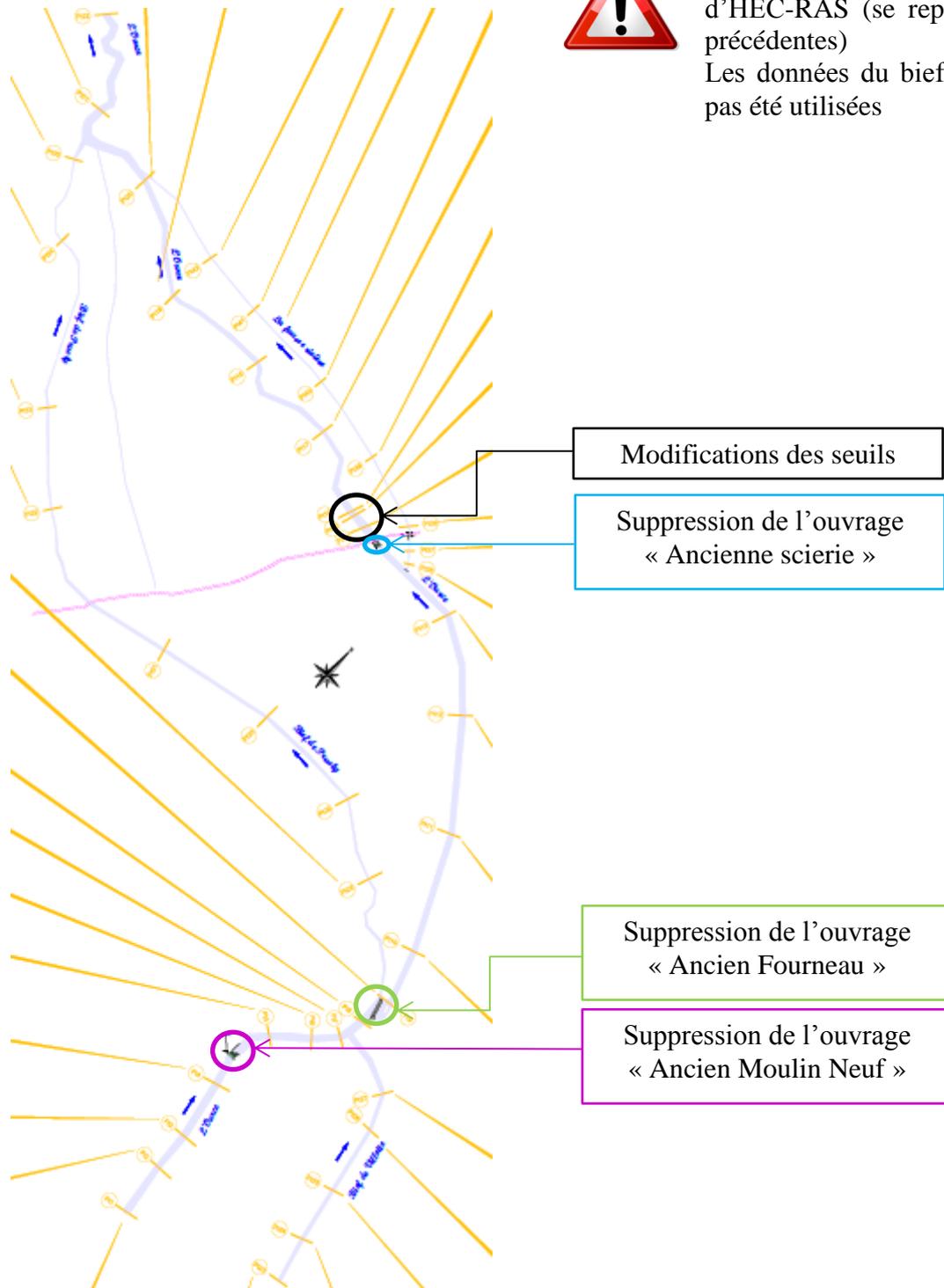
Régime hydraulique	Qmn (0.31 m ³ /s)	Module (4.55 m ³ /s)
H : charge sur le seuil (m)	0.22	0.83
DH : hauteur de chute	0.22	0.58
Profondeur de la fosse aval (m)	0.61	0.87
Hauteur de fosse nécessaire en pied de chute (dépend du DH)	0.3	0.7
Franchissabilité piscicole – Note ICE		
Espèces	Qmn	Module
Truite de rivière ou truite de mer (25-55 cm) (Facteur déclassant)	1	0.66 (DH)
Truite de rivière (15-30 cm) (Facteur déclassant)	1	0.33 (DH)

