



**HAL**  
open science

# Planification et mise en œuvre d'une étude pour restaurer la continuité écologique sur le ru de Berne

Julia Duffroy

► **To cite this version:**

Julia Duffroy. Planification et mise en œuvre d'une étude pour restaurer la continuité écologique sur le ru de Berne. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2020. dumas-03575075

**HAL Id: dumas-03575075**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03575075v1>**

Submitted on 15 Feb 2022

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

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



---

## PLANIFICATION ET MISE EN ŒUVRE D'UNE ETUDE POUR RESTAURER LA CONTINUITÉ ECOLOGIQUE SUR LE RU DE BERNE

Site des étangs de Saint- Pierre - Forêt domaniale de Compiègne

---

Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme d'ingénieur de l'ENGEES par apprentissage

**Rédaction :** DUFFROY Julia

**Maîtres de stage :**

COLAS Sarah

JAMINON Jérôme

DESCHAMPS Sébastien

**Tuteur école :** RIXHON Gilles



## REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes ayant contribué au parfait déroulement de mon Travail de Fin d'Etude, m'ayant guidée dans les différentes étapes de mon apprentissage. Ce travail fut un véritable enrichissement personnel et professionnel.

Tout d'abord, je remercie l'équipe pédagogique de l'ENGEES pour avoir veillé au bon déroulement de ce travail. Je tiens particulièrement à remercier ma tutrice Mme Corine GRAC, professeure à l'ENGEES pour son suivi durant mes trois années d'apprentissage et pour nos nombreux échanges.

Mes remerciements vont également à toute l'équipe de l'Agence Territoriale Picardie de l'ONF pour leur accueil et leur disponibilité. Davantage, je remercie mes collègues et amis du Service Environnement et Accueil du Public pour le travail effectué ensemble et la dynamique que nous avons su apporter au service.

Je remercie ma maître d'apprentissage Mme Sarah COLAS MATUSKA pour son encadrement lors du début de ce travail mais également lors de ma formation d'apprentie au sein du Service Environnement et Accueil du Public de l'ONF. Je remercie également Mr Jérôme JAMINON, responsable de l'Unité Territoriale de Compiègne et Mr Sébastien DESCHAMPS directeur du Syndicat Mixte Oise Aronde pour la prise de relais de tutorat de ce travail. Un grand merci pour leur disponibilité et leurs précieux conseils lors du déroulement de cette mission.

Je tiens tout particulièrement à remercier Mr Julien LEFEVRE, technicien forestier à l'Unité Territoriale de Compiègne et binôme indispensable sur ce travail, pour son encadrement au quotidien et tous ses savoirs partagés. Je suis très reconnaissante de son appui, sa disponibilité, ses conseils et sa bonne humeur sur l'ensemble de nos projets en collaboration.



## RESUME

### **Planification et mise en œuvre d'une étude pour restaurer la continuité écologique sur le ru de Berne**

L'Office National des Forêts est un acteur majeur du développement durable en France. Gestionnaire des milieux forestiers, son champ d'action environnementale est très diversifié. La construction, la gestion et le suivi de projet environnementaux sont le cœur de métier du Service Environnement et Accueil du Public (SEAP), toujours appuyé par l'Unité Territoriale du massif forestier concerné. Ce large domaine d'intervention implique la coopération avec d'autres acteurs aux compétences complémentaires agissant sur les territoires communs.

La conduite de ce projet de restauration de continuité écologique sur un tronçon du ru de Berne est l'exemple type d'une coopération entre plusieurs acteurs, permettant de mener à bien un projet d'intérêt écologique. Ce travail en réseau est indispensable sur des sujets aussi spécifiques notamment via une maîtrise d'ouvrage avec un expert de gestion des masses d'eau.

À travers la restauration de continuité écologique du cours d'eau, le présent travail de fin d'étude, expose une démarche de gestion de projet, du déroulement de la phase étude à la préparation de la phase de réalisation des travaux. Bien que chaque conduite de projet soit différente, ce document propose un exemple de démarche, incluant les points centraux de la gestion, l'anticipation des aléas majeurs, l'ajustement des diverses dérives, les pistes d'améliorations. Il présente également le travail d'un chef de projet ainsi que l'importance de la collaboration avec le réseau et l'appui des partenaires techniques.

## ABSTRACT

### **Planning and implementation of the ecological continuity study on the Berne stream**

The National Forest Office is one of the main sustainable development operators in France. As a natural environment manager, his environmental actions are diversified. The environment and public welcome service (SEAP) is working on construction and management of varied environmental projects. Each forest is managed by a territorial unity, helping the SEAP on specific projects. The large fields of expertise involves the cooperation with different skilled workers for a same territory.

This project concerns an ecological restoration of a section of Berne stream. It's an interesting example of working collaboration with a water management expert, in order to resolve ecological problems.

Through this internship, the ecological project introduces a working management approach, from the study to the preparation of the execution stage. This document exposes one of the project management method, constructed step by step. This approach is constructed in respecting each deadlines (especially administrative deadlines), every step is adapted according to these periods. The method includes main management points such as vagary anticipation, adjustment points and improvement tracks.



## Table des matières

INTRODUCTION .....	13
I. CONSTRUCTION DU PROJET .....	14
A. Contexte .....	14
B. Définition du projet .....	16
C. Application au travail de fin d'étude .....	22
II. CONDUITE DE PROJET .....	24
A. Définition de la problématique et des objectifs .....	24
B. Préparation de l'étude .....	25
C. Le budget .....	28
D. L'organisation .....	30
III. L'ETUDE & LES ATTENTES .....	33
A. La prestation du Bureau d'étude .....	34
B. Le diagnostic .....	35
C. Les esquisses .....	55
D. L'avant-projet .....	58
E. Des aménagements similaires concluant pour la restauration de la continuité écologique ..	60
CONCLUSION .....	67
BIBLIOGRAPHIE .....	68
WEBOGRAPHIE .....	69
ANNEXES .....	70



## Table des annexes

ANNEXE 1: Convention de partenariat SMOA/ONF .....	70
ANNEXE 2: Extrait de la cartographie des zones à dominante humide Recensées sur la commune de Vieux-Moulin issue de CARMEN, DREAL Hauts-de-France .....	71
ANNEXE 3:Tableau de comparatif des offres reçues par les bureaux d'étude.....	73
ANNEXE 4:Tableau présentant le détail des jours consacrés au projet pour chacun des personnels ONF.....	74
ANNEXE 5:Détail du budget prévisionnel de l'étude .....	75
ANNEXE 6:Planning prévisionnel de l'étude .....	76
ANNEXE 7:Planning prévisionnel de l'étude présenté par BIEF CARICAIE.....	77
ANNEXE 8:Décomposition du réseau NATURA 2000 et caractéristiques .....	77
ANNEXE 9:Extrait de la cartographie de la zone NATURA 2000 sur le massif forestier de Compiègne, ainsi que la fiche descriptive issue d'INPN.....	78
ANNEXE 10:Décomposition et caractéristiques des différentes ZNIEFF.....	79
ANNEXE 11:Extrait de la cartographie du zonage ZNIEFF de type 1 « Massif forestier de Compiègne, Laigue et Ourscamps – Carlepont » ainsi que la fiche descriptive issue de géoportail.....	80
ANNEXE 12:Détail des parcelles abritant des zones humides sur la zone directe impliquée par projet issu du rapport SCE de 2012.....	81
ANNEXE 13:Tableau exposant les résultats de la qualité physico-chimiques des eaux du ru de Berne, analysées par le bureau d'étude Hydrosphère en 2016.....	82
ANNEXE 14:Tableau présentant les paramètres nécessaires au calcul de la note IBGN représentative de la qualité hydrobiologique des eaux du ru de Berne, analysées par le bureau d'étude Hydrosphère en 2016.....	82
ANNEXE 15:Application du protocole ICE de l'ONEMA 2014 permettant d'évaluer la franchissabilité piscicole de l'ouvrage ROE 106 576 (source : Rapport de la phase DIAGNOSTIC et ESQUISSE – BIEF CARICAIE, 2020).....	83
ANNEXE 16:Cartographie des différentes zones inventoriées lors des relevés de flore patrimoniale en Mai 2020 (source : ONF).....	85
ANNEXE 17:Cartographie des points d'écoute de chiroptères en 2010 (source : ONF).....	86
ANNEXE 18:Profils en travers des différents tronçons d'étude sur le ru de Berne (source : Rapport de la phase DIAGNOSTIC et ESQUISSE – BIEF CARICAIE, 2020) .....	87
ANNEXE 19:Profils en long du tronçon R7 bis-R6 (source : Rapport de la phase DIAGNOSTIC et ESQUISSE – BIEF CARICAIE, 2020) .....	92
ANNEXE 20:Photos et plans de l'ouvrage E4 (source : Rapport de la phase DIAGNOSTIC et ESQUISSE – BIEF CARICAIE, 2020).....	93
ANNEXE 21: Photos et plans de l'ouvrage E6 (source : Rapport de la phase DIAGNOSTIC et ESQUISSE – BIEF CARICAIE, 2020).....	94
ANNEXE 22:Schématisation des propositions d'aménagement n°1 & 2 du ru de Berne (source : BIEF-CARICAIE).....	95
ANNEXE 23:Tableau rassemblant les détails permettant la comparaison et le choix entre le scénario 3 & 4 .....	96

ANNEXE 24:Vue en plan de l'aménagement de l'AVP solution 1 (source : BIEF-CARICAIE) .....	97
ANNEXE 25:Vue en plan de l'aménagement de l'AVP solution 2 (source : BIEF-CARICAIE) .....	98
ANNEXE 26:Profils en travers des futurs aménagements (source : BIEF-CARICAIE) .....	99

## Liste des tableaux

Tableau 1: Codes ROE des ouvrages hydrauliques situés sur le ru de Berne .....	21
Tableau 2:éléments constituant la demande de subvention auprès de l'AESN .....	29
Tableau 3 : Plan de financement prévisionnel du projet .....	29
Tableau 4 : Descriptif réglementaire du ru de Berne .....	36
Tableau 5: Descriptif de l'hydromorphologie du ru de Berne .....	40
Tableau 6:Caractéristiques générales du ru de Berne .....	41
Tableau 7: Paramètres définissant la qualité physico-chimique relevée sur le ru de Berne en 2015-2016 .....	42
Tableau 8: Paramètres définissant la qualité biologique relevée sur le ru de Berne en 2015-2016.....	42
Tableau 9: Peuplement piscicole relevé sur le ru de Berne en 2018.....	44
Tableau 10:Facteurs de perturbations et impacts sur l'écosystème du ru de Berne .....	44
Tableau 11: classes de franchissabilité.....	45
Tableau 12: Débits caractéristiques utilisés pour l'étude sur le ru de Berne .....	48
Tableau 13 : caractéristiques générales des ouvrages impliqués dans l'étude.....	52
Tableau 14: Présentation des caractéristiques d'aménagement des scénarios 4 et 4bis .....	58
Tableau 15:Tableau comparatif d'aide à la décision entre les scénarios 4 et 4bis .....	60

## Liste des figures

Figure 1 : Localisation du bassin Oise Aronde (source : gesteau.fr) .....	14
Figure 2: détail hydrographique du bassin Oise Aronde (source : www.smoa.fr).....	14
Figure 3 : Les agences et directions territoriales de l'ONF (onf.fr).....	15
Figure 4 : Cartographie du réseau hydrographique sur le site d'étude (source : ONF) .....	17
Figure 5 : Répartition des Etangs Saint Pierre en 1832.....	18
Figure 6 : Cartographie du site issue de données LIDAR (source : Vol lidar ONF 2014) .....	19
Figure 7: Localisation des ouvrages hydrauliques sur le ru de Berne (source : ONF) .....	20
Figure 8 : Cartographie des enjeux du site (source : ONF).....	21
Figure 9 : Objectifs larges de chacun des groupes d'acteurs du projet.....	22
Figure 10 : Répartition large des tâches du projet (source : ONF).....	25
Figure 11 : Schématisation du déroulé du projet (source : ONF) .....	26
Figure 12 : Schématisation de la procédure de recrutement d'un prestataire (source : ONF).....	27
Figure 13: Schématisation de la phase de préparatoire de l'étude (source : ONF).....	27
Figure 14: Méthodologie de mise en place du rétro-planning (source : ONF) .....	30
Figure 15: Schématisation de l'équipe projet (source : ONF) .....	31
Figure 16 : Répartition des missions entre le maître d'ouvrage et le bureau d'étude (source : ONF) ..	33
Figure 17: Carte postale ancienne datant de 1905.....	38
Figure 18:Localisation du Pavillon Eugénie et de son périmètre de protection.....	39
Figure 19:Profil en travers de forme trapézoïdale du ru de Berne .....	40
Figure 20:Hydromorphologie du ru de Berne proche du ROE 106 576 .....	41
Figure 21:localisation des ouvrages restaurés sur l'Ortille et le Vivier Frère Robert .....	43
Figure 22:Cartographie des espèces floristiques patrimoniales présentes sur le site (source : ONF)..	47
Figure 23: Cartographie de la faune inventoriée sur le site (source : ONF) .....	47
Figure 24:Vue en plan du tronçon R7 bis - R6 et localisation des différents profils relevés.....	49
Figure 25:Vue en plan du tronçon R7 bis - R6 et localisation des différents profils relevés.....	50
Figure 26: Cartographie des différents ouvrages sur le ru de Berne .....	51
Figure 27 : Photographies de l'ouvrage R6. ....	52
Figure 28: Photographies de l'ouvrage R6. Gauche .....	52
Figure 29 : Plans de l'ouvrage R6 après les levés réalisés le 17.04.20.....	53
Figure 30: Photographie de l'ouvrage R7. ....	54
Figure 31 : Photographies de l'ouvrage R7, vue aval.....	54
Figure 32: Photographies de l'ouvrage R7bis.....	55
Figure 33: ouvrage R7bis. Gauche : .....	55
Figure 34: Protocole mis en place suite aux retours de l'ABF .....	
Figure 35: Schématisation des propositions d'aménagement pour les scénarios 4 et 4bis.....	59
Figure 36: Photographies de l'ouvrage R2 et du ru de Berne après restauration en 2020.....	

## GLOSSAIRE

Continuité écologique : libre circulation des organismes vivants et leur accès aux zones indispensables à leur reproduction

Géomorphologie : étude des reliefs et des processus qui les façonnent ;

Hydrosystème : écosystème aquatique ;

Hygrophile : qui a une préférence pour les milieux humides ;

Ponceau : Petit pont d'une seule travée ;

Ru : Terme hydrologique vieille pour désigner des courants d'eau faibles et de petite profondeur.

## LISTE DES ABREVIATIONS

AAPPMA : Associations Agréées de Pêche et de Protection du Milieu Aquatique

COD : Carbone Organique Dissout

DCE : Directive Cadre sur l'Eau

DCO : Demande Carbone Organique

EPIC : Établissement Public Industriel et Commercial

IBGN : Indice Biologique Global Normalisé

LIDAR : Light Detection And Ranging

OFB : Office Français pour la Biodiversité

ONF : Office National des Forêts

PDPG : Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion des ressources piscicoles

PNR : Parc Naturel Régional

PPRE : Plan de Pluriannuel Restauration et Entretien

ROE : Référencé Obstacle à l'Écoulement

SAGE : Schéma Directeur de Gestion des Eaux

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

SEAP : Service Environnement et Accueil du Public

SIG : Système d'Information Géographique

SMOA : Syndicat Mixte Oise Aronde

STEP : Station d'Épuration

UT : Unité Territoriale

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Écologique Faunistique et Floristique

## INTRODUCTION

L'eau douce ne représente que 2.5% du volume d'eau total sur la planète, c'est une ressource naturelle dont les enjeux de préservation sont élevés. A l'origine de la vie sur Terre, l'eau douce est mobilisée pour la majorité des besoins et des activités anthropiques. Les préoccupations environnementales et les conflits d'usages ayant été pris en compte tardivement, les masses d'eau ont intensément été modifiées et transformées par la main de l'Homme, notamment par l'aménagement des cours d'eau.

En France, plusieurs dizaines de milliers d'ouvrages hydrauliques (barrages, écluses, seuils, moulins) ont été installés sur les cours d'eau. La plupart, recensés comme des obstacles, sont à l'origine de profondes transformations de l'hydrologie et de la morphologie des milieux aquatiques et perturbent fortement le fonctionnement de ces hydrosystèmes. Ces transformations altèrent la diversité et la qualité des habitats aquatiques dont dépendent les cycles de vie de nombreuses espèces. Ces obstacles fragmentent les cours d'eau et entravent ainsi les déplacements millénaires des espèces migratrices, limitant l'accès aux habitats disponibles, isolant génétiquement les populations et perturbant les processus sédimentaires naturels.

Les premières lois concernant la gestion de l'eau n'apparaissent qu'au XVIIIème siècle et les préoccupations environnementales dans le droit de l'eau français n'apparaissent qu'à la deuxième moitié du XXème siècle. Si la loi de 1964 vise à satisfaire les besoins des usagers, la notion d'atteinte des objectifs du bon état écologique pour tous les milieux aquatiques n'apparaît qu'en 2000 avec la directive cadre sur l'eau (DCE). Il faudra attendre la loi Grenelle de 2009 et 2010 pour une prise en compte de la continuité écologique sur les cours d'eau. La loi Grenelle met en place des démarches permettant de préserver et remettre en état les milieux aquatiques, dont un plan national pour la restauration de la continuité écologique suivant les objectifs de la trame bleue.

Un des outils permettant de répondre à cet objectif est le recensement des obstacles à l'écoulement par l'Office Français de la Biodiversité (anciennement ONEMA). L'OFB a développé deux banques de données qui intègrent un système d'information sur l'eau. La première recense les ouvrages référencés obstacles à l'écoulement (ROE), la seconde évalue leurs impacts sur la continuité écologique.

Suite aux recensements des ROE, les propriétaires de ces ouvrages ont été informés de l'obligation de restauration. Les ouvrages figurant sur la liste 2 de l'article L214-17 du code de l'environnement présentaient une obligation de restauration dans un délai de 5 ans après parution des arrêtés de bassin.

De nombreux ouvrages hydrauliques sont positionnés sur les rus forestiers pour le franchissement des routes forestières. L'ONF, étant gestionnaire des forêts domaniales françaises, se retrouve ainsi confronté à la mise aux normes écologiques de ces ouvrages, par leur restauration.

Le ru de Berne en forêt domaniale de Compiègne en Picardie fait partie des rus forestiers concernés par la présence de ROE. En plus du positionnement de plusieurs ROE en série sur le cours d'eau impliquant une discontinuité écologique, le ru de Berne présente un état biologique et hydromorphologique dégradé. Ces phénomènes sont d'autant plus perceptibles sur les tronçons regroupant plusieurs ouvrages.

Un programme de restauration des ouvrages hydrauliques est lancé depuis une dizaine d'années sur le ru de Berne : certains ouvrages sont aux normes, d'autres sont encore à restaurer. On observe donc sur ce ru une évolution de la dynamique du cours d'eau en fonction de l'état des ouvrages.

Ce rapport présentera la démarche de projet à suivre afin de mettre aux normes un des ROE du ru de Berne. Un parallèle avec les récents travaux esquissera le lien entre la restauration de la continuité écologique et l'état hydromorphologique du cours d'eau.

# I. CONSTRUCTION DU PROJET

## A. Contexte

### 1) Le Bassin Oise Aronde

Situé dans la région des Hauts-de-France, le bassin Oise-Aronde d'une superficie de 789 km<sup>2</sup> est localisé dans le département de l'Oise. La majorité des 92 communes qui en font partie se situent dans l'arrondissement de Compiègne.

Identifié dans le SDAGE 2016-2021, le bassin Oise-Aronde regroupe 3 bassins versants (Aisne, Oise et Aronde) en totalité ou en partie, ce qui représente 270 km de cours d'eau, environ 3 000 ha de milieux humides avérés, ainsi que 14 500 ha de forêt domaniale gérés par l'ONF.