Annexe 15: Plan général du projet



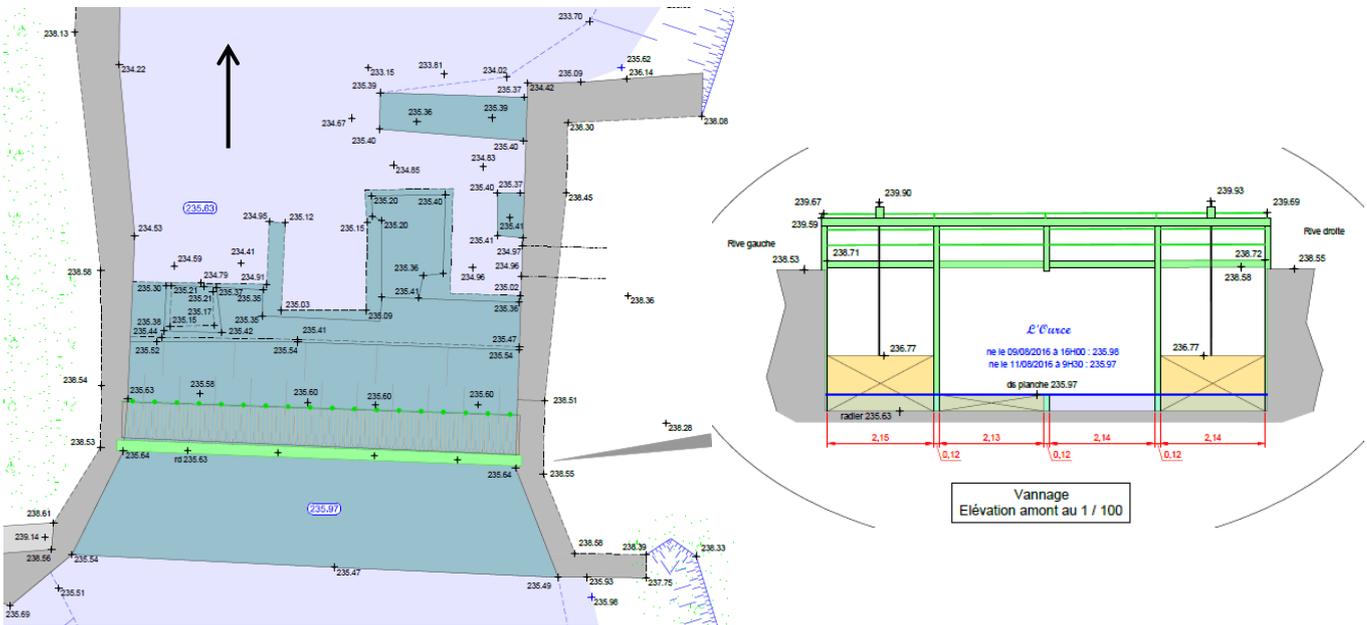
Les numéros des transects ne correspondent pas à ceux du modèle d'HEC-RAS (se reporter aux figures précédentes)

Les données du bief de Villote n'ont pas été utilisées

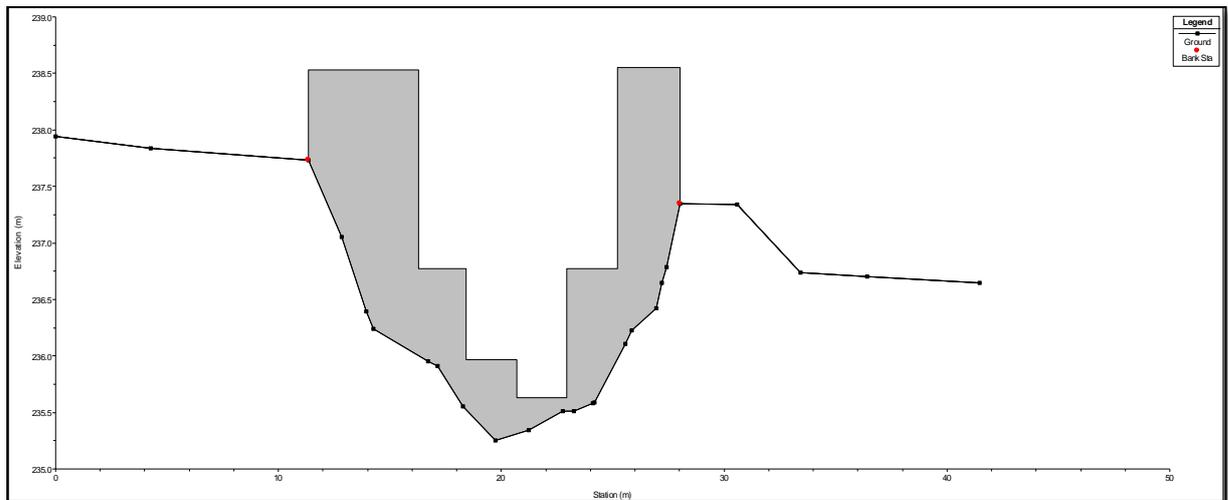


Annexe 16: Détails des ouvrages hydrauliques de la modélisation

➤ Ouvrage Ancien Moulin Neuf

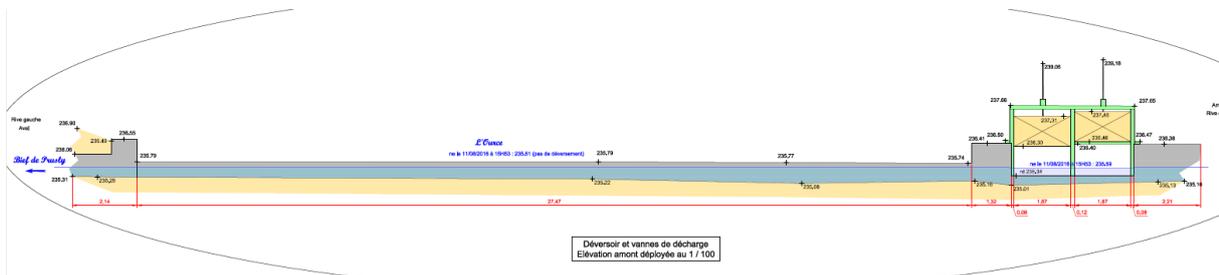
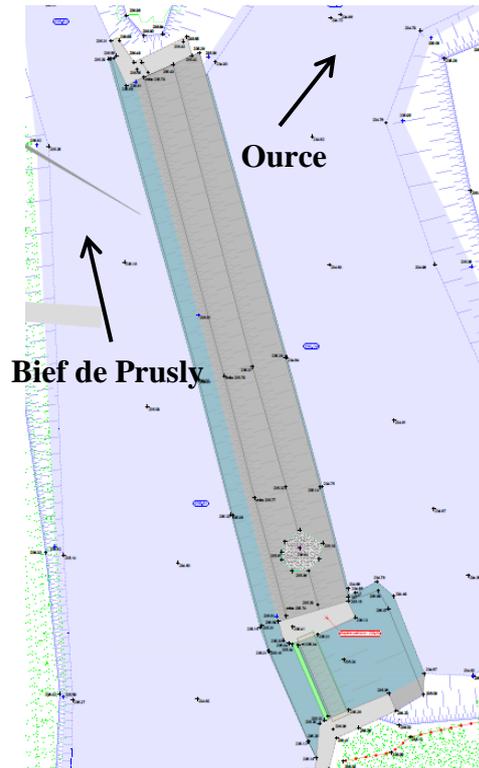


Ouvrage Ancien Moulin Neuf (GeoPlan)