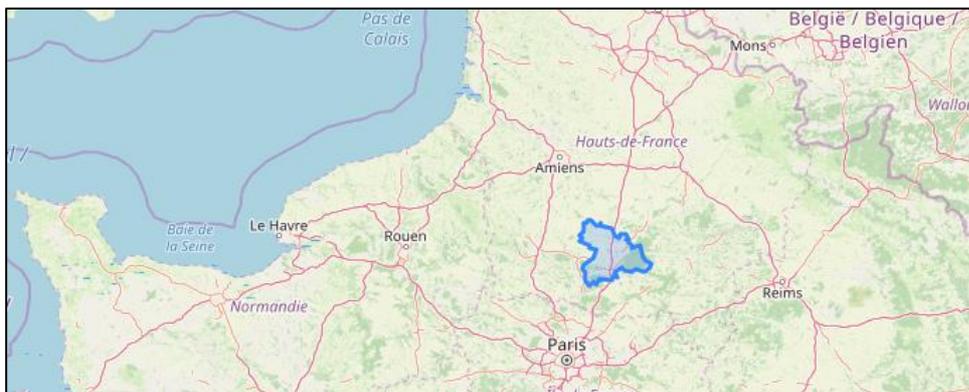


Figure 1 : Localisation du bassin Oise Aronde (source : gesteau.fr)

Depuis 2010, le Syndicat Mixte Oise-Aronde (SMOA) participe à la préservation et la protection des ressources en eau du territoire à l'aide du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) du bassin Oise-Aronde. Le périmètre d'action du SMOA est identique à celui du SAGE, cette cohérence permet d'agir de façon pertinente pour la gestion de l'eau depuis l'amont jusqu'à l'aval. Le détail du réseau hydrographique du bassin est présenté sur la figure ci-contre :

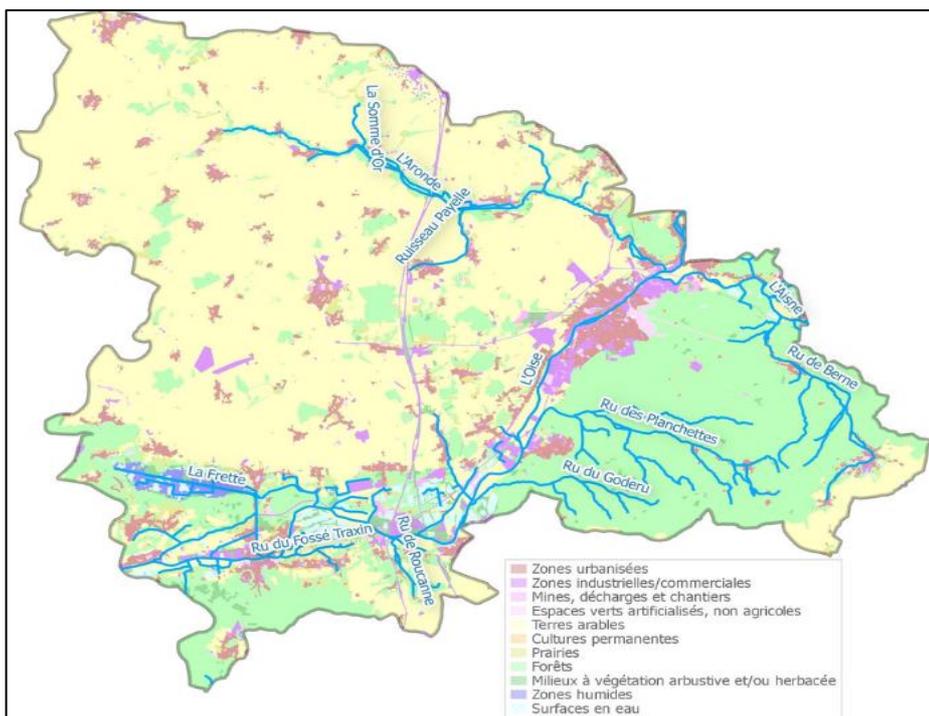


Figure 2 : détail hydrographique du bassin Oise Aronde (source : [www.smoa.fr](http://www.smoa.fr))

### 2) La forêt domaniale de Compiègne

Le massif forestier de Compiègne s'étend sur près de 15 000 ha et se situe à la confluence de l'Oise et de l'Aisne. Il est un important massif de production, qui alimente une grande partie de la filière bois Picarde. Ce massif constitue également un réservoir de biodiversité important à l'échelle régionale. La forêt présente un intérêt environnemental majeur et fait partie du réseau européen NATURA 2000 aux titres des directives Oiseaux et Habitats. Elle tient un rôle social important par sa relative proximité avec Paris et sa proximité immédiate avec la ville de Compiègne. Elle offre ainsi un cadre de vie de

qualité aux habitants de Compiègne et des environs. Sa gestion est soumise au régime forestier, ensemble de principes visant à assurer la gestion et la conservation de la forêt. Ce support est destiné à expliquer les rôles et les interventions des élus et des personnels de l'Office National des Forêts (ONF), en distinguant les missions relevant du régime forestier et celles nécessitant des conventions avec les collectivités. Le document d'aménagement forestier régit la gestion du massif en conduisant l'action des forestiers. Elaboré après une étude de terrain adaptée aux enjeux de la forêt, l'aménagement expose l'état des lieux, définit les objectifs à long terme et établit un programme d'actions sur 20 ans en garantissant une gestion durable de la forêt.

Le massif de Compiègne est traversé par trois rus majeurs, qui prennent, en partie, leur source au cœur de cette forêt :

- Le ru de Berne, affluent de l'Aisne (près de 16 km de linéaire) ;
- Le ru des Planchettes, affluent de l'Oise (près de 15 km de linéaire) ;
- Le ru de Goderu, affluent l'Oise (près de 5 km de linéaire).

La localisation de ces rus est visible sur la carte de la Figure 2. Ces 3 rus se situent donc sur le territoire d'activité commun de l'ONF et du SMOA.

### 3) Un partenariat entre deux acteurs environnementaux sur le territoire

#### a) L'Office National des Forêts (ONF), gestionnaire des milieux naturels du massif forestier de Compiègne

Créé en 1966 pour gérer les forêts de l'Etat, l'Office National des Forêts est un Etablissement Public à Caractère Industriel et Commercial (EPIC), considéré comme l'un des grands acteurs du développement durable en France. Ayant pour mission principale la gestion forestière, l'ONF est responsable de 1 300 forêts domaniales, 15 600 forêts de collectivités pour 11 millions d'hectares de forêts gérées, ce qui représente 25% de la forêt en métropole et dans les DOM. L'ONF assure également des actions de prévention et de gestion des risques naturels. Les missions de l'ONF s'organisent autour de trois grands piliers de gestion durable des forêts publiques à savoir : la production de bois qui alimente les filières de bois d'œuvre, d'industrie et d'énergie, la protection de l'environnement et l'accueil du public. À l'échelle nationale, l'ONF est organisé en 6 directions territoriales, 5 directions régionales, regroupant 50 agences (dont 10 agences travaux). L'ensemble est divisé en 346 unités territoriales, chacune chargée de gérer un massif forestier.

La répartition est présentée sur la carte suivante. La forêt domaniale de Compiègne est rattachée à direction territoriale Seine-Nord et à l'agence territoriale de Picardie.



Figure 3 : Les agences et directions territoriales de l'ONF (onf.fr)

L'agence territoriale de Picardie regroupe :

- 4 services (services : bois, forêt, environnement et accueil du public, affaires générales) ;
- 7 unités territoriales ;
- 1 unité de production.

Le service environnement et accueil du public (SEAP), auquel je suis rattachée pour mon apprentissage, pilote les missions concernant la gestion des milieux naturels et l'accueil du public en forêt. Les projets environnementaux assurent la gestion durable des milieux naturels (terrestres et aquatiques) inter et intra forestiers grâce à la mise en œuvre d'actions de restauration et d'entretien des sites dégradés par l'action de l'Homme, la dynamique naturelle ou encore les espèces exotiques envahissantes. Le SEAP travaille en partenariat avec les différentes unités territoriales (UT) qui assurent le suivi technique et le suivi terrain des projets. Cette collaboration offre une complémentarité de compétences qui permet de mener au mieux les projets.

L'Agence territoriale de Picardie assure donc la gestion du massif forestier de Compiègne, à travers la collaboration entre les différents services et les techniciens forestiers de l'Unité territoriale de Compiègne.

*b) Le Syndicat Mixte Oise Aronde : chargé du bon état des masses d'eau*

Créé en 2010, le Syndicat Mixte Oise-Aronde assure le suivi, l'animation, la mise en œuvre et le secrétariat administratif du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Oise-Aronde. Ce document définit, à long terme, les objectifs et orientations d'utilisation, de protection des ressources en eau et des écosystèmes aquatiques, sur le bassin versant Oise-Aronde. Les missions du SMOA visent ainsi à concilier et satisfaire les besoins en eau du territoire, tout en améliorant la qualité des milieux aquatiques. Depuis 2018, le SMOA a acquis la compétence de Gestion des Milieux Aquatiques (GEMA) qui consiste à mener des actions en faveur de l'aménagement du bassin versant, l'entretien et l'aménagement des masses d'eau, ainsi que la protection et la restauration des sites, écosystèmes aquatiques, zones humides et formations boisées riveraines.

Le territoire d'intervention du SMOA, désigné par le SAGE Oise-Aronde comprend 14 500 ha de forêt domaniale gérés par l'ONF. Le pilotage de projets environnementaux sur un large territoire commun offre donc, aux deux structures l'opportunité de travailler sur des thématiques communes, permettant un partage et une complémentarité de compétences sur les projets.

Ainsi, depuis plusieurs années, l'ONF et le SMOA travaillent sur divers projets d'aménagement et d'entretien de milieux naturels aquatiques en forêt domaniale.

Ce partenariat a été conforté en Mars 2020 par la signature d'une convention cadre, définissant les missions de chacune des deux entités et leur rôle dans les projets communs. Une convention d'application a été élaborée en parallèle, à l'occasion de ce projet et dans le cadre de mon Travail de Fin d'Étude, consultable en annexe 1. Ce partenariat m'offre donc l'opportunité d'être suivie par les deux structures très complémentaires pour ma formation, d'une part l'ONF pour le suivi de la gestion de projet en milieu forestier et d'autre part le SMOA, expert sur l'hydrologie du bassin versant et de la gestion des milieux humides.

## B. Définition du projet

En 2010, le SMOA lance l'appel à projet du Contrat Global pour l'eau du bassin Oise-Aronde, afin de recenser les actions permettant d'atteindre les objectifs du SAGE Oise-Aronde relatifs au bon état écologique des masses d'eaux et milieux aquatiques.

L'ONF, en collaboration avec deux partenaires techniques (la fédération de Pêche de l'Oise et les syndicats des rus forestiers), répond à cet appel à projet et lance une étude hydro-écologique sur les rus intra-forestiers situés sur le massif de Compiègne. Le bureau d'étude INGETEC réalise cette étude en 2012 sur les Ru de Goderu, de Berne et des Planchettes et propose un programme ambitieux d'aménagement, d'entretien pour la restauration écologique visant, notamment, à rétablir un bon fonctionnement hydro-écologique des cours d'eau.

Parallèlement, en 2012, dans le cadre de l'application de la démarche « Forêt d'Exception », initiée en 2008 par l'ONF sur le massif forestier de Compiègne, une étude hydro-écologique est menée sur le ru de Berne, par le bureau d'études SCE, dans le but de valoriser et de préserver le site. Cette étude est localisée sur le site des Étangs-Saint-Pierre, emblématique du massif forestier de Compiègne.

En 2019, la révision du SAGE Oise-Aronde a identifié de nouveaux enjeux permettant de fixer des priorités d'actions sur la base d'un consensus avec l'ensemble des acteurs. De cet ajustement, naît le Contrat Territoire Eau et Climat (CTEC), un outil de programmation d'actions qui engage les parties prenantes à atteindre les objectifs du SAGE et des politiques environnementales sur leur territoire d'action. Gestionnaire des forêts domaniales sur le territoire du SAGE, l'ONF est concerné par une partie des actions identifiées dans le CTEC.

Au-delà de la dimension environnementale, ce site présente de nombreux enjeux, que nous aborderons par la suite, et fait l'objet de plusieurs projets pilotés par l'ONF.

1) La zone d'étude, un site à multiples enjeux : le site des Étangs de Saint-Pierre

a) *Un site historique et culturel*

Le site des étangs de Saint-Pierre est l'un des sites les plus connus du massif forestier de Compiègne. Creusés au nombre de 7, au XVIème siècle pour la pisciculture, par les moines célestins du Mont de Saint-Pierre, Napoléon III les aurait fait regrouper en 3 masses d'eau lors de la 2<sup>e</sup> moitié du XIXe siècle. Cette répartition est visible sur la figure 5.

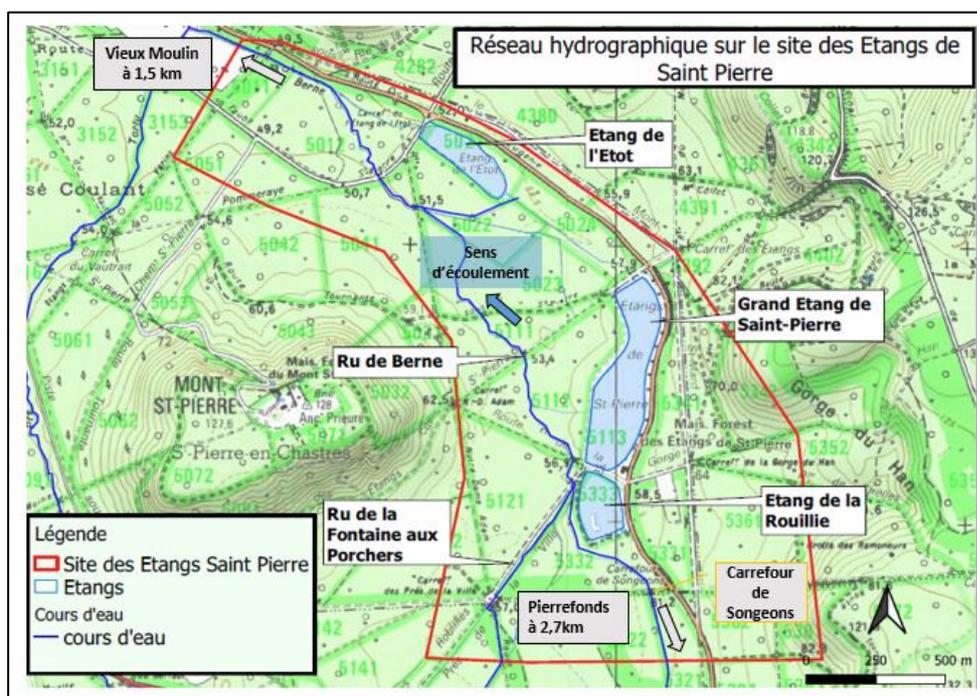
Aujourd'hui regroupés en 3 plans d'eau, ils sont longés par la Route Eugénie, devenu un parcours touristique à travers les plus beaux sites de Compiègne, reliant les châteaux de Compiègne et de Pierrefonds.

Entre l'étang de la Rouillie et le Grand étang Saint-Pierre, se dresse le Pavillon Eugénie qui a été construit en 1861, puis utilisé en maison forestière. Le bâtiment est aujourd'hui classé au titre des Monuments Historiques. Le site présente donc un intérêt patrimonial reconnu.

Ce site avait été identifié comme site phare pour le projet « Forêt d'Exception », initiée par l'ONF en 2008, un programme visant à promouvoir la forêt de Compiègne comme une richesse pour l'Homme. Les équipements destinés à l'accueil du public étant vieillissants et l'organisation du site à revoir, une étude du réaménagement touristique et paysager a été menée en 2019 par l'ONF, proposant des actions de valorisation du site. Dans le cadre du projet Européen INTERREG, visant à promouvoir la coopération entre les régions européennes et le développement de solutions communes dans divers domaines dont le développement rural, économique et la gestion de l'environnement, une partie des actions préconisées dans cette étude sera engagée en 2020.

b) *Un site hydro-écologique sensible*

Au niveau du secteur d'étude, le réseau hydrographique se compose du ru de Berne qui alimente la série des 3 étangs communicant les uns avec les autres, situés en parallèle du ru.



Le ru de Berne prend sa source à Palesne, traverse les communes de Pierrefonds, Vieux-Moulin, Compiègne puis conflue à Rethondes avec l'Aisne. En complément de la source principale, il est

alimenté par le Ru de la Fontaine aux Porchers ainsi que par de nombreuses sources qui affleurent sur le bassin versant.

Une dérivation partielle du Ru, au niveau du Carrefour de Songeons en aval de Pierrefonds, a été réaménagée en 2017, grâce à un ouvrage répartiteur afin de restaurer la continuité écologique du ru de Berne et d'alimenter en série les 3 étangs. Cet ouvrage (E2 sur la carte ci-dessous) permet ainsi de gérer le débit alimentant le réseau d'étangs tout en préservant l'alimentation du cours d'eau. Cependant, une partie non négligeable du débit du cours d'eau est envoyée dans les étangs impliquant, au déficit du ru de Berne, un transit sédimentaire vers les étangs et des phénomènes de sédimentation dans ces grands décanteurs. Les étangs sont en communication les uns avec les autres et avec le ru de Berne grâce à des ouvrages hydrauliques disposés sur ces 3 masses d'eau. Les ouvrages sont en mauvais état et la quasi-totalité est non fonctionnelle, les communications vers le ru se faisant uniquement par surverse. Le détail des ouvrages sera exposé par la suite.

L'importance du réseau hydrographique et les connexions des masses d'eau entre elles permettent l'existence d'un réseau de zones humides sur l'ensemble du site. Une cartographie des zones humides sur le territoire est disponible en annexe 2. Les emplacements des ouvrages situés sur les étangs sont représentés sur la carte ci-dessous :

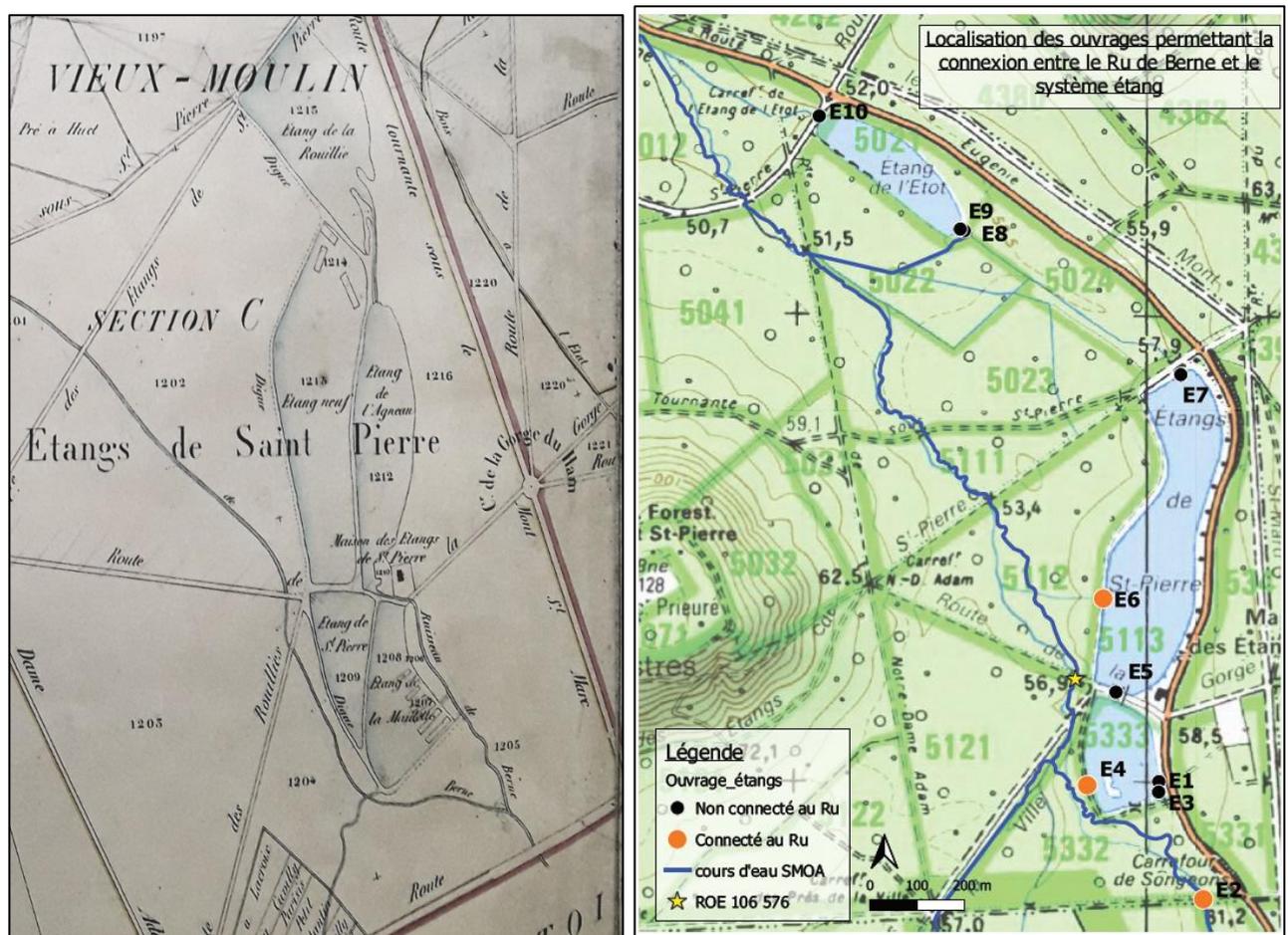


Figure 5 : Répartition des Etangs Saint Pierre en 1832 avant regroupement (à gauche) et cartographie des étangs actuellement ainsi que des différents ouvrages présents sur les étangs et communiquant avec le ru de Berne (à droite) (source: ONF)

Comme indiqué sur la carte ci-dessus : la série d'étangs est alimentée par le ru via l'ouvrage E3. Des flux vers le ru s'effectuent par surverse au niveau des ouvrages E4 et E6.