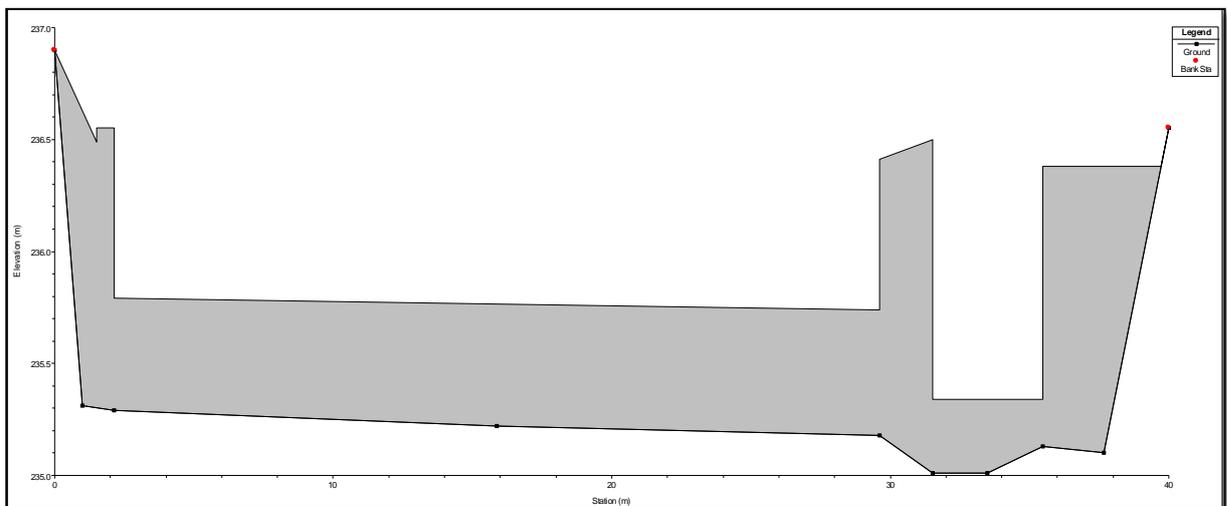


Modélisation de l'ouvrage Ancien Moulin Neuf sur HEC-RAS

➤ Ouvrage Ancien Fourneau

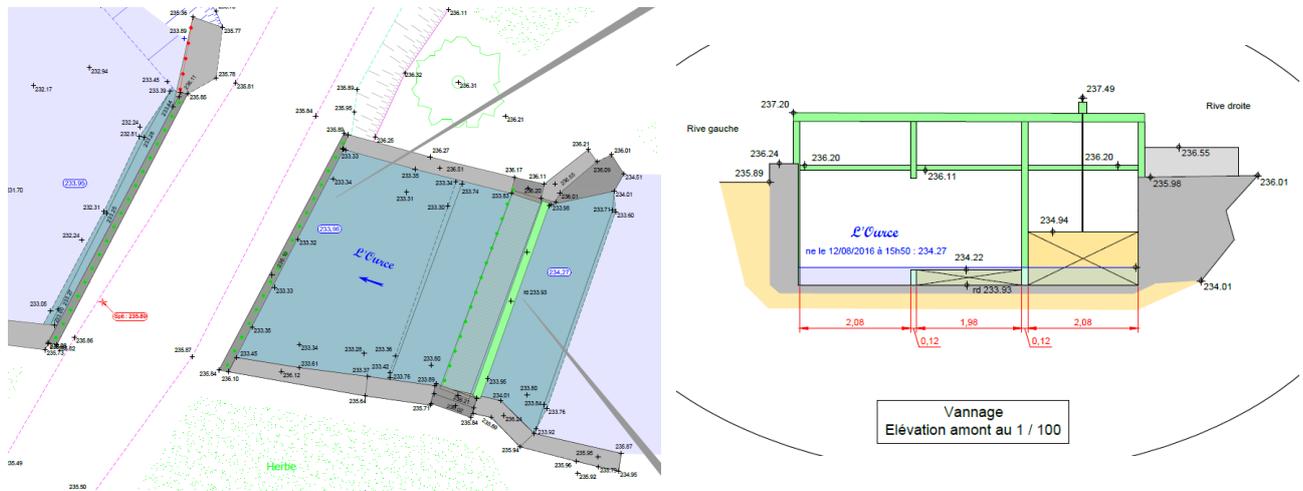


Ouvrage Ancien Fourneau (GeoPlan)

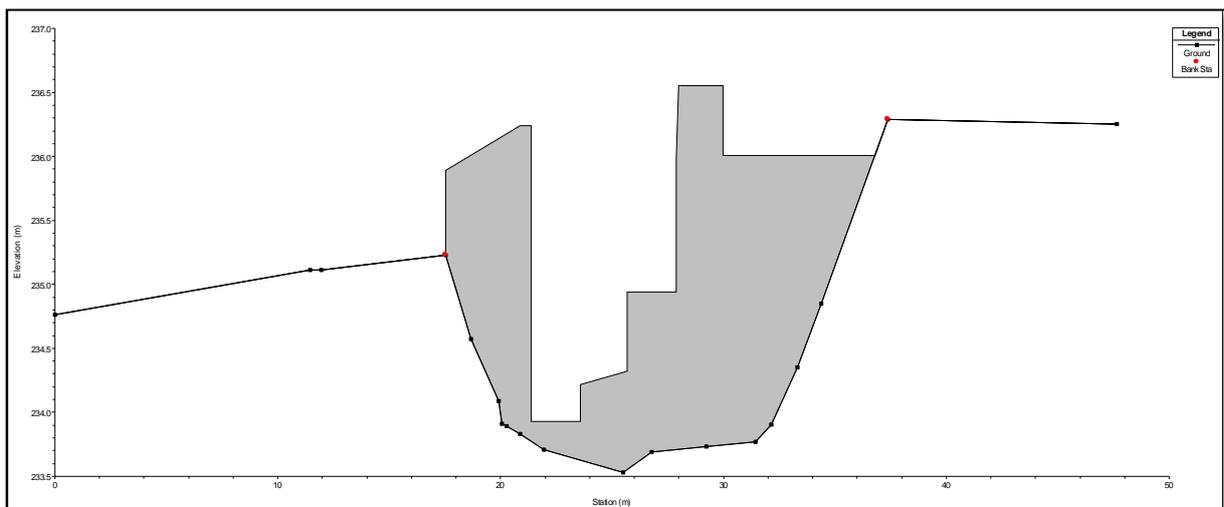


Modélisation de l'ouvrage Ancien Fourneau sur HEC-RAS

➤ Ouvrage Ancienne Scierie

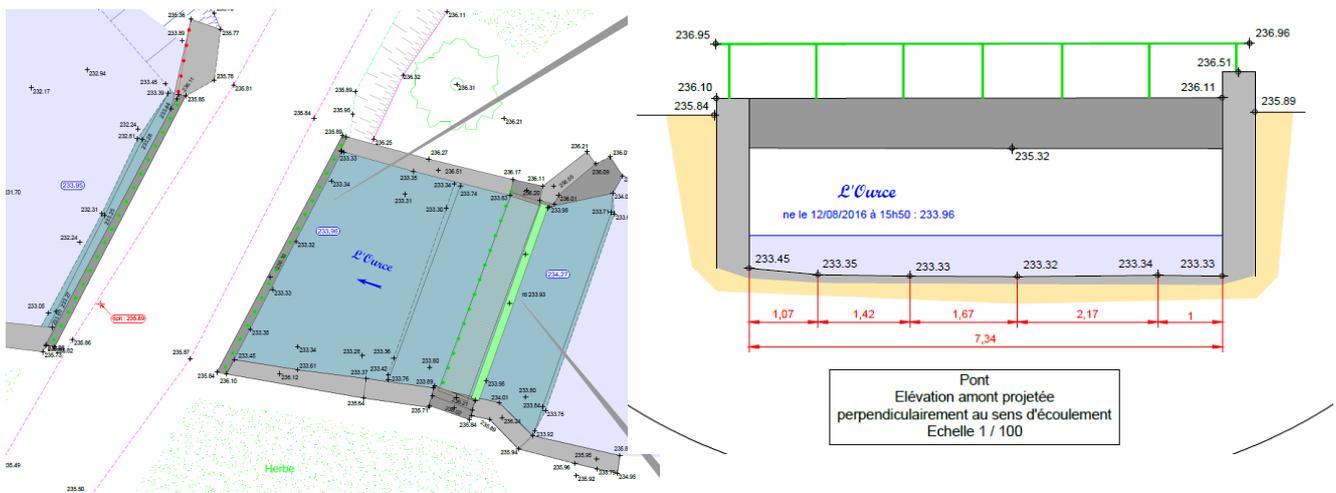


Ouvrage Ancienne Scierie (GeoPlan)

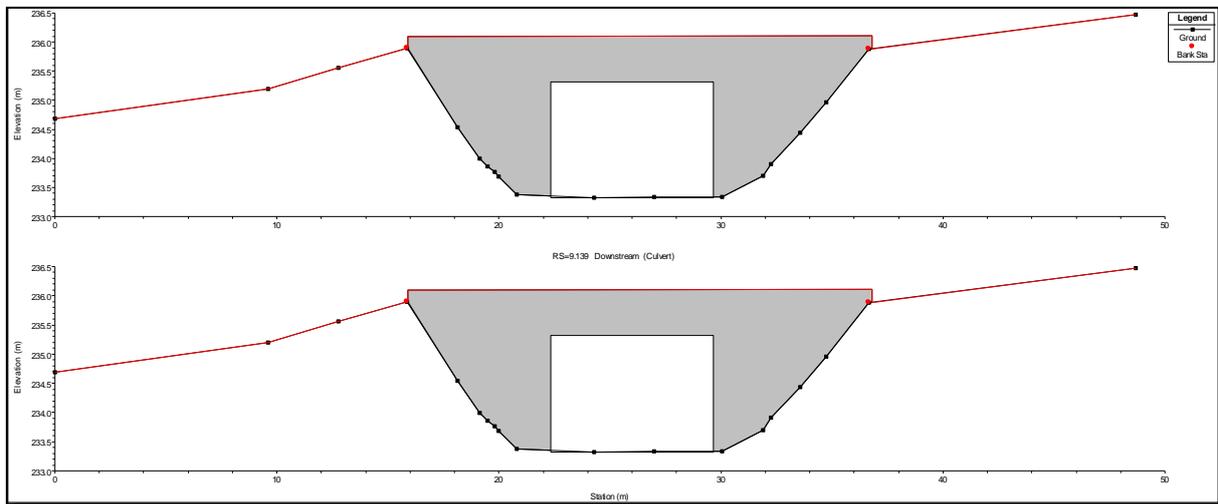


Modélisation de l'ouvrage Ancienne Scierie sur HEC RAS

➤ Pont sur le Chemin des Moulin sur l'Ource

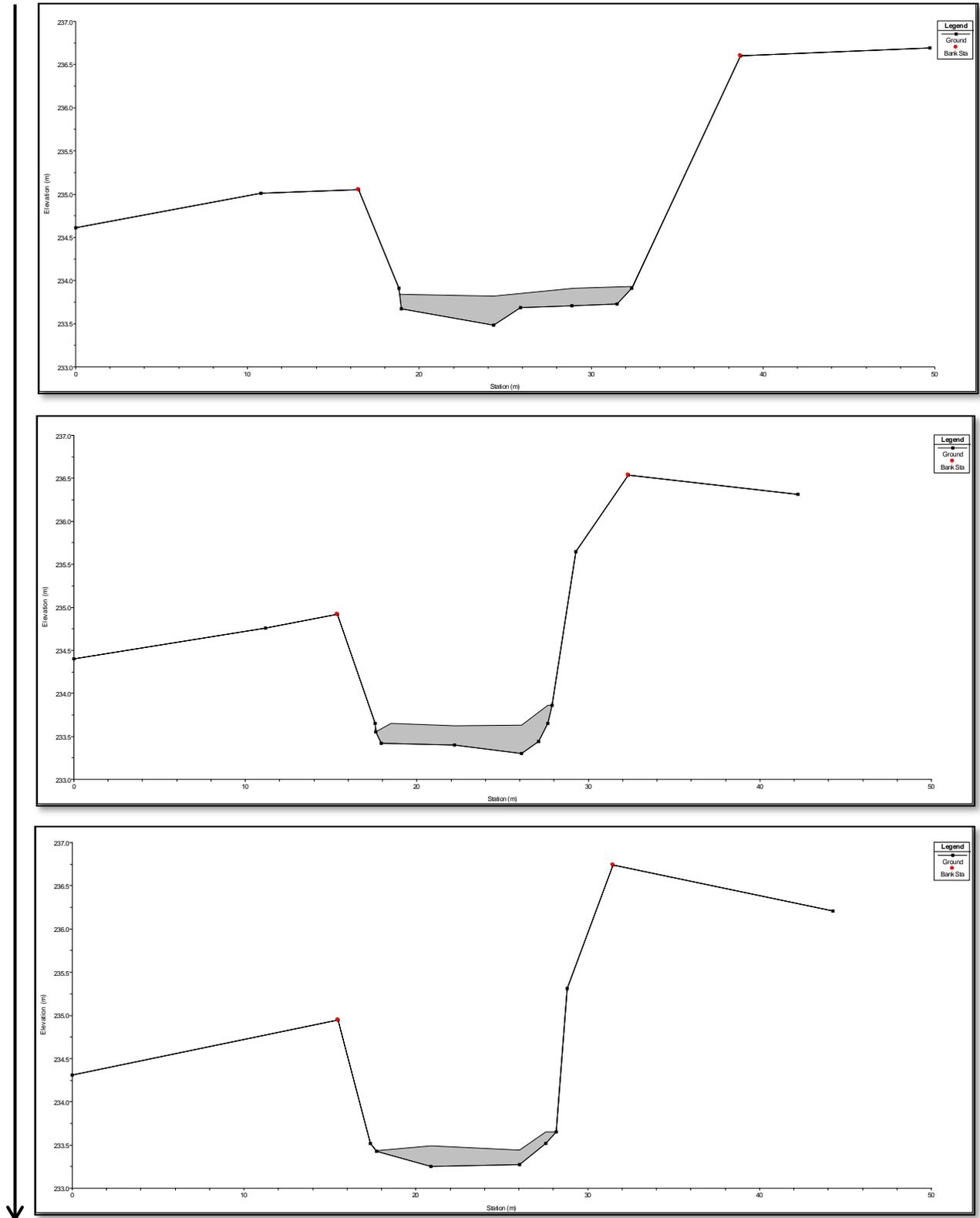


Pont Chemin des Moulins sur l'Ource



Modélisation du Pont traversant l'Ource

AMONT ➤ Les seuils



AVAL

Modélisation des seuils sur HEC RAS

Annexe 17: Variations moyennes des hauteurs d'eau (en m) pour le Qmn et le Module

Transect	Qmn (0.31 m ³ /s)	Module (4.55 m ³ /s)
22	0.01	-0.08
21	-0.05	-0.25
20	-0.09	-0.33
19	-0.33	-0.6
18	-0.2	-0.22
17	-0.45	-0.4
16	-0.53	-0.49
15	/	/
14	/	/
13	0	0.13
12	0	0.03
11	-0.12	-0.19
10	-0.22	-0.36
Pont	-0.2	-0.02
9 (seuil)	-0.2	-0.04
8 (seuil)	-0.18	0.03
7 (seuil)	-0.21	0.19
6	0.01	0.22
5	0	0.23
4	0	0.19
3	0	0.12

Annexe 18: Variations moyennes des hauteurs d'eau (en m) pour les débits de crue

Rivière	Transect	Q2 (27.76 m ³ /s)	Q5 (40.18 m ³ /s)	Q20 (56.26 m ³ /s)
Ource	22	-0.24	-0.28	-0.31
	21	-0.4	-0.41	-0.42
	20	-0.47	-0.48	-0.49
	19	-0.63	-0.62	-0.62
	18	0.01	0.03	0.05
	17	-0.11	-0.13	-0.11
	16	-0.15	-0.19	-0.25
	15	/	/	/
	14	/	/	/
	13	0.07	0.08	0.09
	12	0	0.03	0.03
	11	-0.05	-0.01	0.01
	10	-0.13	-0.04	-0.01
	Pont	0.01	0.05	0.04
	9 (seuil)	0.06	0.06	0.04
	8 (seuil)	0.06	0.06	0.03
	7 (seuil)	0.06	0.06	0.04
	6	0.07	0.07	0.05
	5	0.06	0.06	0.05
	4	0.05	0.05	0.04
3	0.02	0.01	0	
Bief de Prusly	35.1	-0.07	-0.09	-0.08
	35	-0.04	-0.06	-0.03
	34	-0.07	-0.07	-0.07
	33	-0.07	-0.08	-0.08
	32	-0.08	-0.08	-0.08
	31	-0.07	-0.05	-0.02
	30	-0.05	-0.04	-0.01