Plusieurs zones humides sont présentes sur le site, notamment au niveau des parcelles 5022, 5024, 5112 et 5121 qui hébergent des habitats d'intérêts communautaires, des plantes d'intérêt patrimonial, des espèces de faune remarquables.

L'origine de ces zones humides est variée. Certaines sont naturelles et liées au réseau hydrographique, au sol, au microclimat forestier, d'autres sont liées aux activités humaines (gestion de l'eau des étangs, travaux forestiers). Concentrant ces différents habitats ainsi que les écosystèmes associés, ce site

présente un intérêt environnemental fort. Les caractéristiques environnementales du site seront présentées par la suite.

### *c) Un site touristique et de loisirs*

Le site des Étangs de Saint-Pierre constitue un lieu de loisir fréquenté. On note plusieurs activités telles que :

- La pêche, qui se pratique sur les étangs, est particulièrement développée. Elle est gérée par l'AAPPMA de Compiègne qui est aussi en charge de réguler le niveau d'eau dans les étangs et l'entretien de la végétation des digues.
- Les promenades (pédestres ou cyclistes) et pique-niques. Le site est équipé de plusieurs chemins de randonnée et piste cyclable.

Ce site est très fréquenté notamment par les habitants des communes avoisinantes, il s'agit d'un lieu de détente et de promenade pour les locaux et les touristes

## 2) Le ru de Berne

### *a) Histoire du ru de Berne*

En 1976, le ru de Berne a été recalibré et reprofilé afin de favoriser un écoulement rapide vers l'aval et limiter la formation d'embâcles en cas de crue. Plusieurs sections ont donc été approfondies d'environ 30 cm et le profil général a été modifié en forme trapézoïdale. Il présente un linéaire d'environ 13 km dont un vallon en partie forestier.

Sur la cartographie suivante, construite sur une imagerie LIDAR, on observe le tracé actuel du ru de Berne, ainsi que le tracé du lit naturel.

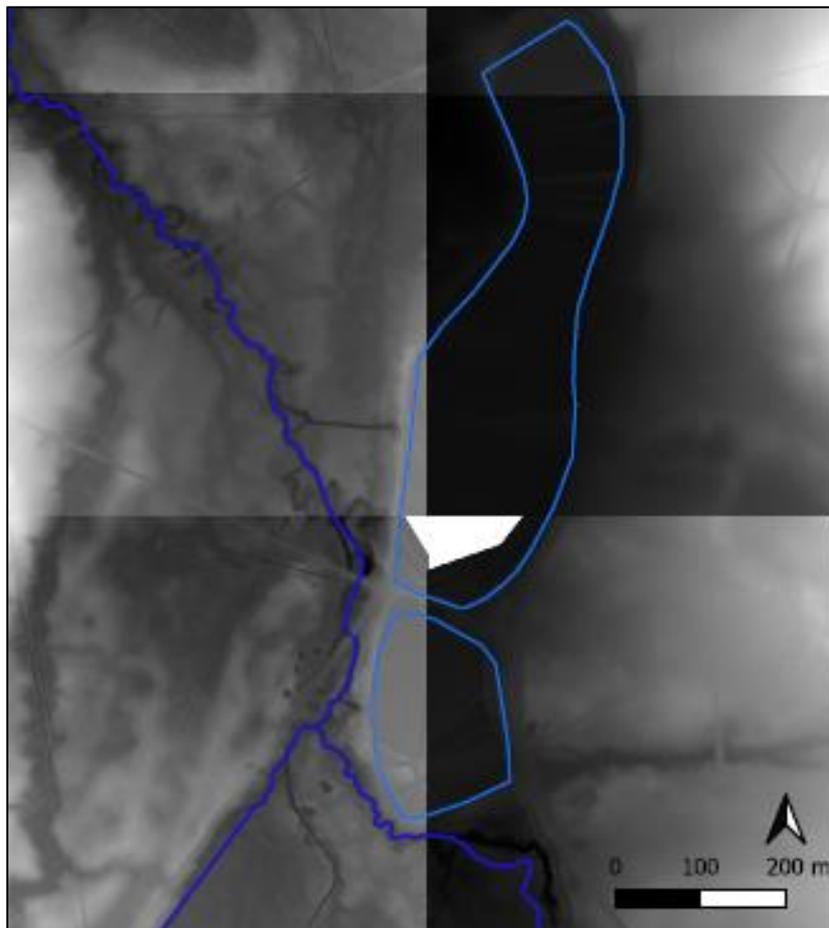


Figure 6 : Cartographie du site issue de données LIDAR (source :Vol lidar ONF 2014)

On distingue sur cette figure le lit naturel par le tracé foncé témoignant d'une différence de topographie sur l'image LIDAR. On observe que le lit naturel est bien plus sinueux et méandré que le lit actuel (en bleu) qui est plutôt rectiligne.

Des ouvrages hydrauliques ont été construits au fur et à mesure de l'aménagement du territoire, dans un souci de franchissement du cours d'eau. Leurs dates de construction sont inconnues mais semblent être antérieures au XVIII<sup>e</sup> siècle. L'ensemble de ces aménagements a entraîné la formation d'un cours d'eau étagé et la modification du profil en long provoquant un changement du fonctionnement du ru de Berne et une perturbation de la continuité écologique. L'étude INGETEC sur les rus intra-forestiers de Compiègne a permis d'établir un diagnostic de la qualité hydromorphologique du ru de Berne. Plus localement, l'étude SCE complète celle d'INGETEC avec un état des lieux plus ciblé ainsi qu'un diagnostic de la continuité écologique du cours d'eau sur le site.

L'assemblage des données permet de dresser un état des lieux du ru de Berne sur le site des étangs Saint-Pierre.

### b) La continuité écologique sur le ru de Berne

La continuité écologique, concept introduit par la DCE, garantit la libre circulation des espèces dans les cours d'eau et le bon déroulement du transport sédimentaire. Elle s'évalue selon 2 dimensions. La dimension longitudinale, qui s'étend sur l'ensemble du linéaire du cours d'eau et la dimension latérale, qui assure la communication entre le lit mineur et le lit majeur. Elle peut être perturbée par les activités anthropiques, notamment par des obstacles à l'écoulement qui impactent le transit sédimentaire et la circulation des organismes aquatiques. En France, une politique de classement des cours d'eau permet de réglementer l'aménagement et le fonctionnement des ouvrages sur les cours d'eau. L'article L214-17 du code de l'environnement exige un classement des cours d'eau selon 2 listes. Le ru de Berne est classé en liste 2 par arrêté préfectoral du Préfet coordonnateur de bassin Seine-Normandie en date du 04 décembre 2012, comme cours d'eau pour lequel il est nécessaire de restaurer les conditions de la continuité écologique. Ainsi, tout ouvrage existant sur ce cours d'eau doit proposer des dispositions nécessaires à la circulation piscicole et sédimentaire.

Lors de l'élaboration du PPRE, des inventaires des obstacles à la continuité écologique ont été réalisés sur le ru de Berne. Ce travail vient compléter les données établies par l'OFB à travers l'outil de Référentiel des Obstacles à l'Écoulement, visant à recenser les différents ouvrages problématiques à l'écoulement accompagnés d'une évaluation de leur impact sur la continuité écologique.

En complément, l'étude SCE dresse une liste et un diagnostic des ouvrages inventoriés comme obstacles à l'écoulement et problématiques pour la continuité écologique sur le site des étangs Saint-Pierre. Ces ouvrages, notés de R1 à R9 sont localisés sur la carte ci-contre :

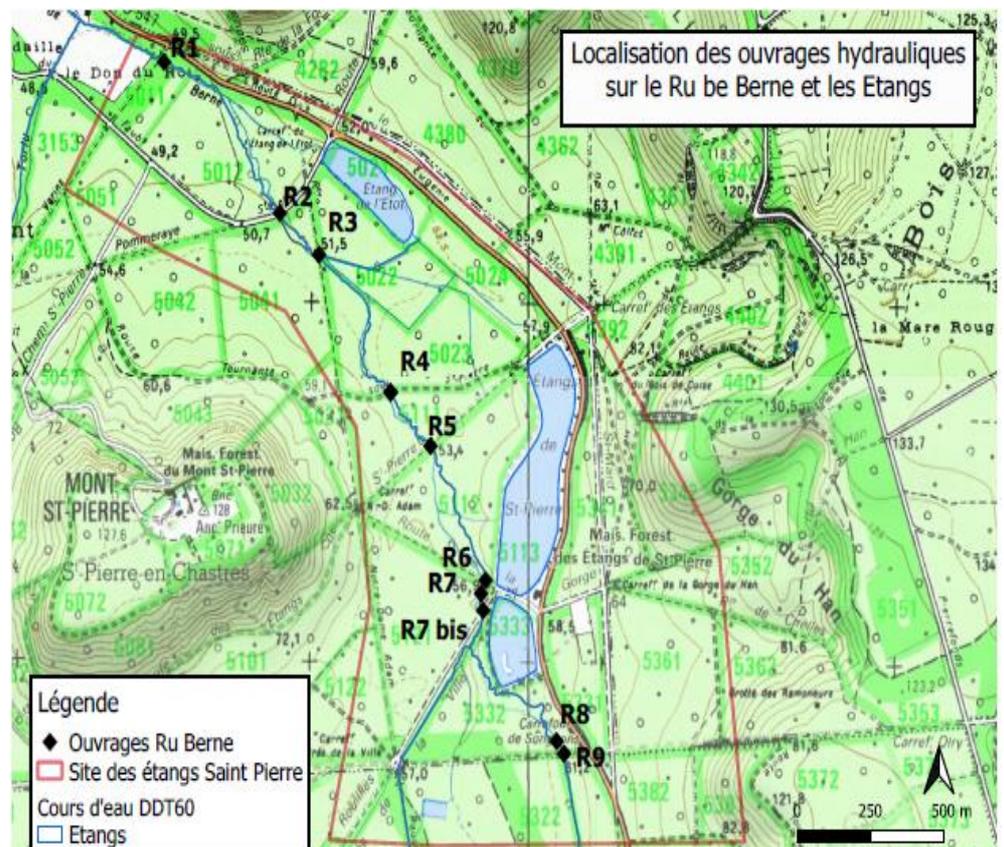


Figure 7: Localisation des ouvrages hydrauliques sur le ru de Berne (source : ONF)

Numéro des ouvrages ROE	Référence au document
ROE 38298	R1
ROE 1066573	R2
ROE 106574	R3
ROE 106575	R5
ROE 106576	R6
Ancienne pêcherie	R7
ROE 106 613	R8
<b>Les codes ROE des ouvrages R4 (ponceau), R7 (ancienne pêcherie), R7bis (Ponceau) et R9 (Ponceau) sont inconnus</b>	

Au niveau des 10 ouvrages recensés sur le ru de Berne, les ouvrages R1, R2 R3, R5, R6 et R8 ont été diagnostiqués problématiques pour la continuité écologique du cours d'eau. L'ouvrage R4 a été indiqué en bon état et l'ouvrage R7 est une ancienne pêcherie qui serait à détruire.

Dans la partie DIAGNOSTIC qui suivra, un rapport détaillé de chaque ouvrage sera présenté.

Ainsi, suite à ces différentes études et aux obligations réglementaires portées par le classement du ru en liste 2, des projets de restauration des ouvrages du ru de Berne sur le site des étangs Saint-Pierre ont été lancés. En 2018 et 2019, les ouvrages codés R1, R2 R3, R5 et R8 ont ainsi été restaurés.

L'ouvrage R6 apparaît comme la dernière barrière totale à la libre circulation piscicole sur le tronçon d'étude. En effet, on observe sur le terrain que son radier présente une pente très importante et un ressaut hydraulique infranchissable en étiage pour l'ensemble des espèces piscicoles. Il est ainsi identifié comme prioritaire à restaurer afin d'assurer une continuité écologique complète du ru de Berne sur le site des étangs Saint-Pierre. L'enjeu de ce travail de fin d'étude est ainsi de mettre en place une démarche de gestion de projet afin d'enclencher la démarche de restauration de l'ouvrage.

L'objectif principal étant de mettre en œuvre et de superviser l'étude de restauration de l'ouvrage ROE 106 576 (R6) jusqu'à la proposition d'un projet détaillé qui permettra d'aborder au mieux la phase travaux.

Le projet se situe donc sur un site présentant de multiples enjeux :

- Patrimonial dû à la localisation du Pavillon Eugénie et la présence de plans d'eau avec un fort intérêt historique et paysager ;
- Touristique et lié aux loisirs dû à la fréquentation de ce site par le grand public ;
- Environnemental dû à l'étendue du réseau hydrographique, à la discontinuité écologique du cours d'eau et à la classification en zone NATURA 2000.

Ces différents points sont rassemblés et illustrés sur la carte ci-contre. Ils permettent de dessiner les limites et contraintes du projet :



Figure 8 : Cartographie des enjeux du site (source : ONF)

## C. Application au travail de fin d'étude

Alliant gestion de projet et restauration d'hydrosystème, la mise en œuvre d'une étude sur un ouvrage référencé obstacle à l'écoulement, dans le but de restaurer la continuité du cours d'eau est un sujet qui permet de développer les compétences d'un chef de projet environnemental. Mobilisant de nombreuses disciplines, ce travail permet de mêler diverses connaissances et de répondre aux besoins du territoire.

### 1) Missions confiées par l'ONF dans le cadre du projet

Dans le cadre de ce stage de fin d'étude, la mission confiée par l'ONF est un travail de chef de projet environnemental permettant de répondre à un besoin défini par le service. Il fait pleinement partie du programme d'action et s'insère dans une dynamique de travaux de restauration de la continuité écologique du ru de Berne engagés depuis 2015. Le projet confié consiste à mettre en place une démarche et de piloter une mission d'aménagement d'ouvrage hydraulique. À partir de cet objectif, la réflexion m'a conduite à analyser le sujet afin de dégager les différents angles sous lequel l'aborder. Globalement c'est un sujet de restauration de cours d'eau et de réhabilitation de continuité écologique. En m'appropriant le sujet, j'ai cerné que la partie du travail confiée ne correspond pas à la partie technique mais plutôt à la partie de coordination des tâches et acteurs. Les acteurs sont multiples et peuvent être identifiés en 3 groupes :

- Le prestataire externe ;
- Les partenaires techniques et financiers
- L'Office National des Forêts : le maître d'ouvrage, dont le chef de projet.

De l'analyse de mon sujet, j'ai distingué les diverses disciplines à aborder. Bien que liées les unes aux autres, elles peuvent être déclinées en 4 parties :

- Une partie scientifique : analyse des données scientifiques et dégagement d'une problématique, analyse et sens critique des études présentées, vérification des raisonnements ;
- Une partie de gestion territoriale : analyse de la gestion de l'eau sur le territoire, des acteurs et des enjeux ;
- Une partie réglementaire : définition de la réglementation patrimoniale, environnementale, notamment concernant la loi sur l'eau ;
- Une partie de suivi en continu : définir des besoins, mettre en place une sollicitation externe pour y répondre. Coordonner les acteurs et prestataires, ainsi que les démarches permettant d'assurer le bon déroulement du projet (la recherche de financement, la gestion du budget, l'élaboration d'un planning prévisionnel...)

D'un point de vue très général, l'organisation du travail et des missions ainsi que l'articulation entre les différents acteurs peuvent être résumées et illustrées sur l'organigramme suivant :

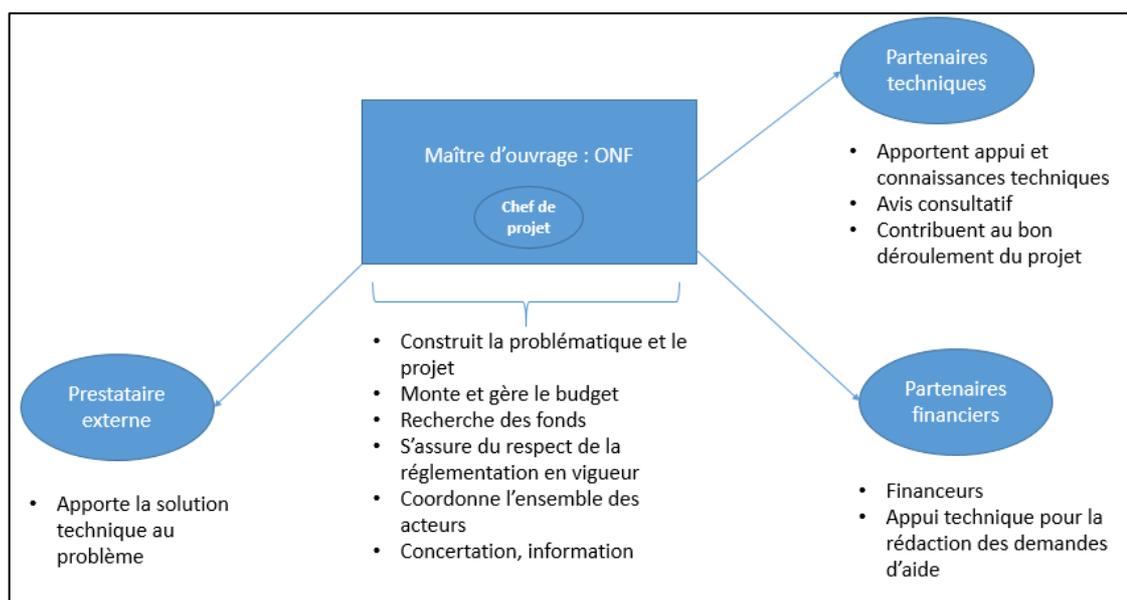


Figure 9 : Objectifs larges de chacun des groupes d'acteurs du projet

La suite de ce mémoire présentera ces points de manière détaillée.

## 2) Utilisation du projet comme retour d'expérience méthodologique.

Du point de vue de la formation ENGEES, ce travail permet de mobiliser les connaissances et compétences acquises durant 3 ans et de les appliquer à un cas concret autour d'une problématique de continuité écologique.

En effet, la réalisation de ce projet permet de mobiliser de nombreux domaines enseignés à l'école. Comme expliqué précédemment, il s'agit d'un projet pluridisciplinaire faisant appel aux enseignements de droit de l'environnement, gestion administrative et financière, connaissance des marchés publics, gestion et partage de la ressource en eau, mais également d'enseignements plus techniques comme le Système d'Information Géographique, la modélisation hydraulique et topographique. De bonnes connaissances en hydroécologie, hydrologie, hydrobiologie, physique et chimie de l'eau sont nécessaires afin de comprendre l'ensemble des documents et du langage utilisé par les partenaires techniques. L'ingénierie écologique étudiée en 3<sup>ème</sup> année est au cœur de ce projet ainsi que les enseignements de restauration et renaturation de cours d'eau. En fin de formation ENGEES option hydrosystème, ce travail permet de mettre en pratique une importante partie des enseignements reçus dans cette filière afin d'établir les liens entre chaque discipline.

D'autre part, le travail de gestion de projet peut paraître abstrait lorsqu'il est enseigné dans un contexte pédagogique. Ce projet apportera un retour de mon expérience de 10 mois au sein de l'ONF, par la mise en évidence de « points maîtrise de projet » tout au long du rapport.

## II. CONDUITE DE PROJET

La conduite de projet s'établit sur la base d'un diagnostic du site à l'état initial. Ce dernier fait ressortir une ou plusieurs pressions, l'enjeu étant de mettre en place une démarche permettant de réduire au maximum. Le travail du chef de projet est de faire ressortir les grandes lignes du diagnostic, de dégager la problématique, d'envisager des scénarios permettant d'y répondre. La conduite fait donc appel à divers domaines de compétences suivant les enjeux liés à la pression. Le chef de projet s'identifie comme un coordinateur entre les acteurs, il sollicite et rassemble les différents éléments afin de construire la démarche qui permettra de résoudre la problématique.

### A. Définition de la problématique et des objectifs

L'identification des pressions sur le site vient engager la construction du projet. Il se dessine par la définition des objectifs à atteindre. Sur le site des Étangs Saint-Pierre, la problématique prioritaire est la discontinuité écologique du ru de Berne due à l'ouvrage ROE 106 576. D'après ce constat, les objectifs peuvent être présentés comme suit :

- Objectifs réglementaires
  - Appliquer, dans les délais impartis, la réglementation imposée par la directive cadre loi sur l'eau, fixant un objectif de bon état écologique des masses d'eau d'ici 2021 ainsi que la restauration de la continuité écologique par la mise en conformité des ouvrages référencés obstacles à l'écoulement d'ici 2022.
- Objectifs contractuels et partenariaux
  - Assurer une mission de restauration de continuité écologique d'un ru intra forestier dans le cadre du Contrat de Territoire Eau Climat, piloté par le SMOA.
- Objectifs de suivi d'activité environnementale
  - Construire un projet permettant de résoudre le problème de continuité écologique sur le tronçon identifié du ru de Berne. Le projet doit prendre en compte et s'inscrire dans la continuité de l'ensemble des actions menées sur le site.
  - Participer à l'aménagement des Étangs Saint-Pierre, un site phare de la forêt domaniale de Compiègne.
  - Mener un projet d'intérêt environnemental dans le cadre du programme d'action du service environnement et accueil du public. Ceci permet de défendre l'identité de l'ONF comme acteur du développement durable et de la préservation de l'environnement, un des 3 piliers d'actions de l'office.

À l'échelle d'un projet de cette ampleur, il existe plusieurs façons de mener sa conduite. Selon les compétences du maître d'ouvrage, il peut construire sa démarche en assurant l'entièreté des missions sans appel à un prestataire externe, il s'agit d'une prestation dite en régie.

Dans le cas où la mission touche la limite de ses compétences, le maître d'ouvrage peut avoir recours à une prestation en régie avec une ou plusieurs missions assurées par un prestataire externe. Suivant le même principe, la conduite de projet peut entièrement être assurée par un prestataire unique ou encore des prestataires multiples selon la complexité du sujet.

Concernant le projet de restauration de ce ROE, la technicité de restauration d'ouvrage se situe à la limite des compétences de l'ONF. La mission technique requiert l'intervention d'un prestataire externe. Le projet se construit donc par une gestion de projet en régie avec la mission technique confiée à un prestataire externe.

Ainsi, les 2 principaux acteurs permettant d'atteindre l'objectif sont le maître d'ouvrage ONF et le prestataire externe, la partie suivante exposera la répartition des missions entre ces deux acteurs. La gestion de projet étant portée par le maître d'ouvrage, le travail en régie débute en amont du lancement de l'étude avec sa préparation notamment.

Une répartition large et générale des tâches qui seront présentées par la suite peut-être illustrée à l'aide de l'organigramme ci-dessous :

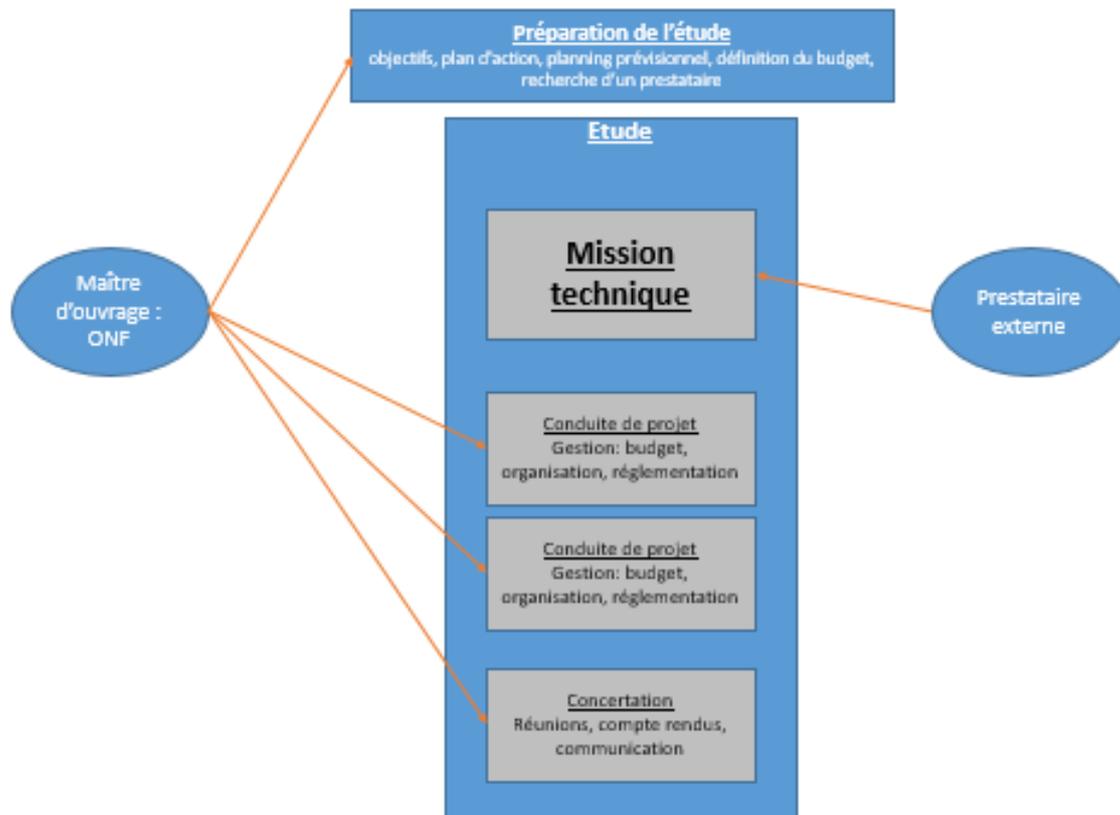


Figure 10 : Répartition large des tâches du projet (source : ONF)

La partie suivante présentera l'ensemble des missions en régie dans le cadre de la préparation de l'étude.

## B. Préparation de l'étude

### 1) Rassemblement et appropriation des données produites sur le site

#### a) Établir un pré-diagnostic

Il s'agit principalement d'un travail de synthèse de l'ensemble des études et travaux effectués sur le site. Les premières études ont été menées en 2010. À ce titre, il a été nécessaire de rassembler, assimiler et synthétiser de nombreuses données. Cette étape permet d'effectuer un bilan détaillé de l'état actuel du site, afin de cibler les besoins et de dessiner un projet. Pour produire cette synthèse, différentes tâches peuvent être identifiées :

- Prendre contact avec l'ensemble des interlocuteurs ayant travaillé sur le site, rassembler les données existantes et établir un réseau d'interlocuteurs privilégiés ;
- Établir un historique des actions menées sur le site ;
- Synthétiser l'ensemble des informations récoltées et exploitées dans un document unique qui servira de référence pour l'ensemble des acteurs du projet. Ce travail passe par une reconnaissance

du terrain et rencontre des acteurs qui facilitent la rédaction d'un rapport illustré. L'ensemble des données récoltées permet d'effectuer un travail de cartographie présentant les enjeux.

- La synthèse permet de trier et ordonner les informations, cette prise de recul facilite la définition des problématiques et enjeux du site.

### b) Cas de l'étude

Sur le site des Étangs Saint-Pierre, le pré-diagnostic peut être analysé par la définition d'une succession de 3 étapes :

- ETAT : définit l'état du tronçon du ru de Berne avant le début de l'étude ;
- PRESSION : les observations sur le terrain et l'analyse des différentes données font ressortir la pression et les dysfonctionnements qui s'exercent sur le site ;
- REPONSE : correspond aux solutions qui peuvent être mises en œuvre dans le but de répondre à la problématique.

Dans le cas de notre étude, ces trois étapes peuvent être modélisées sur le schéma ci-dessous :

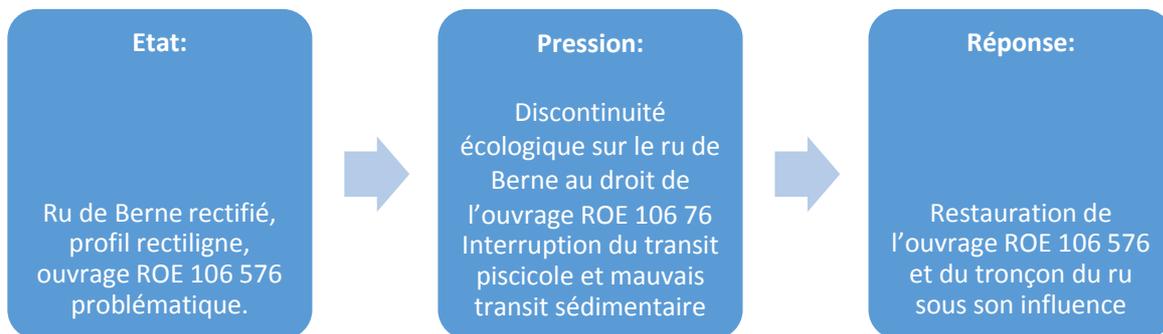


Figure 11 : Schématisation du déroulé du projet (source : ONF)

La réponse correspond à la mission qu'il faut mener afin de régler la problématique, il s'agit donc des besoins. Afin d'étudier les possibilités de restauration du ROE, plusieurs paramètres doivent être pris en compte.

- La compréhension de la dynamique hydraulique du site, comprenant une vision globale du fonctionnement de l'hydrosystème « étangs, ru, zones humides » permettant une compréhension des comportements hydrauliques et des connexions entre les masses d'eau ;
- L'expertise du ru de Berne sur l'ensemble du site d'étude, notamment sur le linéaire d'influence de l'ouvrage ;
- L'expertise du ROE, afin de connaître l'ensemble de ses caractéristiques.

Une fois les besoins identifiés, suit la recherche des acteurs pouvant traiter les différents aspects. Cette recherche s'appuie sur un document clé détaillant les étapes et actions à réaliser, le cahier des charges.

### 2) Rédaction d'un cahier des charges

Le cahier des clauses techniques particulières (CCTP) est le document de référence présentant le contexte, définissant l'ensemble des enjeux et besoins du site, il permet de commander l'étude auprès d'un prestataire externe. Les propositions techniques des experts se font sur la base de ce document. L'engagement à réaliser l'étude est également établi sur la base de ce document, il doit présenter précisément ce qui est attendu pour éviter toute complication lors de la réalisation du projet. Ce document est validé par l'ensemble des partenaires, techniques et financiers, il doit être complet et concis. Le travail de rédaction nécessite une attention particulière puisque le cahier des charges présente l'ensemble des paramètres impliquant chaque membre du comité de suivi. La rédaction s'appuie sur la synthèse des différentes études et travaux menés sur le site. Les objectifs de chacun sont spécifiques et diffèrent légèrement selon les contextes cependant, ils constituent la base de rédaction du cahier.

**Point maîtrise de projet :** La difficulté est d'homogénéiser l'ensemble des informations afin de rédiger un document qui soit cohérent pour tous les partenaires et qui justifie leur implication dans le projet. Pour l'Agence de l'eau Seine-Normandie, le principal financeur, les objectifs du cahier des charges doivent être identifiés et cohérents avec son 11<sup>ème</sup> programme d'intervention, intitulé « eau & climat » sur la période 2019-2024.

### 3) Recherche et choix d'un bureau d'étude

L'appel d'un bureau d'étude débute par une phase de consultation. Pour l'ONF, en fonction du montant du projet, la phase de consultation peut suivre, ou non, une procédure de marché public. Dans le cas de ce projet, le montant estimé de l'étude étant inférieur à 30 000€, la procédure de marché public n'est pas obligatoire, mais une consultation simplifiée est tout de même engagée afin d'assurer une bonne gestion. L'ensemble de la procédure est schématisé ci-dessous :

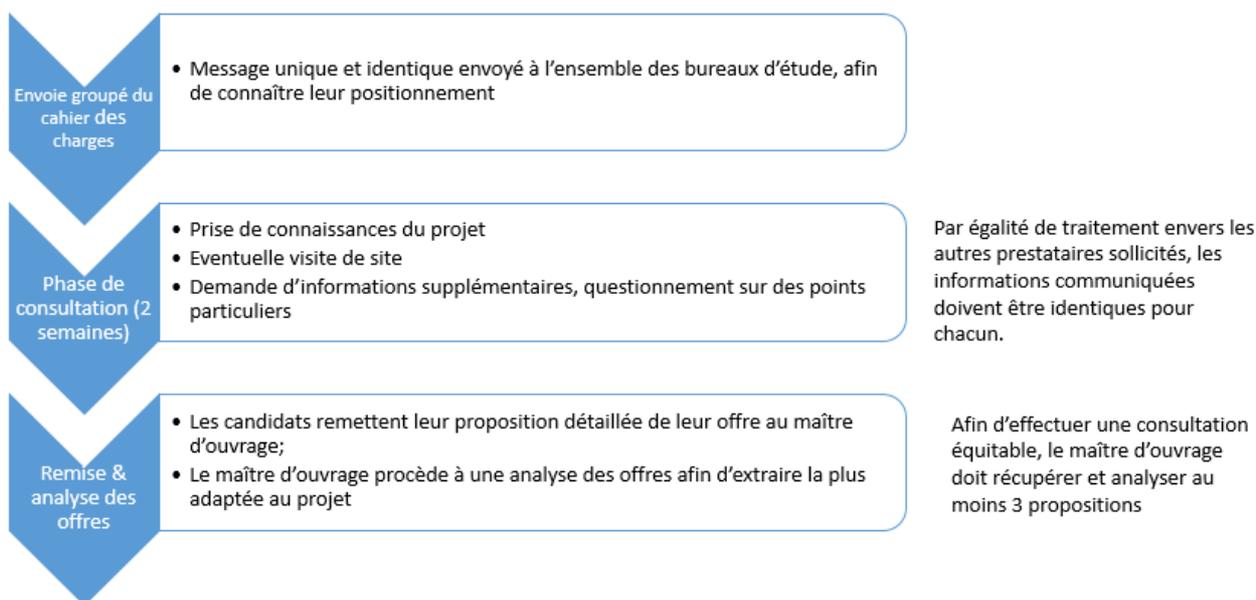


Figure 12 : Schématisation de la procédure de recrutement d'un prestataire (source : ONF)

La grille de comparaison ayant servi à analyser les offres de prestation pour l'étude de restauration du ROE 106 576 est présentée en annexe 3.

Ainsi, la phase de préparation de l'étude se résume grâce au schéma suivant :

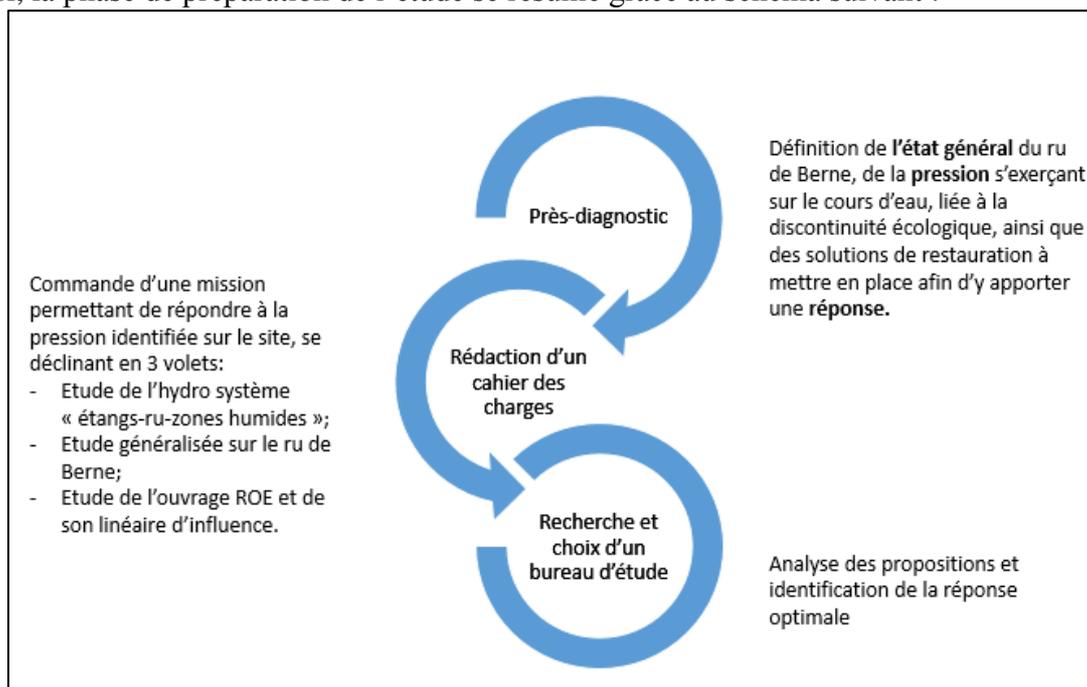


Figure 13: Schématisation de la phase de préparatoire de l'étude (source : ONF)

## C. Le budget

La prévision du budget est un des piliers de la conduite de projet qu'il est important de définir dès son commencement et qui est à suivre tout au long de l'avancement.

### 1) Prévision du budget

La définition du budget prévisionnel fait partie intégrante du montage du projet et conditionne sa réalisation. Ce montant représente une référence pour le maître d'ouvrage avant le début du projet. Il permet ensuite d'établir un échéancier de dépenses sur lequel le maître d'ouvrage s'appuie sur toute la durée de l'étude. Ainsi, le challenge du porteur de projet est de mener à bien l'étude en respectant le budget prévisionnel, en suivant et en s'adaptant au mieux à l'échéancier.

La construction du budget se fait sur l'estimation des différents coûts prévisibles, grâce à la consultation auprès des partenaires techniques pour un retour d'expérience sur des projets identiques et marchés équivalents. Le budget se définit également avec la recherche des financements et moyens nécessaires à la réalisation des différentes actions.

#### a) *La prestation externe*

Les charges, dites externes, représentent le coût occasionné par l'intervention d'un prestataire externe, c'est à dire le prix de l'étude menée par le bureau d'étude choisi. Ce montant est fixé par le bureau d'étude suite à la consultation et figure sur le devis transmis avec le détail de l'offre.

Le prestataire peut proposer des tranches optionnelles qui seront ou non retenues par le maître d'ouvrage.

#### b) *Partie de l'étude suivie par le maître d'ouvrage*

Cette partie du budget représente le temps que le maître d'ouvrage consacre au suivi de projet et certaines missions spécifiques de l'étude. Les coûts occasionnés sont calculés grâce à des barèmes propres à chaque catégorie de personnel. Ces barèmes sont appliqués en fonction du temps que chacun des acteurs de l'ONF consacre au projet. Ainsi, pour prévoir le coût des missions menées par les personnels ONF, un nombre de jour est estimé en fonction de chaque mission. Par application des barèmes on obtient le coût prévisionnel.

Le détail des jours consacrés au projet pour chacun des personnels ONF est présenté en annexe 4

Ainsi, le budget prévisionnel peut être estimé à 35 745€ HT, le détail du budget est présenté en annexe 5.

### 2) Le plan de financement

En plus de prévoir le coût, le budget prévisionnel offre la possibilité de réfléchir sur les moyens de financement. Il permet d'établir un plan de financement envisageant la demande d'une participation auprès des établissements dont les programmes accordent des aides aux projets environnementaux tels que l'Agence de l'eau Seine-Normandie ou encore le Conseil Départemental de l'Oise.

Une autre source de financement possible peut s'obtenir par la recherche de dons de la part de mécènes, procédure courante à l'ONF.

Afin de financer ce travail, les recherches se sont tournées vers l'Agence de l'eau et le mécénat.

#### a) *Monter un dossier de demande de subvention auprès de l'Agence de l'Eau Seine Normandie*

Le programme d'intervention 2019-2024 « Eau & Climat » de l'AESN accorde sur une période de 6 ans des aides et redevances aux industriels, collectivités, agriculteurs et associations pour mener des projets de reconquête de la qualité de l'eau et d'adaptation au changement climatique. Les projets éligibles à ces aides participent à la lutte contre la pollution des eaux, la protection de la santé, la

préservation des milieux aquatiques et de la biodiversité, la garantie de la qualité et la disponibilité de l'eau. Par ce programme, l'AESN élargit son champ d'action à la préservation de la biodiversité en lien avec les enjeux de la gestion de l'eau et la mise en œuvre des objectifs de la DCE.

Ainsi, l'AESN s'identifie comme le financeur principal des projets environnementaux liés à la restauration des écosystèmes aquatiques.

La sollicitation d'une subvention s'établit avec un chargé d'opération rivières et zones humides de l'AESN, à qui le maître d'ouvrage présente le projet. Ensemble, ils définissent les conditions de sollicitation, la méthodologie de demande d'aide, le calendrier à respecter.