	29	0	0	0.01
	28	0.01	0.01	0.02
Fausse rivière	43	-0.12	-0.05	0.01
	42	-0.12	-0.04	0.01
	41	-0.12	-0.04	0.01
	40	-0.12	-0.04	0.01
	39	-0.13	-0.03	0
	38	-0.11	-0.03	0
	37	-0.07	-0.02	0.01
	36	-0.04	-0.02	-0.02
	35.9	-0.01	-0.01	-0.01

Annexe 19: Calcul du volume de sédiments mis en mouvement après effacement

Le volume approché des sédiments mis en mouvement peut être estimé grâce à un calcul d'intégrale.

On suppose que l'aire correspondant aux sédiments mis en mouvement est égale à

$$S(x) = H(x) \times L(x) \quad H(x) = H_i + \frac{H_f - H_i}{l} \times x \quad L(x) = L_i + \frac{L_f - L_i}{l} \times x$$

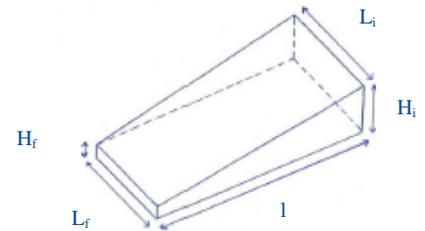
Avec H_i différence hauteur avant/après effacement du transect amont

H_f différence hauteur du transect aval

L_i largeur du transect amont

L_f largeur du transect aval

l distance entre les deux transects



Après développement :

$$S(x) = \left[\frac{(H_f - H_i) \times (L_f - L_i)}{l^2} \right] \times x^2 + \left[\frac{H_i \times (L_f - L_i) + L_i \times (H_f - H_i)}{l} \right] \times x + H_i \times L_i$$

$S(x)$ est sous la forme $S(x) = ax^2 + bx + c$

Le volume de sédiments V mobilisés correspond à l'intégrale de $S(x)$:

$$V = \int_0^l S(x) dx$$

$$V = \left[\frac{1}{3} \times a \times x^3 + \frac{1}{2} \times b \times x^2 + c \times x + d \right]_0^l$$

$$V = \frac{1}{3} \times a \times l^3 + \frac{1}{2} \times b \times l^2 + c \times l$$

Si $V > 0$, les sédiments ont été déposés

Si $V < 0$, les sédiments ont été érodés.