Le dossier de demande de subvention se constitue des éléments présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2: éléments constituant la demande de subvention auprès de l'AESN

<b>Documents descriptifs du projet</b>	2 formulaires fournis par l'AESN, présentant les objectifs du projet, les enjeux, la zone d'intervention, ses particularités, les impacts potentiels, le calendrier et budget prévisionnel, le plan de financement et le montant sollicité
	Présentation des différents programmes dans lesquels s'insère le projet : le programme CTEC piloté par le SMOA
	Courrier d'accompagnement de la demande
	Document explicatif de la démarche regroupant tous les éléments clés (contexte, démarche, objectifs du projet, historique des actions menées...)
<b>Pièces justificatives</b>	Pièces administratives de l'ONF
	Proposition technique et financière du bureau d'étude retenu
	Cahier des charges de l'étude et le rapport de choix du BE

Le demandeur d'aide est en constante relation avec le chargé d'opération de l'Agence de l'eau qui le guide sur la démarche. Une fois envoyée, le chargé d'opération vérifie l'ensemble des pièces de la demande. Il peut solliciter des éléments supplémentaires avant d'envoyer au maître d'ouvrage un courrier de complétude, qui lui permet de lancer le début de l'étude et d'engager des dépenses.

Après instruction par le chargé d'opération, la demande est étudiée par les membres de la commission d'attribution des aides sur la base de différents critères d'éligibilité.

#### *b) Monter un dossier de recherche de mécénat*

La sollicitation de dons pour le financement de projets par des mécènes est une pratique courante à l'ONF. Plusieurs conventions sont signées entre des mécènes et l'office, définissant un programme d'intervention et les montants prévisionnels attribués. Par leurs dons, les mécènes participent à la réalisation des projets environnementaux, patrimoniaux et d'accueil du public.

Cette procédure est entièrement gérée par l'ONF, grâce à un responsable mécénat. Sur le même principe qu'une demande de subvention, des formulaires de mécénat sont à remplir. Ils ont pour but de décrire le projet, contexte, enjeux et objectifs. Ces documents sont moins techniques et demandent plus d'illustration par des photos, cartes, tableaux. La demande est également accompagnée d'un planning prévisionnel et d'un plan de financement indiquant le montant sollicité auprès des mécènes.

Par ces deux moyens potentiels de financement, un plan de financement prévisionnel peut être défini :

Tableau 3 : Plan de financement prévisionnel du projet

<b>Financeurs</b>	<b>Montants sollicités en € HT</b>
<b>Agence de l'eau Seine-Normandie</b>	24 574
<b>Autofinancement ONF (dont mécénat éventuel)</b>	11 172

## D. L'organisation

### 1) Le rétro – planning

L'anticipation et la planification globale prenant en compte l'ensemble des échéances, sont des points clé de la conduite de projet. Le diagramme de Gantt permet de visualiser l'ensemble des étapes, des délais de traitement et d'exécution. Il peut être réalisé sous forme d'un rétro-planning grâce au logiciel EXCEL.

Afin de mener à bien la construction du rétro-planning, une série d'étape est à suivre :

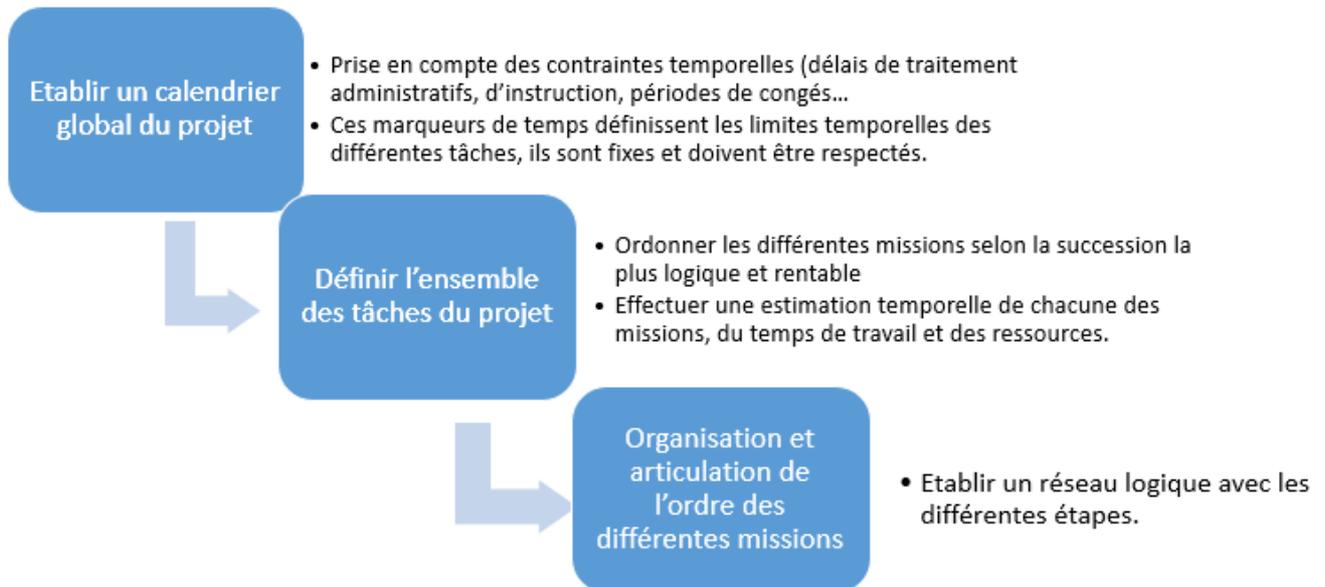


Figure 14: Méthodologie de mise en place du rétro-planning (source : ONF)

Cette méthodologie est choisie pour son efficacité et sa simplicité d'usage. L'avantage de l'utilisation du logiciel EXCEL est qu'il peut être personnalisable. Le projet est découpé en 3 phases ; « préparation de l'étude », « phase étude » et « préparation de la phase travaux ». Chaque phase se compose de plusieurs lignes qui correspondent chacune à une tâche. Afin d'indiquer le délai et la période de réalisation de la tâche, un nombre de case est coloré. L'échelle de temps est indiquée en ordonnée de l'EXCEL. Le rétro-planning prévisionnel de la conduite de projet est présenté en annexe 6.

Ainsi, grâce à ce rétro planning, le chef de projet peut suivre l'avancement des différentes missions, s'assurer du respect des délais imposés et anticiper les étapes suivantes.

### 2) L'équipe projet

L'équipe projet peut être décrite comme l'ensemble des ressources et outils du chef de projet. Composée de partenaires pluridisciplinaires, elle est construite dans le but de pouvoir apporter des réponses dans chacun des domaines abordés. Partenaires techniques, financiers, naturalistes, gestionnaires d'espaces naturels sont consultés à toutes les phases d'avancement du projet et participent à son élaboration et son bon déroulement. Force de proposition et de solution, l'équipe est disponible et peut être sollicitée durant toute la durée de la mission. Elle est composée d'acteurs internes à la structure et d'acteurs externes qui constituent le comité de suivi.

#### a) Acteurs internes : ONF

Comme présenté dans la première partie de ce rapport, la gestion de projet du point de vue de l'ONF est assurée par différents acteurs répartis en deux unités :

-Le chef de projet est relié au Service Environnement et Accueil du Public et pilote la mission. Il s'occupe de l'ensemble des tâches administratives et s'assure du bon déroulement ;

-Les techniciens forestiers, reliés à l'unité territoriale de Compiègne appuient la gestion de projet. Ils connaissent parfaitement l'état d'avancement et sont en constante relation avec le chef de projet. Le travail du technicien forestier est en grande majorité un travail de terrain. Possédant une très bonne connaissance du site, il est le référent privilégié pour les questions techniques. Présent à l'ensemble des réunions et des missions ayant lieu sur le site, il s'agit de l'interlocuteur préférentiel pour toute demande sur les particularités et la gestion forestière du site. Épaulant le chef de projet à sa demande, sa disponibilité et ses connaissances sont indispensables pour la construction d'un projet solide.

#### b) Acteurs externes : le comité de suivi

Compte tenu de la complexité et de la multidisciplinarité des missions, un comité de suivi est formé dès l'élaboration de l'étude dans le but de rassembler des experts dans les différents domaines concernés.

Comme évoqué précédemment, cette étude a fait l'objet d'une convention de partenariat entre l'ONF le SMOA, faisant ainsi partie d'un comité plus restreint du projet. En effet, la problématique portant sur la gestion écologique d'un hydrosystème, le SMOA se démarque comme un partenaire privilégié. En ce qui concerne le comité plus large, il réunit :

- les services de l'Etat (Direction Départementale des Territoires de l'Oise, service Police de l'eau) ;
- les structures représentant les collectivités (Mairie de Vieux-Moulin, Agglomération de la Région de Compiègne) ;
- les experts compétents (Office Français pour la Biodiversité, Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France, Conservatoire Botanique National de Bailleul, Fédération de pêche de l'Oise) ;
- les financeurs (Agence de l'Eau Seine Normandie).

En résumé, le comité de suivi regroupe des partenaires rassemblant divers compétences (techniques, naturalistes, réglementaires, vécues de projets similaires...) qui sont mises à disposition du maître d'ouvrage, dans le but d'assurer un déroulement optimal des opérations.

D'un point de vue schématique, la constitution et l'intervention des différents membres de l'équipe projet peut se présenter sur l'organigramme ci-dessous :

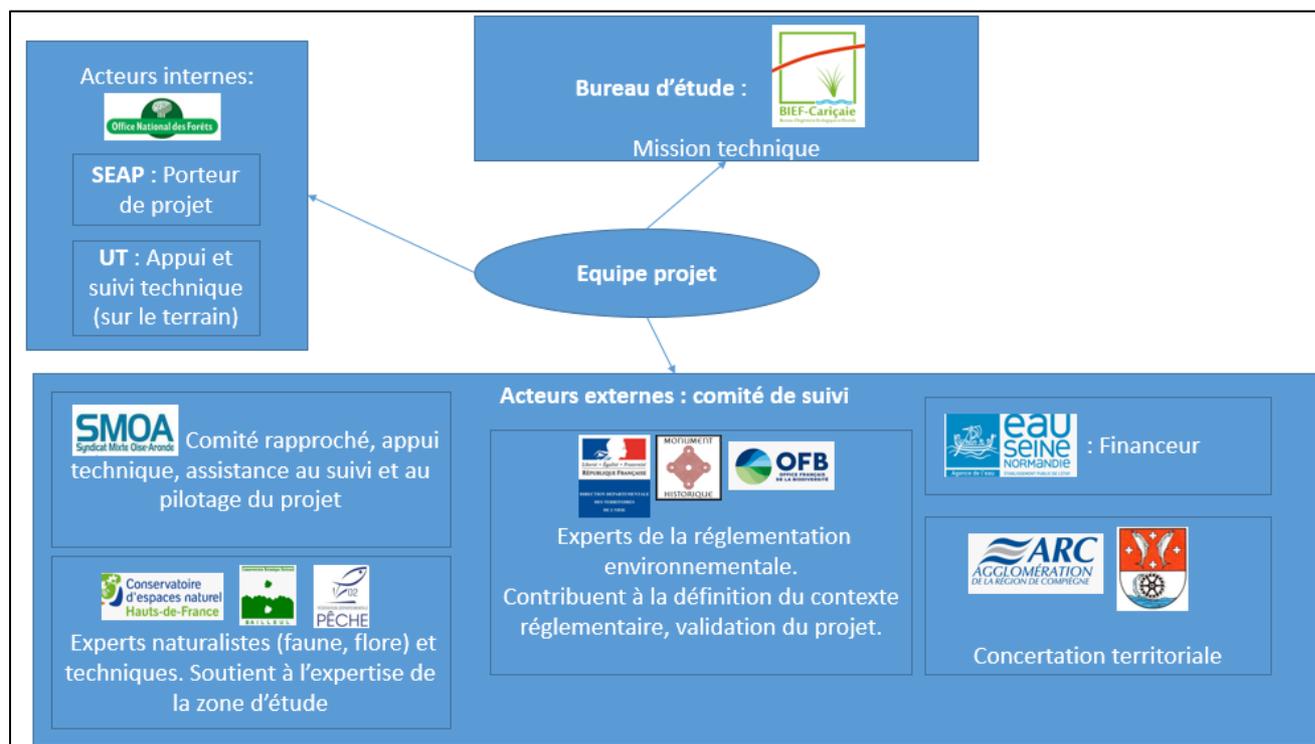


Figure 15: Schématisation de l'équipe projet (source : ONF)

Le chef de projet étant en constante relation avec chacun des membres du comité, des réunions sont programmées avec l'ensemble de l'équipe à chaque nouvelle phase du projet. Ces réunions ont généralement lieu une fois tous les 2 mois, sur le site et ont pour but de présenter à l'ensemble des membres l'avancement du planning, de l'étude ainsi que de relayer les informations importantes. C'est le chef de projet qui planifie les réunions, les prépare, les anime et en établit un compte rendu qui est transmis à l'ensemble des participants.

Le chef de projet est l'acteur pluridisciplinaire de la mission, il doit prendre en compte l'ensemble des contraintes pour y répondre de manière optimale. Il doit avoir une bonne maîtrise des réglementations en vigueur, une excellente connaissance du site afin d'identifier et d'anticiper les contraintes techniques. Opérateur au centre de l'ensemble des acteurs, il présente une capacité d'adaptation à tous publics, toutes situations et est maître de l'adaptation et de la flexibilité pour l'organisation du planning, des réunions, du respect des délais des tâches administratives, ainsi que de son travail personnel. Dans la limite de ses compétences techniques, il est force de propositions et reste disponible pour l'ensemble des intervenants du projet, il est l'intermédiaire de chacun et disponible pour toutes informations, questions, envois de documents ou accompagnement pour des missions ou expertises spécifiques sur le terrain. Sa connaissance du projet lui permet d'assurer un travail de vulgarisation afin de faire connaître et d'expliquer le projet à divers publics. Par sa rigueur et son esprit de synthèse, le chef de projet doit être pragmatique.

### III. L'ÉTUDE & LES ATTENTES

La phase préparatoire est indispensable pour le lancement de la phase étude avec stratégie et organisation. Une fois le bureau d'étude choisit et les formalités administratives validées (accord des subventions, ordre de service ...) les missions techniques peuvent être lancées.

Comme précisé précédemment, l'étude n'est pas en totalité menée par le bureau d'étude, une partie des missions est effectuée en régie. L'organigramme suivant illustre de manière générale la répartition des missions entre le bureau d'étude et le maître d'ouvrage.

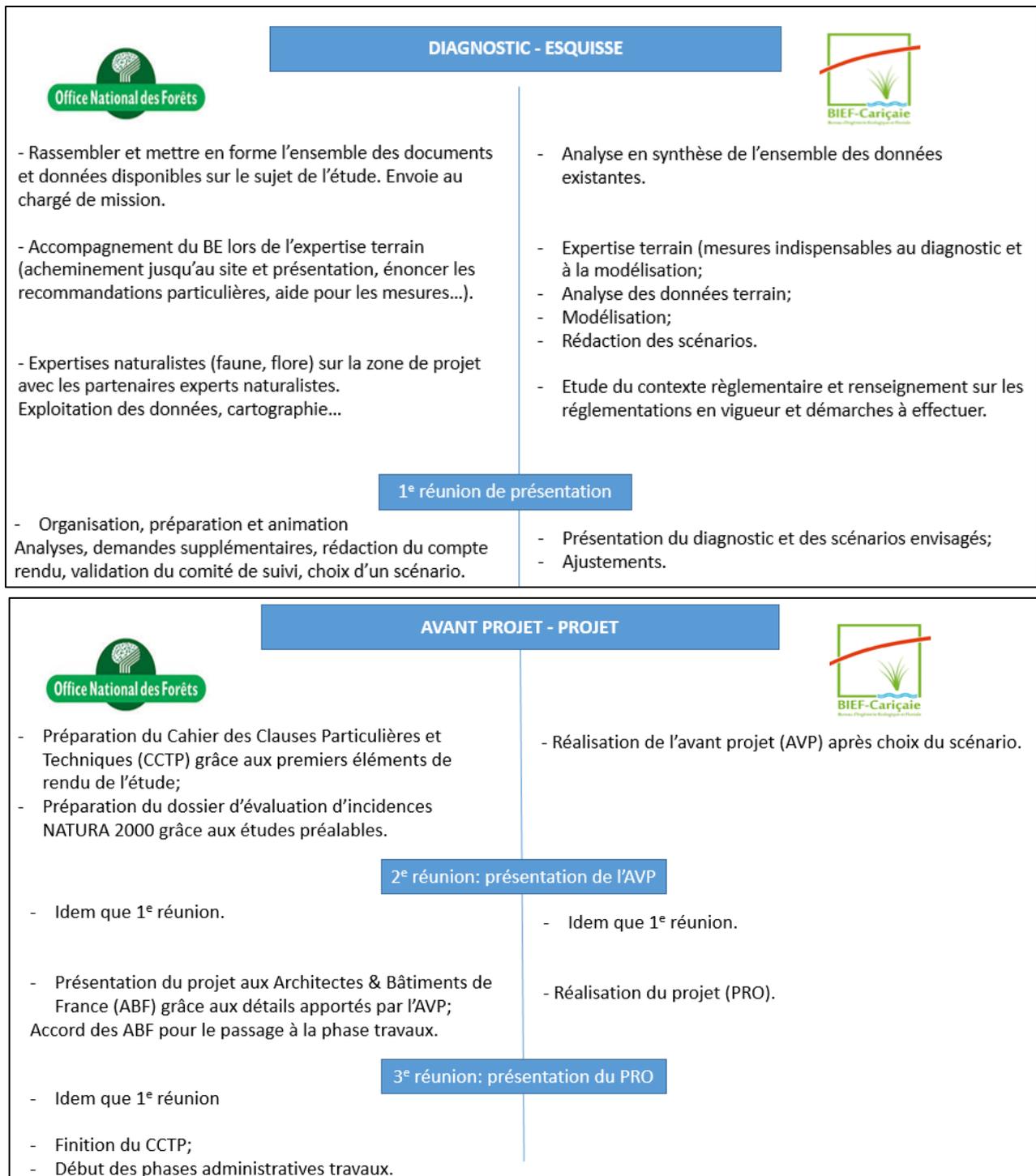


Figure 16 : Répartition des missions entre le maître d'ouvrage et le bureau d'étude (source : ONF)

Cette partie a pour but de présenter en détail les différentes missions menées lors de l'étude ainsi que les opérateurs.

## A. La prestation du Bureau d'étude

### 1) Présentation du Bureau d'étude

Le bureau d'ingénierie BIEF-CARICAIE choisit pour mener l'expertise technique est spécialisé dans l'environnement et les travaux en milieu aquatique depuis une vingtaine d'années. Il est issu du regroupement de 2 organisations aux compétences complémentaires :



- BIEF, qui propose une maîtrise technique en matière d'ingénierie fluviale et maritime, d'ouvrages de navigation commerciale et touristique...
- CARICAIE, qui apporte son expertise et réalise des études en matière d'écologie, d'environnement, de réglementation.

Par cette organisation, le bureau d'étude propose une expertise technique dans diverses disciplines liées à la gestion de l'eau telles que :

- L'Ingénierie fluviale et maritime ;
- L'hydraulique ;
- La renaturation de cours d'eau.

Pour développer ce dernier point, intéressant pour la mission, le bureau d'étude apporte des conseils, diagnostics techniques et écologiques, des expertises techniques environnementales (faune, flore, hydrobiologie) et des études réglementaires.

### 2) Les objectifs

Les objectifs fixés au BE sont au nombre de 3, deux d'entre eux concernent la continuité écologique sur le ru de Berne et figurent dans le cahier des charges sous la forme suivante :

- **Étude de la dynamique hydraulique sur l'ensemble du complexe étangs/ru.**

L'étude a pour but d'effectuer une analyse hydraulique du complexe étangs/ru afin de comprendre la dynamique du secteur et d'identifier les points de dysfonctionnement. Le principal enjeu de la gestion des étangs est leur maintien en eau ainsi que la gestion des connexions entre les étangs et avec le Ru.

- **Étude de la continuité écologique du ru de Berne, en particulier au niveau de l'ouvrage ROE 106576**

L'étude vise à réaliser un diagnostic de la continuité écologique sur le ru de Berne suite aux travaux de restauration qui ont été effectués depuis 2017. Ces travaux ont été portés par le SMOA et par l'ONF. Une étude plus poussée au niveau de l'ouvrage ROE 106 576 aboutira à des propositions de restauration et d'aménagement.

### 3) Le Prix et le Calendrier

La remise d'offre du bureau d'étude se compose d'une présentation du bureau d'étude et de l'équipe, avec l'ensemble de leurs pièces administratives. L'offre comporte également un mémoire technique décrivant le détail de la prestation, le montant de la prestation et un planning prévisionnel. Ce dernier élément est présenté en annexe 7.

Le montant proposé pour la mission, ainsi que le respect des contraintes de délais sont des critères de choix importants pour l'attribution du projet à un prestataire.

L'offre proposée par BIEF-CARICAIE présentait la proposition la plus adaptée à la demande mais également la plus intéressante du point de vue du coût. Concernant le planning prévisionnel, les délais indiqués respectent a priori la contrainte temporelle de clôture de ce stage de fin d'étude.

Grâce à l'exposition d'un planning prévisionnel, il est plus évident pour le chef de projet de prévoir et d'anticiper le planning général de l'étude en se basant sur les échéances fixées par le bureau d'étude.

## B. Le diagnostic

### 1) Collecte et analyse des données existantes

Grâce au travail de synthèse des différentes données existantes, qui a permis la rédaction du cahier des charges lors de la phase préparatoire, de nombreux documents de travail ont été récupérés et exploités. Ce recueil de données est constitué de documents de différentes natures (études environnementales du site, rapports d'études et de travaux hydroécologiques et hydromorphologiques, études concernant l'accueil du public, projets similaires...).

Pour le chef de projet qui connaît le terrain et la problématique, il est relativement évident de se retrouver dans l'ensemble des documents et de les ordonner les uns par rapport aux autres.

Pour le prestataire en revanche, même si chaque document peut apporter des informations intéressantes au déroulement de son expertise, il peut être compliqué de se retrouver dans l'ensemble des données fournies et de les replacer dans un contexte global.

La mission du chef de projet est ainsi de constituer un dossier rassemblant l'ensemble des documents et de les organiser afin de faciliter la découverte et le travail du bureau d'étude. Cette mission se traduit également par un travail d'homogénéisation des données (données SIG à rassembler par exemple).

Une fois l'ensemble des données transmises, le chef de projet reste à disposition du bureau d'étude durant la phase diagnostic pour toute question ou demande d'information ou document supplémentaire.

### 2) Définition du contexte réglementaire et démarches obligatoires

Pour la mener à bien la définition du contexte réglementaire, le bureau d'étude, orienté par ses retours d'expérience du site, étudie les différentes législations en vigueur visées par le projet.

#### a) Loi sur l'Eau

Le XXe siècle marque un tournant concernant la gestion de l'eau en France. La loi sur l'eau du 3 janvier 1992 formalise la volonté de mener une politique publique de gestion responsable de la ressource en eau. La loi met ainsi en place un nouveau système de planification globale de la ressource en eau avec le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) et SAGE.

L'Europe prend part à cette dynamique en proposant une harmonisation de la gestion de l'eau dans les pays européens. Ainsi, la Directive Cadre sur l'Eau (DCE) est adoptée en octobre 2000.

- La DCE

La DCE instaure une politique communautaire de l'eau et fait le choix d'une approche par grands bassins hydrographiques. Elle impose aux états membres de parvenir à un bon niveau de qualité écologique des différents milieux aquatiques dans un délai de 15 ans et d'arrêter progressivement le rejet de certains produits dangereux dans un délai de 20 ans.

Le bon état des milieux aquatiques provient notamment de la préservation d'une bonne dynamique morphologique des rivières et des écosystèmes fluviaux permettant aux processus dynamiques (biologiques et sédimentaires) de se pérenniser.

Elle impose ainsi des résultats à atteindre en fixant des objectifs environnementaux majeurs :

- Atteindre le « bon état » de toutes les masses d'eau d'ici fin 2027 ;
- Gérer durablement les ressources en eau ;
- Stopper la dégradation des milieux aquatiques ;
- Assurer un approvisionnement suffisant en eau potable de bonne qualité ;
- Réduire la pollution des eaux souterraines par les rejets de substances dangereuses.

Ces objectifs sont déclinés au sein des SDAGE qui fixent les grandes orientations de la politique de l'eau à l'échelle des grands bassins hydrographiques.

- La LEMA

La Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques a été promulguée en 2006. Elle complète la transposition de la DCE et vise à atteindre les objectifs permettant « un bon état écologique des eaux » en 2015, conformément à la Directive Européenne de 2000. Elle propose de nouveaux outils réglementaires permettant d'améliorer la lutte contre les pollutions, la gestion quantitative de l'eau en favorisant les économies et le partage de la ressource, ainsi que la restauration du bon fonctionnement des milieux aquatiques. Également, elle a pour objectif d'améliorer les conditions d'accès à l'eau. Ainsi, elle identifie 2 principes importants, la reconnaissance du droit à l'eau pour tous et la prise en compte de l'adaptation au changement climatique dans la gestion des ressources en eau.

Elle conforte le rôle et renforce la portée juridique des SAGE.

- Le SDAGE

Ce document de planification globale de gestion de l'eau est établi pour chaque bassin et fixe les orientations fondamentales permettant de parvenir à une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau. Il définit les objectifs pour chaque masse d'eau et prévoit les dispositions nécessaires pour atteindre les objectifs environnementaux, afin de prévenir la détérioration de l'état des eaux et décliner les orientations fondamentales.

Le SDAGE Seine Normandie, après révision a été adopté en 2009 par le comité de bassin pour la période 2016-2021. Des opérations de restauration et de protection des milieux sont préconisées, notamment des travaux de restauration ou d'amélioration de la continuité écologique des rivières.

Les orientations issues du SDAGE, liées aux ouvrages, correspondent principalement aux suivantes :

- Orientation 16- Assurer la continuité écologique pour atteindre les objectifs environnementaux des masses d'eau ;
- Disposition 60- Décloisonner les cours d'eau pour améliorer la continuité écologique ;
- Disposition 61- Dimensionner les dispositifs de franchissement des ouvrages en évaluant les conditions de libre circulation et leurs effets ;
- Disposition 68- Informer, former, sensibiliser sur le rétablissement de la continuité écologique.

- Le SAGE

Déclinaison locale du SDAGE, il fixe des objectifs pour l'utilisation, la mise en valeur et la protection de la ressource pour un périmètre hydrographique cohérent. Le projet, situé sur la commune de Vieux-Moulin est inclus dans le SAGE Oise Aronde. Ce dernier a fait l'objet d'une révision adoptée par la Commission Locale de l'Eau et approuvée par arrêté préfectoral du 27 novembre 2019.

Le SAGE ne crée pas de droit mais il a une portée juridique. Il vient préciser la réglementation générale en matière d'eau, en fonction des enjeux locaux. Le SAGE doit être compatible avec le SDAGE. Les deux documents qui composent le SAGE, Plan d'Aménagement et de Gestion Durable (PAGD) et règlement, sont de nature juridique différente. Ils sont tous deux accompagnés de documents cartographiques de même valeur juridique. La portée juridique des documents du SAGE est définie dans la LEMA. La portée juridique du Plan d'Aménagement et de Gestion Durable relève de la compatibilité alors que la portée juridique du règlement relève de la conformité.

- Le classement du cours d'eau

Ainsi, le tronçon d'étude du ru de Berne est classé Liste 2 des cours d'eau au titre de l'article L.214-17 du code de l'environnement

Tableau 4 : Descriptif réglementaire du ru de Berne

	Code Hydro	Nom du tronçon	Limite amont	Limite aval
Liste 2	FRH1684000	Ru de Berne	Limite de la forêt domaniale, à l'amont des étangs Saint-Pierre	Confluence avec le cours d'eau principal : [H1-0200] l'Aisne.

Le ru de Berne, étant concerné par la réglementation au titre de la loi sur l'eau, tout travaux pouvant altérer le cours d'eau sont soumis à consultation et décision de l'autorité environnementale.

Dans le cadre général du projet de restauration de la continuité écologique du ru de Berne, l'ensemble des travaux depuis 2018 impliquent la restauration des ouvrages hydrauliques ainsi que de leur linéaire d'influence.

La réglementation environnementale concernant ce type de travaux est portée par le code de l'environnement, notamment l'article L-214. Le chapitre IV « Activités, installations et » Titre III « Impact sur le milieu aquatique ou la sécurité publique ».

Un dossier d'autorisation au titre de la loi sur l'eau a été déposé par l'ONF auprès de l'autorité environnementale, représentée par la Direction Départementale des Territoires de l'Oise (DDT60) en 2014, présentant l'ensemble des travaux sur les ouvrages à restaurer sur le ru de Berne, ouvrages de R1 à R9. L'autorisation de travaux a été délivrée.

En complément de cette autorisation, des Portés à Connaissance (PAC) sont à rédiger et envoyer à la DDT60 avant chaque début de travaux. Ces documents reprennent le contexte, les objectifs du projet ainsi que le détail de l'ensemble des travaux prévus.

#### *b) Sites naturels et zones humides*

- Réseau et protection NATURA 2000

Le réseau NATURA 2000 englobe un ensemble de sites naturels d'Europe présentant une grande valeur patrimoniale, par la faune et la flore exceptionnelle qui les habitent. La construction de ce réseau vise à maintenir la diversité biologique des milieux en tenant compte des exigences économiques, sociales, culturelles et régionales dans la logique de développement durable. L'articulation de ce réseau est schématisée sur le graphique disponible en annexe 8.

Le site est inscrit dans la ZPS référencé FR2212001, « Forêts picardes : Compiègne, Laigue, Ourscamps ». La cartographie de cette ZPS ainsi que sa fiche descriptive sont disponibles en annexe 9.

Tout projet de travaux, aménagement ou activité dans une zone NATURA 2000 est soumis à une évaluation des incidences qui a pour but de déterminer si le projet peut avoir un impact significatif sur les habitats, espèces végétales ou animales ayant justifié la désignation du site. Dans un tel cas, l'autorité décisionnaire s'oppose au projet (sauf projet d'intérêt public majeur et sous certaines conditions). Seuls les projets n'ayant pas d'impact significatif peuvent être autorisés.

La notice d'évaluation des incidences NATURA 2000 doit être intégrée au dossier de déclaration loi sur l'eau. Dans le cas de ce projet, elle sera donc transmise en complément du PAC.

- Zones naturelles d'intérêt écologique, faunistique et floristique (ZNIEFF) de type 1 et 2

Lancé en 1982, l'inventaire des ZNIEFF a pour objectif d'identifier et de décrire, sur l'ensemble du territoire national, des secteurs de plus grand intérêt écologique abritant la biodiversité patrimoniale. Ces inventaires ont pour but de créer un socle de connaissances mais aussi un outil d'aide à la décision (protection de l'espace, aménagement du territoire). On distingue 2 types de ZNIEFF dont les caractéristiques sont données en annexe 10.

Le site est inscrit dans le zonage ZNIEFF de type I Réf. 220014322 « Massif forestier de Compiègne, Laigue et Ourscamps-Carlepont ». La cartographie de la zone ZNIEFF et la fiche descriptive sont présentées en annexe 11.

Cet outil est devenu un des éléments majeurs de la politique de conservation de la nature. Il est consulté dans le cadre de projets d'aménagement du territoire (document d'urbanisme, création d'espaces protégés...).

- Zones humides

Les zones humides sont définies par des terrains exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre, de façon permanente ou temporaire. Lorsqu'elle est présente, la végétation est dominée par des plantes hygrophiles durant au moins une partie de l'année (Loi sur l'eau du 3 janvier 1992). Elles sont remarquables par leur importante diversité, richesse et jouent un rôle central pour la gestion quantitative et qualitative de l'eau, ainsi que la préservation de la biodiversité. Les zones à dominante humide ont été répertoriées et cartographiées dans le cadre du SDAGE Seine Normandie, avec différents objectifs (ZNIEFF, inventaires de ZH chasse, fédération de pêche, PNR...) afin de permettre un recensement plus précis.

Si ce recensement n'a pas de portée réglementaire directe, il permet en revanche de signaler aux différents acteurs locaux la présence potentielle d'une zone humide. Il convient d'actualiser les données au fur et à mesure que les projets ou aménagements sont réalisés dans une zone humide.

La réglementation s'appliquant aux zones humides répond à l'article L211-1 du code de l'environnement. Certains travaux ou activités susceptibles de leur porter atteinte sont ainsi réglementés ou interdits.

Une cartographie des zones humides sur le massif forestier de Compiègne est exposée en annexe 2

En 2013, le SMOA a réalisé, également exposé en annexe 2, un inventaire des zones humides avérées et potentielles sur son territoire qui est la base de l'arrêté ministériel du 24 juin 2008 modifié. Cet arrêté précise les critères de définition et de délimitation des zones humides. Le lien de consultation est présenté dans la bibliographie.

Compte tenu de la localisation du ROE 106 576, les zones humides les plus exposées au projet sont celles présentes sur les parcelles 5121 et 5112. Une cartographie détaillée de ces 2 parcelles est présentée en annexe 12.

### *c) Périmètre protégé autour d'un monument historique*

Situé entre l'étang le Rouille et le Grand étang Saint-Pierre, au bord de la route Eugénie qui relie les châteaux de Pierrefonds et de Compiègne, le Pavillon Eugénie fut bâti sous Napoléon III pour l'Impératrice en 1861. Il a été restauré en maison forestière et appartient désormais au patrimoine bâti de la région. Il est inscrit sur liste complémentaire des Monuments Historiques depuis 1994.

Le statut de « monument historique » permet de reconnaître la valeur patrimoniale du bien par la nation. Ce classement est devenu au cours du temps un instrument de protection juridique. Aujourd'hui, la protection des monuments historiques, portée par le livre VI du code du Patrimoine, reprend notamment les dispositions de la loi de 1913 sur la reconnaissance de ces derniers comme constituant un service de droit public.



Figure 17: Carte postale ancienne datant de 1905 et photographie datant de 1930 du Pavillon Eugénie (source : Delcampe)

La protection des abords d'un monument historique est une servitude d'utilité publique visant à protéger, conserver et mettre en valeur le patrimoine naturel. Les travaux susceptibles de modifier l'aspect extérieur d'un bâti protégé au titre des abords sont soumis à une autorisation préalable nécessitant l'accord des Architectes des Bâtiments de France (ABF). À défaut d'un périmètre délimité,

seuls les travaux situés dans le champ de visibilité d'un monument historique à moins de 500 m de celui-ci sont soumis à l'accord des ABF.

Le site d'étude est partiellement localisé dans le périmètre de protection de 500m autour du Pavillon. De ce fait, les opérations réalisées dans ce périmètre font l'objet d'une demande d'avis, puis sont soumis à VISA des ABF.

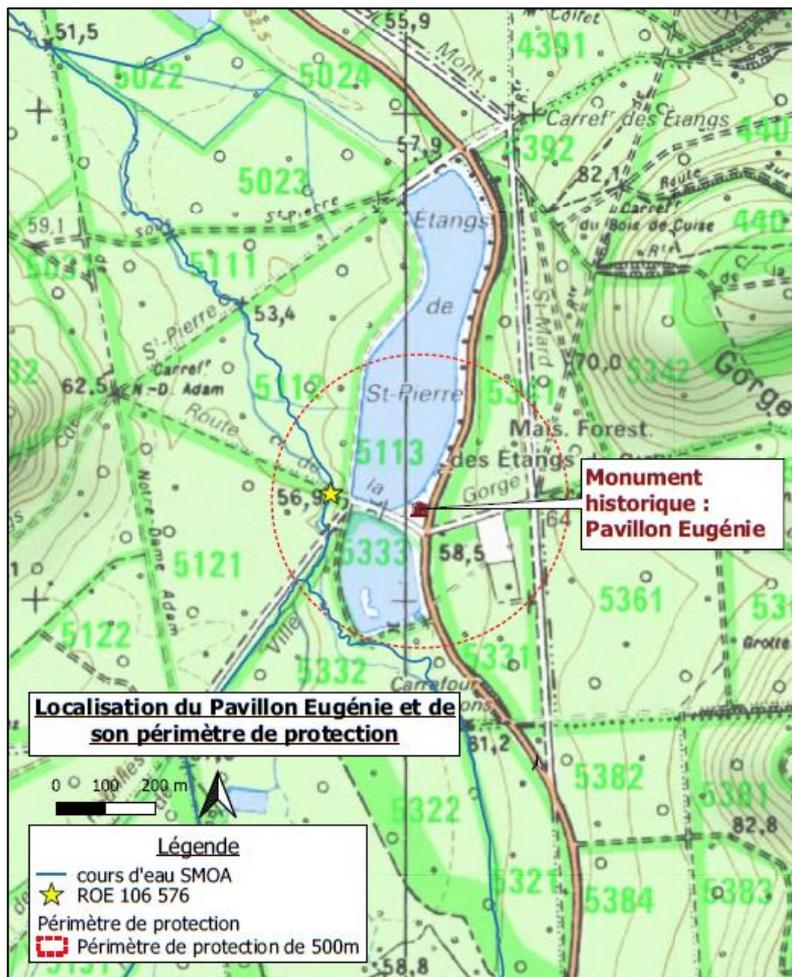


Figure 18: Localisation du Pavillon Eugénie et de son périmètre de protection

- Point maîtrise de projet

La quantité d'informations et de réglementations appliquées sur la zone d'étude étant conséquente, il est important pour le chef de projet de prendre du recul, de contextualiser et d'établir des liens entre les informations afin de pouvoir évaluer les démarches à entamer.

D'un point de vue général, les informations exposées précédemment nous indiquent que le ru de Berne est en partie inclus dans le massif forestier de Compiègne et traverse une zone classée NATURA 2000, diverses zones humides définies par le code de l'environnement, ainsi que le périmètre de protection d'un monument historique.

Les projets de travaux y sont fortement réglementés et leur faisabilité soumise à l'autorité administrative représentée par la DDT60 et par les Architectes des Bâtiments de France (ABF).

Les enjeux étant importants, il est indispensable de faire connaître en détail les intentions du projet et ses potentielles incidences sur le milieu dans une optique de transparence mais également pour se faire orienter par des professionnels sur les démarches à suivre.

Cette première réflexion illustre parfaitement l'importance d'inclure les services réglementaires dans le comité de suivi. Présent aux différentes réunions et au plus proche de l'avancée du projet, le lien privilégié avec un interlocuteur de chaque service est un réel atout.

De cette analyse, ressortent différentes démarches à effectuer au regard du code de l'environnement et du patrimoine :

- Rédaction d'un dossier d'incidences sur site NATURA 2000 et d'un Porter à Connaissance
- Rédaction d'un dossier explicatif du projet et des incidences paysagères destiné aux ABF.

Les missions de terrains et d'expertise qui seront présentées dans la partie suivante, sont les premières étapes de rédaction de ces dossiers.

### 3) Diagnostic du site complété par des missions de terrain

Les données existantes sur le site permettent de contextualiser le projet et de définir les problématiques et objectifs du site. Souvent incomplètes, insuffisantes ou trop anciennes, de nouvelles données sont nécessaires pour actualiser l'état du site et définir les scénarios d'aménagement. Dans ce cadre, le bureau d'étude et le maître d'ouvrage ont mené diverses expertises sur le terrain pour mener à bien les missions.

Durant le réaménagement hydraulique de 1976, plusieurs sections du ru de Berne ont été approfondies d'environ 30 cm et le profil général a été modifié en forme trapézoïdale. Le profil suivant est extrait du dossier de travaux d'aménagement du ru de 1976, sur la zone d'étude en aval de l'ouvrage répartiteur R8.

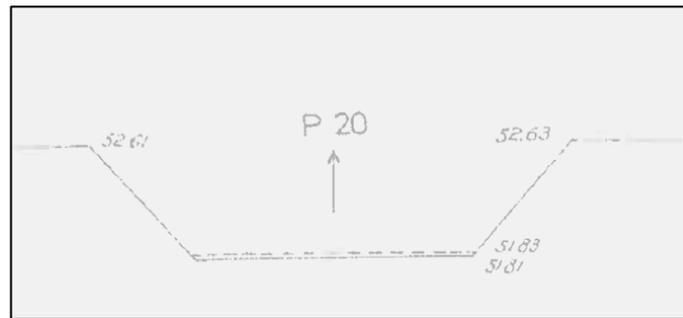
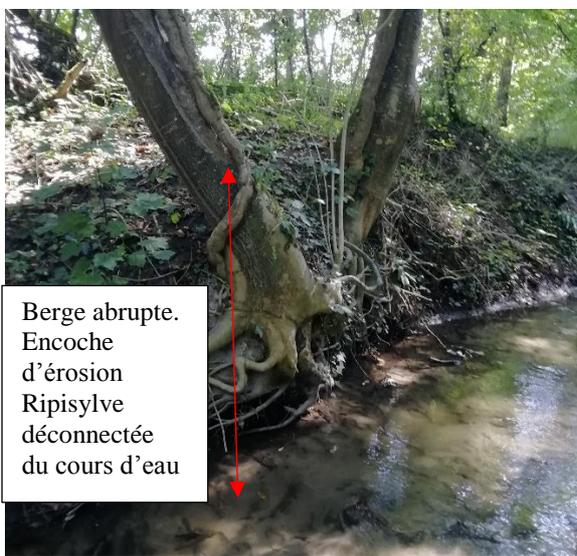


Figure 19: Profil en travers de forme trapézoïdale du ru de Berne lors des aménagements hydrauliques de 1976 en aval de l'ouvrage R4 (source : étude d'aménagement hydraulique de 1976, côtes mIGN69)

La Fédération de pêche de l'Oise a également levé plusieurs profils topographiques lors de son étude menée en 2010. Ces profils montrent que le ru a conservé un profil trapézoïdal, très homogène. Le lit mineur du ru de Berne apparaît fortement impacté par les travaux de recalibrage, sa morphologie surdimensionnée ne correspond pas à une morphologie naturelle. Lors de sa visite de terrain le 17 avril 2020, le bureau d'étude a procédé à des observations et une description de l'hydromorphologie sur le ru de Berne. Ces observations, couplées à celles effectuées par le chef de projet permettent de dresser la description suivante :

Tableau 5: Descriptif de l'hydromorphologie du ru de Berne

<b>Profil du Ru</b>	Lit mineur artificialisé, rectiligne, surdimensionné avec un profil trapézoïdal relativement homogène sur toute la zone
<b>Géomorphologie</b>	Faible diversité de substrat et attractivité du milieu (substrat et faciès d'écoulement peu diversifiés) ; déficit en apport sédimentaire
<b>Granulométrie</b>	Sable à 80%
<b>Ripisylve</b>	Limitée, système racinaire déconnecté du lit mineur
<b>Ombrage du lit</b>	Important sur tout le linéaire occasionnant une absence presque totale des hydrophytes
<b>Morphodynamique</b>	La prise d'eau des étangs impacte la fréquence d'occurrence des crues morphogènes. Les processus morphodynamiques sont très limités
<b>Continuité écologique</b>	La densité d'habitats (racinaire) des berges est moyenne à faible. La qualité des habitats est relativement dégradée, le franchissement piscicole est difficile au droit de certains ouvrages. La forte homogénéité des habitats piscicoles et la morphologie sont inadaptées au peuplement piscicole théorique.