Transects	Li (m)	Lf (m)	Hi (m)	Hf (m)	l (m)	a	b	c	V (m ³)
22 à 21	17.34	16.11	0	0.15	89	-2.33E-05	2.92E-02	0	110
21 à 20	16.11	21.43	0.15	0	67	-1.78E-04	-2.42E-02	2.4165	89
20 à 19	21.43	17.76	0	-0.18	99	6.74E-05	-3.90E-02	0	-169
18.5 à 18	16.65	15.55	-0.06	0	61	-1.77E-05	1.75E-02	-0.999	-29
18 à 17	15.55	13.12	0	0.46	70	-2.28E-04	1.02E-01	0	224
16 à 14.71	12.84	40	0.54	0	78	-2.41E-03	9.91E-02	6.9336	461
14.71 à 14.4657	40	36.03	0	-0.08	19	8.80E-04	-1.68E-01	0	-28
14.4657 à 13	36.03	12.27	-0.08	0	115	-1.44E-04	4.16E-02	-2.8824	-129

Annexe 20: La puissance spécifique de l'Ource

Le tableau suivant précise l'érodabilité des berges en fonction de la puissance spécifique (Malavoi) :

Puissance spécifique (W/m²)	< 10	10 – 30	30 – 100	> 100
Erodabilité des berges	Nulle	Faible	Moyenne	Forte

Transects	Débit de plein bord Q1 (m³/s)	Pente (m/m)	Largeur moyenne au miroir (m)	Puissance (W/m)	Puissance spécifique (W/m²)
22 à 21	22	0.00326	14.4	703.6	48.7
21 à 19	22	0.00143	15.3	308.6	20.2
19 à 15	22	0.00133	12.9	287.0	22.2
14 à 12	17.87	0.00205	14.2	359.4	25.3
12 à 9	17.56	0.00098	13.9	168.8	12.1
6 à 4	17.56	0.00149	10.4	256.7	24.6
4 à 2.6	17.56	0.00305	10.5	525.4	50.0
2.6 à 2	22	0.00149	14.4	321.6	22.3
2 à 1	22	0.00217	14.9	468.3	31.4