Berge abrupte.  
Encoche  
d'érosion  
Ripisylve  
déconnectée  
du cours d'eau



Profil rectiligne

Figure 20: Hydromorphologie du ru de Berne proche du ROE 106 576 (source : ONF, Septembre 2020)

En complément de ces informations, les caractéristiques générales du ru recensées en 2010 par le bureau d'étude SCE permettent de compléter le diagnostic :

Tableau 6: Caractéristiques générales du ru de Berne (source : SCE)

Caractéristiques générales du cours d'eau	Valeurs
<b>Hydro-écotéion</b>	Tables calcaires
<b>Typologie de la masse d'eau</b>	Très petit cours d'eau
<b>Style fluvial</b>	De rectiligne à sinueux
<b>Largeur moyenne en eau (m)</b>	2.5 à 3
<b>Profondeur moyenne en eau (m)</b>	0.3
<b>Pente moyenne du cours d'eau (%)</b>	0.4
<b>Altitude (m)</b>	50 à 60
<b>Contexte pédologique</b>	Dominance de sable à limons sableux
<b>Débits pleins bords (m<sup>3</sup>/s)</b>	De l'ordre de 0.6m <sup>3</sup> /s
<b>Puissance spécifique (W/m<sup>2</sup>)</b>	4 (Très faible)
<b>Erodabilité des berges</b>	Moyenne
<b>Intensité des apports solides</b>	Nulle à faible

En se référant à ce tableau, on relève que le ru de Berne présente une faible puissance spécifique ( $<10\text{W/m}^2$ ), une érodabilité des berges moyenne et de faibles apports solides. D'un point de vue géodynamique, le ru de Berne est qualifié de cours d'eau de type passif (Biotec et Malavoi, 2007). Un cours d'eau de type passif nécessite une forte intervention de l'Homme pour retrouver une dynamique fonctionnelle proche de son état de référence (modification de la géométrie du lit, reméandrage, travaux de diversification des faciès, ...).

Les informations recensées ci-dessus et les observations de terrain présentent un cours d'eau au profil très homogène avec une géomorphologie dégradée. Ceci est notamment dû à la rectification du cours d'eau. Le passage du cours d'eau d'un profil méandrique à un profil rectiligne a entraîné un changement du rythme et des caractéristiques hydrauliques, entraînant une incision du lit. Une ripisylve est présente mais le système racinaire n'est pas en contact avec le fond de la rivière. Cette modification entraîne une homogénéisation des profils de vitesse, de la morphologie et des habitats.

#### b) Qualité physico-chimique du ru de Berne

Une analyse de la qualité physico-chimique et biologique et du peuplement piscicole du ru, commandée par le SMOA, a été effectuée en 2010 par le laboratoire ASPECT Service Environnement puis en 2016 par le bureau d'étude Hydrosphère.

Ce diagnostic correspond à l'état des lieux de base du projet et servira de référence.

Quatre campagnes de mesures ont été réalisées, sur l'année 2015-2016, pour l'analyse de la qualité physico-chimique et 1 prélèvement pour la qualité biologique. La station de prélèvement pour le relevé de la qualité physico-chimique se situe à Vieux-Moulin, en aval d'une STEP, ce qui correspond au point le plus à l'aval de notre zone d'étude.

Le résumé des résultats est présenté dans le tableau suivant, le détail est présenté en annexe 13.

Tableau 7: Paramètres définissant la qualité physico-chimique relevée sur le ru de Berne en 2015-2016

Température de l'eau °C	La plus basse (hiver)	5
	La plus haute (été)	20 : début de la gamme des températures gênantes pour les salmonidés.
Qualité physico-chimique	MES (mg/L)*	Varie entre 3.8 et 59 = qualité moyenne
	Turbidité (NTU)*	Varie entre 3.6 et 48
	pH	8
	Conductivité (µs/cm)*	Varie entre 45 et 630
	O2 saturation (%)	Varie de 87.5 à 99
	O2 dissous (mg/L)	Varie de 8.3 à 10.2
	COD (mg/L)	Varie entre 4,10 et 13mg /L = qualité médiocre
	DCO (mg/L)*	Atteint 46 mg/L = qualité médiocre
	DBO5 (mgO2/L)	Varie de 1.9 à 3
Nutriments	Azote Kjeldahl (NKJ) (mg/L)*	Varie entre 0 et 1
	Ammonium NH4+ (mg/L)	Varie de 0 à 0.48
	Nitrites (mg/L)	Varie de 0.08 à 0.22
	Nitrates NO3- (mg/L)	Varie de 3.5 à 6.10
	Phosphates PO4- (mg/L)	Varie de 0.26 à 0.88
	Phosphore totale (mgP/L)	Varie de 0.12 à 0.3
	<b>Surcharge en phosphore total et orthophosphates = qualité moyenne</b>	

\*Aucun seuil n'est fixé par la DCE, utilisation des seuils fixés par le SEQ eau v2

<i>Etat</i>				
<i>Très bon</i>	<i>Bon</i>	<i>Moyen</i>	<i>Médiocre</i>	<i>Très mauvais</i>

Il ressort de cette analyse qu'en 2016 le ru de Berne était déclassé ponctuellement, lors d'augmentations significatives de débit, par 3 paramètres physico-chimiques : la DCO, le COD et la teneur en matières phosphorées. L'état physico-chimique du ru passe, dans ces conditions, de très bon à médiocre. L'augmentation des concentrations en matières phosphorées semble avoir pour origine la STEP. Les concentrations en COD peuvent s'expliquer par le contexte forestier du bassin versant du ru de Berne.

### c) Qualité biologique sur le ru de Berne

Tableau 8: Paramètres définissant la qualité biologique relevée sur le ru de Berne en 2015-2016

Qualité biologique	IBGN (09/2016)	9/20 = qualité médiocre.
	Diversité taxonomique	Modérée

Les résultats d'IBGN sont médiocres. La densité taxonomique modérée et le groupe indicateur témoignent une hospitalité faible sur la station. Des individus relevés, plus sensibles à la pollution, témoignent d'un potentiel d'amélioration non négligeable. La STEP ne semble pas avoir d'impact sur les communautés aquatiques. Le détail des résultats est présenté en annexe 14.

Ces résultats sont cohérents avec les observations faites sur l'hydromorphologie et la qualité physico chimique du cours d'eau, la diversité des habitats aquatiques du ru de Berne est limitée (majoritairement sablo-limoneux), l'attractivité est faible.



Inventaires piscicoles	(24/09/2018) – Moulin de l’Ortille	(06/09/2018) – Vivier-Frère-Robert
	350 Vandoises	3 Truites Fario
	150 Chevesnes	8 Chevesnes
	100 Goujons	70 Chabots
	150 Chabots	46 Goujons
	20 Bouvières	49 Loches Franches
	100 Loches franches	1 Ablette
	25 Perches communes	1 Anguille
	10 Perches soleil	
	8 Anguilles	
	2 Barbeaux commun	
	1 Brochet	
	1 Truite Fario	

Le chabot (*Cottus gobio*) est recensé à l’Annexe 2 de la directive Habitat (N°92/43 – CEE) ; L’Anguille possède également un statut de protection-conservation (Annexe II de la CITES et Règlement Européen).

Le ru de Berne est classé en deuxième catégorie piscicole. Le Brochet, l’espèce repère est très peu présent (1 individu inventorié), ceci témoigne d’un milieu perturbé, dégradé peu propice à l’accueil des individus de ce groupe. Idéalement, ce petit ru forestier sableux constitue un biotope idéal pour l’anguille qui est en réalité peu présente dans les inventaires (9 Anguilles).

La proximité de la station avec l’Aisne aurait dû relever une présence de brochets plus importante, ainsi que de cyprinidés (carpes, brèmes, barbus), la quasi absence de ces espèces est un indice de discontinuité piscicole d’un point de vue du franchissement d’obstacles positionnés sur le ru de Berne, empêchant les individus de remonter le cours d’eau.

**Point maîtrise de projet :** Ces inventaires, les plus récents, ont été effectués au mois de Septembre. Or, la période de migration et de reproduction des espèces cibles à lieu au printemps (entre Mars et Juin). Ceci peut également expliquer le peu d’individus cibles inventoriés lors de ces pêches de sauvetage.

Le Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion des ressources piscicoles (PDPG) de l’Oise établit en 2015 présente des conclusions similaires. Ce document définit l’ensemble des actions visant à exploiter, au mieux, les ressources naturelles en prenant en compte les facteurs :

- milieu : qualité de l’eau, quantité d’eau, diversité d’habitats ;
- biologique : cycle de vie des poissons, source de nourriture ;
- humain : usage du milieu aquatique.

En complément des relevés, il recense les principaux facteurs de perturbations à la continuité piscicole du site. Ces derniers sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 10: Facteurs de perturbations et impacts sur l’écosystème du ru de Berne (source : PDPG de l’Oise, 2015)

Importance de l’impact	Nature et localisation	Facteurs limitants Impact sur l’écosystème	Evaluation	
			Accueil	Recrutement
Facteur principal 1	Ouvrages et seuils	Perturbation du transit sédimentaire, modification des habitats et inaccessibilité aux zones de reproduction	(X)	X
Facteur principal 2	Travaux hydrauliques	Tracé rectiligne et perte d’habitats, uniformisation des écoulements, faibles capacités auto-épuratoire et de résilience, reproduction des espèces lithophiles limitée	X	X
Facteur annexe	Plans d’eau	Altération de la qualité physico chimique et thermique de l’eau, augmentation de l’évaporation, diminution de l’écoulement, dérivation des peuplements	(X)	X
<b>Rappel bilan fonctionnalité du contexte</b>			Très Perturbé	

D'après ce tableau, le facteur principal altérant la continuité piscicole est la présence d'ouvrages et de seuils. Le bureau d'étude a ainsi étudié le niveau de franchissabilité piscicole au niveau des ouvrages hydrauliques pour les espèces cibles en se référant au protocole ICE (Information sur la Continuité Ecologique – ICE, Evaluer le franchissement des obstacles par les poissons, principes et méthodes, ONEMA, 2014). Ce protocole tient compte de la typologie, la géométrie des obstacles, les conditions hydrauliques au niveau des ouvrages ainsi que les capacités de nage et de saut des espèces piscicoles concernées.

Le protocole regroupe les espèces piscicoles en 11 groupes ICE construits en fonction de leur capacité physique de franchissement. Le protocole a été appliqué au ru de Berne pour l'espèce repère du cours d'eau : le brochet (groupe 5), ainsi que les espèces moins bonnes nageuses (Chabot, Anguille). Les résultats sont définis en cinq classes, associées à des indices avec couleur, afin de faciliter la mise en œuvre de la méthodologie et la compréhension.

Tableau 11: classes de franchissabilité (source : protocole ICE, ONEMA, 2014)

code couleur	Classe ICE	Définition
	Classe ICE = 1	barrière à impact limité
	Classe ICE = 0.66	barrière à impact significatif
	Classe ICE = 0.33	barrière à impact majeur
	Classe ICE = 0	barrière totale
	NC	Chute totalement infranchissable : Dextrême

Le ROE 106 576 (R6) constitue un obstacle physique de type seuil à parement incliné avec chute à l'aval. Il est diagnostiqué en deux parties : un parement à chute verticale (pente > 150% en sortie du radier) et un seuil à parement incliné (pente < 150%). Les obstacles verticaux provoquent des chutes que les espèces ne peuvent franchir qu'en faisant appel à leur capacité de saut. Les espèces 3 espèces cibles utilisées pour cette étude sont des espèces non sauteuses. Elles peuvent cependant franchir une chute verticale lorsque les conditions d'écoulement répondent à plusieurs critères :

- Ecoulement « de surface », la chute doit être inférieure à 0.5 fois la charge H sur le seuil ;
  - Le tirant d'eau sur le seuil doit être suffisant et doit permettre la nage du poisson ( $H > H_{min}$  pour l'espèce considérée) ;
  - La fosse en pied de seuil ( $H_f$ ) doit être suffisante et doit répondre globalement au critère ( $H_f > H_{fmin}$  pour l'espèce considérée) ;
  - La vitesse d'écoulement V doit rester compatible avec les capacités de nage des espèces ciblées.
- L'ensemble du raisonnement est présenté en annexe 15.

D'après le protocole ICE de l'ONEMA, **la classe ICE globale de l'ouvrage est de 0 : Barrière totale.** Ceci signifie que l'ouvrage ROE 106 576 est classé comme infranchissable pour l'ensemble des espèces cibles, et plus largement pour l'ensemble des espèces piscicoles, lors des levés de terrain d'avril 2020.

Avec ces résultats, le bureau d'étude certifie que **l'ouvrage est infranchissable** en période d'étiage où une chute aval est présente et où les lames d'eau sont bien inférieures aux lames d'eau minimales permettant la circulation de toutes les espèces piscicoles.

#### e) Bilan de la qualité du ru de Berne

On retient de la synthèse de ces données que, suite aux aménagements anthropiques du cours d'eau (rectification du lit et pose d'ouvrages hydrauliques) depuis 1976, le ru de Berne présente une discontinuité écologique. Les conséquences visibles sur le cours d'eau sont les suivantes :

- l'état hydromorphologique du ru de Berne est mauvais sur l'ensemble de la zone d'étude, ce qui se manifeste par une faible diversité de substrat et d'habitat.

- la qualité physico chimique sur l'ensemble du cours d'eau est mauvaise, a priori impactée par les eaux usées domestiques (rejet STEP à confirmer).

- Ces deux premiers points sont, en partie une explication à la mauvaise qualité biologique du cours d'eau, se manifestant par un IBGN médiocre. De plus, les indices fournis par le peuplement piscicole en 2015 et 2018 décrivent une discontinuité piscicole. Celle-ci s'explique principalement par la présence d'ouvrages hydrauliques positionnés sur le cours d'eau qui forment des obstacles pour le transit piscicole. Grâce au protocole ICE de l'ONEMA, l'ouvrage ROE 106 576 a clairement été inventorié comme barrière totale au franchissement piscicole pour l'ensemble des espèces.

#### **Point maîtrise de projet :**

La présence de l'ONF lors de l'expertise de terrain menée par BIEF-CARICAIE est importante pour 2 raisons :

- L'accueil de BIEF CARICAIE sur le site dans le but de présenter les éventuelles préconisations de l'ONF et d'être à leur disposition pour toute demande supplémentaire ;
- La contribution aux mesures afin de proposer une main d'œuvre supplémentaire ayant pour double objectif de faciliter le travail du bureau d'étude et également de prendre en compte l'ensemble de l'intervention pour une meilleure compréhension du chef de projet.

Cependant, les dispositions particulières dues au contexte sanitaire du mois d'Avril 2020 n'ont pas permis au chef de projet d'assister aux différentes mesures.

Le technicien forestier a tout de même accueilli le bureau d'étude sur le site avant le début de ses mesures.

#### f) Inventaires faunistiques et floristiques de la zone

La restauration d'un cours d'eau ainsi que l'aménagement d'un ouvrage hydraulique dans une zone humide signifient que des travaux, plus ou moins lourds, auront lieu sur le site en question. Afin de remplir les différentes conditions qui permettront d'effectuer ces travaux après la phase étude, un inventaire des espèces faunistiques et floristiques doit être effectué pour identifier les éventuelles espèces protégées.

En Avril et Mai 2019, le chef de projet accompagné par le technicien forestier du site et un expert naturaliste du SMOA ont effectué deux inventaires de la flore printanière sur le site.

Couplées aux données récupérées des années précédentes dans les différentes bases de données disponibles (base de données ONF, conservatoire botanique national de Bailleul, conservatoire des espaces naturels des Hauts-de-France...), le chef de projet a rassemblé l'ensemble des données sur une carte bilan indiquant l'emplacement des espèces floristiques patrimoniales :

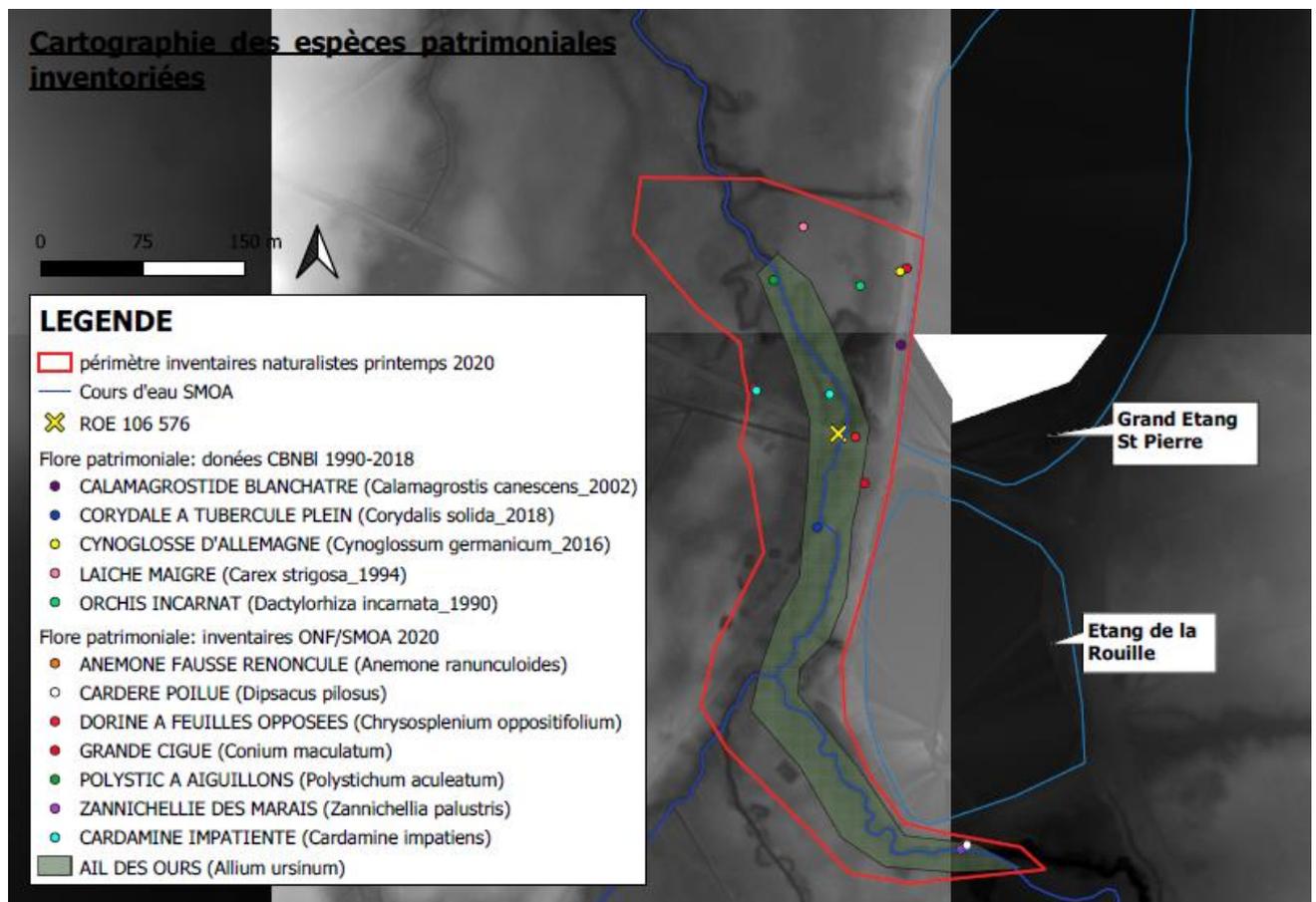


Figure 22: Cartographie des espèces floristiques patrimoniales présentes sur le site (source : ONF)

Une cartographie des différentes zones d'inventaire a également été construite afin de faciliter l'exploitation des données, elle est consultable en annexe 16.