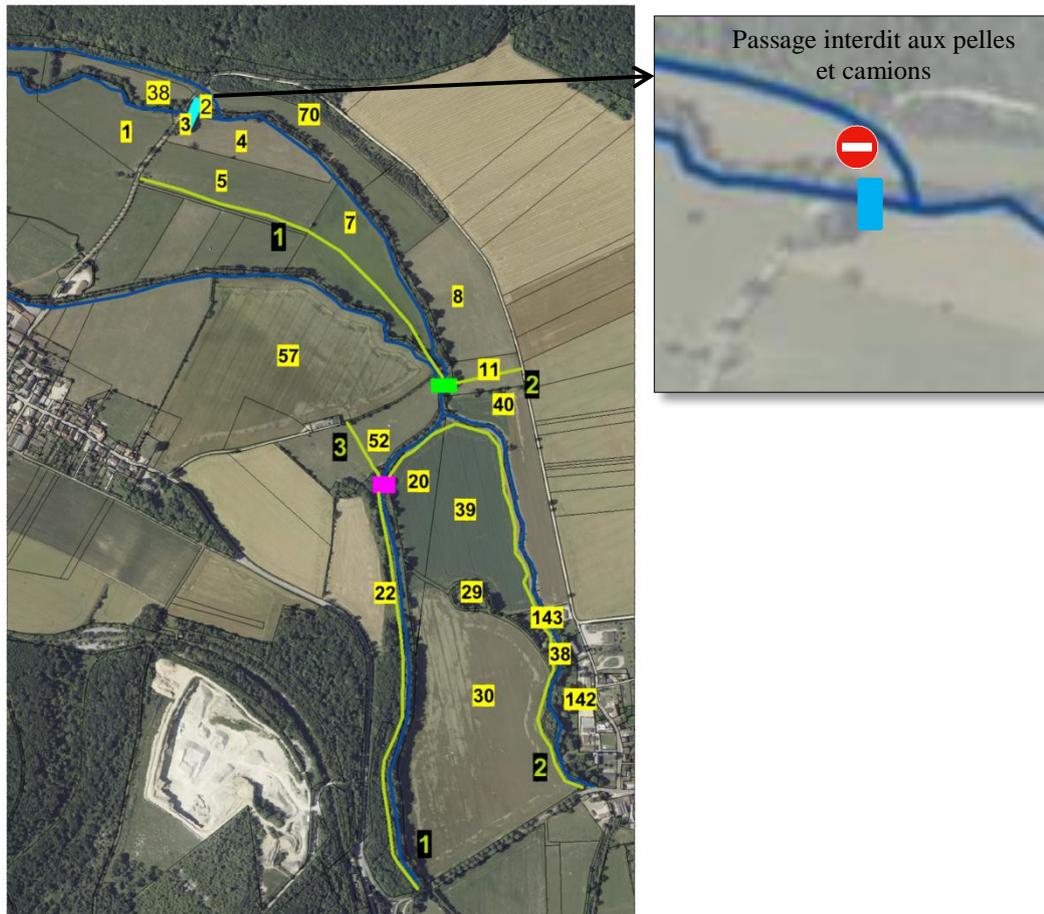
Annexe 21: Budget prévisionnel

Désignation	Unité	Quantité estimée	Prix unitaire HT	Prix total HT
Ancien Moulin Neuf				
Les prix comprennent l'évacuation et le traitement des déchets				
Installation et repli de chantier (y compris constat d'huissier, abatage d'arbres, rampe d'accès, dépose et repose de clôtures ...)	Forfait	1	2711.38	2711.38
Préparation, sécurisation et isolement du chantier	Forfait	1	3649.00	3649.00
Démentellement des portiques et du coursier et consolidation du bajoyer droit de l'ouvrage Ancien Moulin Neuf	Forfait	1	2729.50	2729.50
Sous-total HT				9089.88
Ancien Fourneau + ouvertures digue + abreuvoir				
Les prix comprennent l'évacuation et le traitement des déchets				
Installation et repli de chantier (y compris constat d'huissier, abatage d'arbres, rampe d'accès, dépose et repose de clôtures ...)	Forfait	1	2711.38	2711.38
Préparation, sécurisation et isolement du chantier	Forfait	1	3649.00	3649.00
Démentellement des portiques et du coursier et consolidation du bajoyer droit de l'ouvrage Ancien Fourneau	Forfait	1	2729.50	2729.50
Ouvertures Digue	Forfait	1	1500.00	1500.00
Abreuvoirs - plaquettes	Forfait	1	1800	1800
Sous-total HT				12389.88

Désignation	Unité	Quantité estimée	Prix unitaire HT	Prix total HT
Ancienne Scierie + seuils + dalot chemin des moulins + abreuvoirs Les prix comprennent l'évacuation et le traitement des déchets				
Installation et repli de chantier (y compris constat d'huissier, abatage d'arbres, rampe d'accès, dépose et repose de clôtures ...)	Forfait	1	2711.38	2711.38
Préparation, sécurisation et isolement du chantier	Forfait	1	3649.00	3649.00
Démentellement des portiques et du coursier et consolidation du bajoyer droit de l'ouvrage Ancienne Scierie	Forfait	1	2729.50	2729.50
Démentellement seuil en pierre	Forfait	3	1292.75	3878.25
Création des épis	Forfait	2	1500	3000
Abreuvoirs - plaquettes	Forfait	2	1800	3600
Dalot chemin des Moulin	Forfait	1	12000	12000
Sous-total HT				31568.13
Prolongement canalisation station de traitement (Voir Syndicat des eaux de Brion-sur-Ource)				
Total HT				53047.89
Divers et imprévus	10%			5304.79
Total HT				58352.68

Annexe 22: Voies d'accès et numéros de parcelles

La figure suivante présente les voies d'accès pour les travaux avec les parcelles concernées :



➤ Trois possibilités d'accès sont proposées pour l'ouvrage Ancien Moulin Neuf:

- 1** : Passage par la forêt si le chemin est suffisamment large pour le passage des engins,
- 2** : Au départ de Villotte-sur-Ource, prendre le passage à gué à côté du petit pont et longer la bande enherbée (parcelles 30, 142, 38, 143, 39, 20).
- 3** : En passant par la station d'épuration, couper à travers la parcelle 52.

➤ Deux possibilités d'accès sont proposées pour l'ouvrage Ancien Fourneau, l'ouverture des digues et l'abreuvoir:

- 1** : Traversée des parcelles 5 et 7
- 2** : Traversée de la parcelle 11

➤ Une possibilité d'accès pour l'ouvrage Ancienne scierie, les seuils, les abreuvoirs et le dalot du Chemin du Moulin :

Il n'y a pas de difficultés d'accès pour les travaux de ce secteur. Les engins pourront emprunter le Chemin du Moulin mais ne pourront pas circuler au-delà du pont (risque d'effondrement).

Annexe 23: Calendrier prévisionnel

	Ancien Moulin Neuf				Ancien Fourneau + Ouvertures digue + abreuvoir							Ancienne scierie + Seuils + Dalot chemin des Moulins + abreuvoirs						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Amené du matériel	■				■							■						
Dépose et repose des clôtures	■			■	■							■	■					■
Démantèlement de l'ouvrage		■	■			■	■						■	■				
Démantèlement des seuils															■			
Création des épis																■		
Dalot/Ouvertures								■								■		
Aménagement abreuvoir									■								■	
Prolongement de la canalisation										■								
Replis du matériel et remise en état du chantier				■							■							■