Suivant le même principe que pour les inventaires floristiques, un bilan de la faune inventoriée sur le site a été effectué grâce aux données récupérées dans les bases de données de l'ONF :

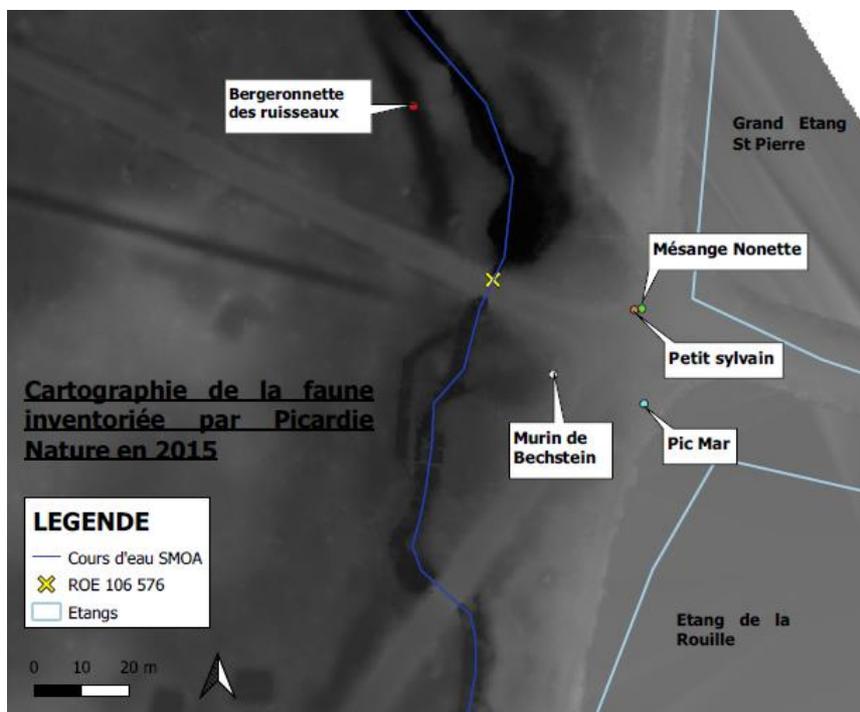


Figure 23: Cartographie de la faune inventoriée sur le site (source : ONF)

Une cartographie ciblée sur les chiroptères observés sur le site en 2010 a également été levée, elle est consultable en annexe 17.

Ces inventaires fournissent une description plus précise du site d'étude et permettent de dresser une liste conséquente d'espèces patrimoniales, ainsi que les habitats d'observation. Grâce à cette cartographie, des dispositions pourront être prises au moment de la définition des travaux afin de limiter l'impact sur les habitats abritant les espèces sensibles.

### g) Mesures de débits

Tableau 12: Débits caractéristiques utilisés pour l'étude sur le ru de Berne

	Q Entrée (m <sup>3</sup> /s)	Q Bras étangs (m <sup>3</sup> /s)	Q Bras de contournement (m <sup>3</sup> /s)	Q Ru de Berne (m <sup>3</sup> /s)
Q <sub>2</sub>	0.43	0.032	0.39	0.398
Module	0.15	0.023	0.12	0.127
Etiage	0.09	0.018	0.06	0.072

Le bureau d'étude n'a pas effectué de nouvelles mesures de débit sur le ru de Berne lors de son inventaire terrain. Ainsi, les débits utilisés pour leur calcul et dimensionnement sont ceux issus des études menées précédemment sur le site, dans le cadre de la restauration de la continuité écologique sur le ru de Berne (validés à l'époque par la DREAL), ces débits ont notamment été utilisés pour dimensionner l'ouvrage répartiteur R8, séparant les débits d'alimentation des étangs et du ru de Berne. Les débits retenus sont présentés dans le tableau ci-contre :

- Q<sub>2</sub> correspond au débit de période de retour théorique de 2 ans. C'est-à-dire le débit qui est susceptible de survenir tous les 2 ans.
- Le module correspond au débit moyen interannuel calculé sur l'année hydrologique sur l'ensemble de la période d'observation de la station. Il donne une information sur le volume annuel écoulé et donc sur la disponibilité globale de la ressource en eau ;
- Le débit d'étiage correspond au débit minimal d'un cours d'eau, il correspond statistiquement à la période de l'année où le niveau d'eau est le plus bas dans le cours d'eau.

### h) Relevés topographiques des ouvrages et du lit

Le bureau d'étude a procédé à des relevés de topographie le 17 Avril 2020, au niveau des différents ouvrages situés sur le lit en amont et en aval direct de R6. Ces levés ont été restitués sous la forme de :

- Un plan d'ensemble au droit de l'ouvrage ROE 106 576 (R6), sur environ 300m comprenant l'aval et l'amont jusqu'à l'aménagement de l'ouvrage R7bis en amont de R6. Plusieurs profils en travers ont été levés sur ce tronçon, nécessaires au bon dimensionnement des scénarios. La localisation de ces profils est indiquée sur le plan d'ensemble ci-dessous :

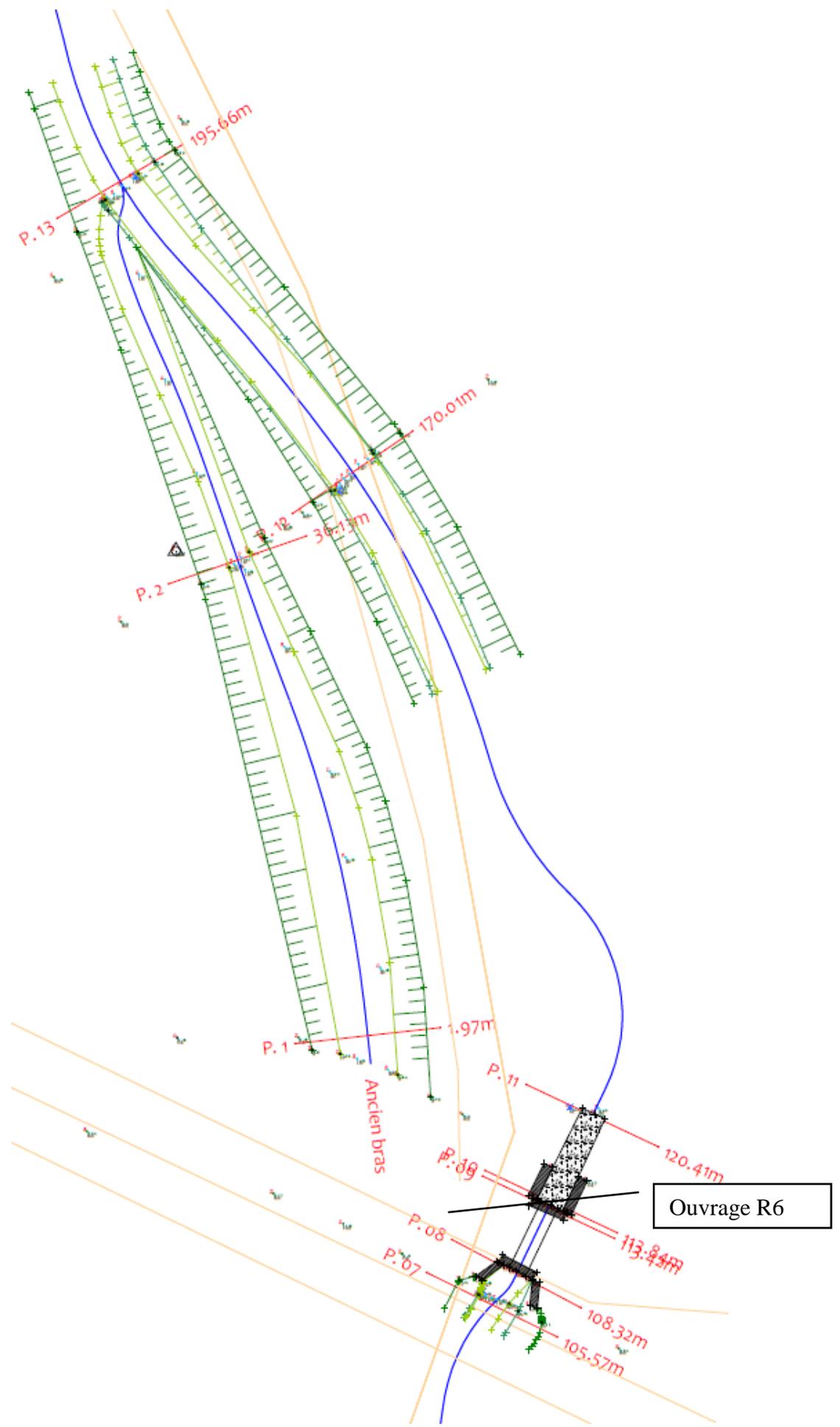


Figure 24: Vue en plan du tronçon R7 bis - R6 et localisation des différents profils relevés (échelle: 1/200, source : rapport DIAGNOSTIC ESQUISSE-BIEF CARICAIE)

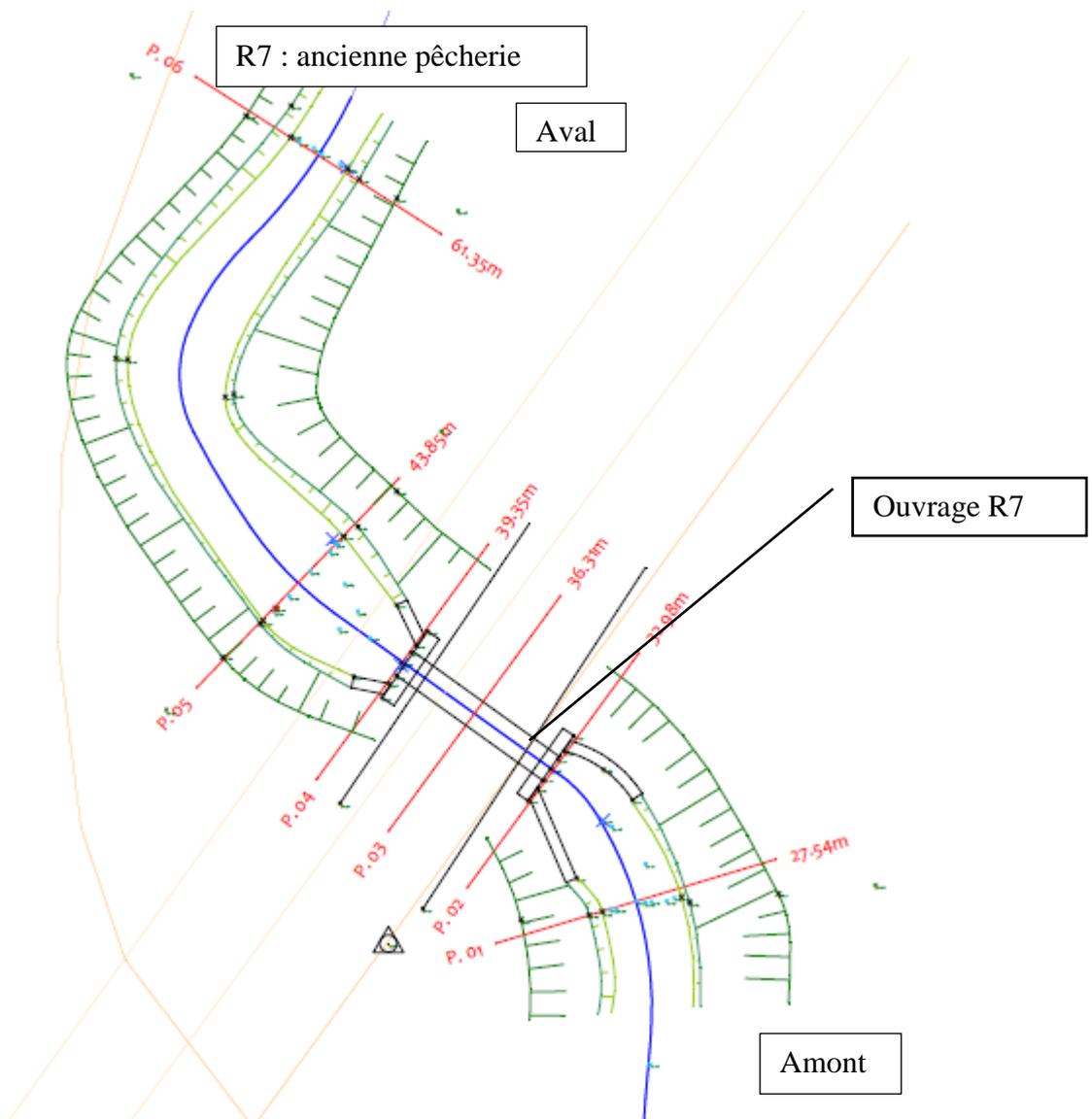


Figure 25: Vue en plan du tronçon R7 bis - R6 et localisation des différents profils relevés (échelle: 1/200, source : rapport DIAGNOSTIC ESQUISSE-BIEF CARICAIE)

Les différents profils en travers permettent de donner des caractéristiques du cours d'eau plus précises localement. Des profils en travers des ouvrages R6 et R7bis ont également été levés sur ce linéaire, ils sont présentés en annexe 18 et fournissent une description précise des ouvrages.

- Un profil en long du ru de Berne sur 90 ml, centré sur l'ouvrage R6. La localisation des différents profils en long est visible sur ce dernier également, présenté en annexe 19.

Tous les points particuliers présents sur le lit majeur ont été relevés afin d'envisager les scénarios d'aménagements les plus précis et compatibles avec le cours d'eau.

D'un point de vue méthodologique, les relevés ont été réalisés à l'aide d'un GPS centimétrique à correction en continu (seuils, radiers...) et d'une station robotisée permettant de lever des points dans les zones boisées et berges en friche. Les côtes relevées sont rattachées au système NGF IGN69. Les dimensions des ouvrages ont été prises à l'aide d'un télémètre laser, d'un décimètre et d'une mire télescopique et du GPS.

Ces mesures permettent de calculer la pente sur le ru de Berne ainsi qu'entre les ouvrages encadrant R6, nécessaires aux calculs et modélisation pour la proposition de scénarios.

Les données ont été traitées grâce aux logiciels ZWCAD, MENSURA GENIUS et EXCEL.

Pour rappel, les 10 ouvrages recensés sur le ru de Berne sont localisés sur la carte ci-dessous et sont notés de R1 à R9 de l'aval vers l'amont (simplification de codification dans l'étude SCE). Il s'agit principalement de ponceaux permettant la circulation sur les sentiers d'exploitation forestiers. Comme visible sur la carte suivante, les ouvrages hydrauliques E4 et E6 situés sur les étangs assurent un rôle de connexion directe entre le Ru et les étangs.

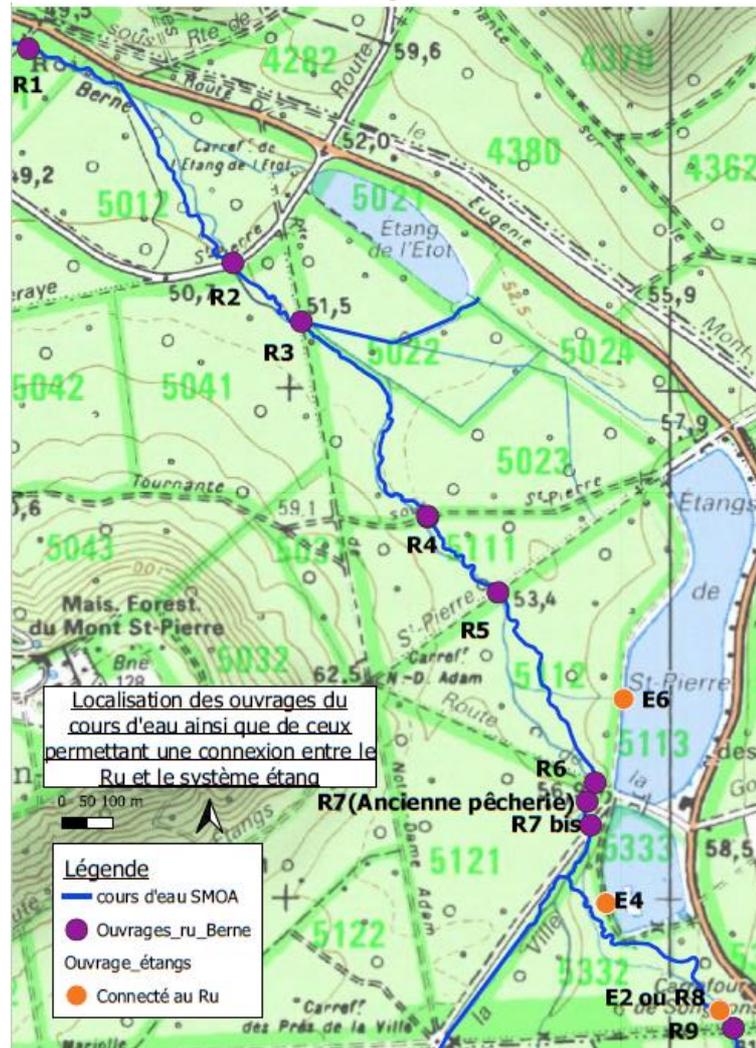


Figure 26: Cartographie des différents ouvrages sur le ru de Berne, R1, R2, R3, R5 et R8 ont été restaurés, ainsi que des ouvrages permettant la connexion entre les étangs et le ru (Source : ONF)

Un diagnostic a été effectué sur l'ensemble des ouvrages (étangs et ru) du tronçon d'étude. Il a été dressé sur la base des diagnostics effectués dans les études précédentes et des nouvelles observations terrain. L'ensemble des ouvrages situés sur les étangs ont également été diagnostiqués, accompagnés de levés topographiques simples afin de comprendre la dynamique hydraulique entre les étangs et avec le cours d'eau. Seuls les ouvrages connectant le ru et les étangs sont présentés dans cette partie. Concernant les ouvrages positionnés sur le ru de Berne, un résumé du diagnostic est présenté pour les ouvrages nouvellement restaurés, validés par l'Office Français de la Biodiversité comme ne posant pas de problème à la continuité écologique. Pour les ouvrages en aval et amont directs de l'ouvrage R6, une description plus détaillée du diagnostic est proposée afin de prendre en compte l'ensemble des paramètres permettant la proposition des esquisses par la suite.

Ouvrages	Diagnostic général
- E4 & E6	Initialement ces moines hydrauliques permettaient la restitution d'une partie des eaux de l'étang au ru de Berne. Cette fonction de régulation n'est plus remplie. Les berges bordant les ouvrages sont peu stables et très dégradées. Les ouvrages sont infranchissables par le peuplement piscicole. Les photos et plans des ouvrages sont disponibles en annexes 20 et & 21.
- R8 (restauré en 2017)	- Vanne sur le bras des étangs au droit d'un nouvel ouvrage répartiteur en béton ; - Répartition des débits
- R1, R2, R3, R5 (restaurés en 2019) & R9	- Maçonneries en état correct ; - Lane d'eau supérieure à 15-20 cm à l'étiage ; - Berges naturelles et techniques de génie civil, moyennement stables, dégradées ; Pas de fosse de dissipation ; - Montaison et dévalaison franchissables
- R6	- Ponceau en pierres maçonnées permettant le franchissement forestier des parcelles 5112/5121 ; - Création antérieure au XVIIIe siècle ; - Etat moyen, maçonneries dégradées, végétalisées, Radier en V - Largeur : 1.8m, Longueur totale : 1.24m, Pente : 12.5% - Hauteur entre le radier et le haut de l'arche : 1.27m - Lane d'eau au centre (17.04.20) : 4cm - Ressaut hydraulique en sortie du radier (chute de 20cm entre l'extrémité du radier et celui des enrochements en aval immédiat) - Hauteur de chute (17.04.20) : 1.07m - Côte niveau d'eau amont : 54.41m NGF (profil Po6) - Côte niveau d'eau aval : 53.43m NGF (profil Po12)



Figure 27 : Photographies de l'ouvrage R6. Gauche : vue sur l'ouvrage depuis l'amont ; Droite : vue sur l'ouvrage depuis l'aval



Figure 28: Photographies de l'ouvrage R6. Gauche : vue sur l'aval de l'ouvrage, radier et fosse de dissipation. Droite : Vue sur la maçonnerie interne et le radier

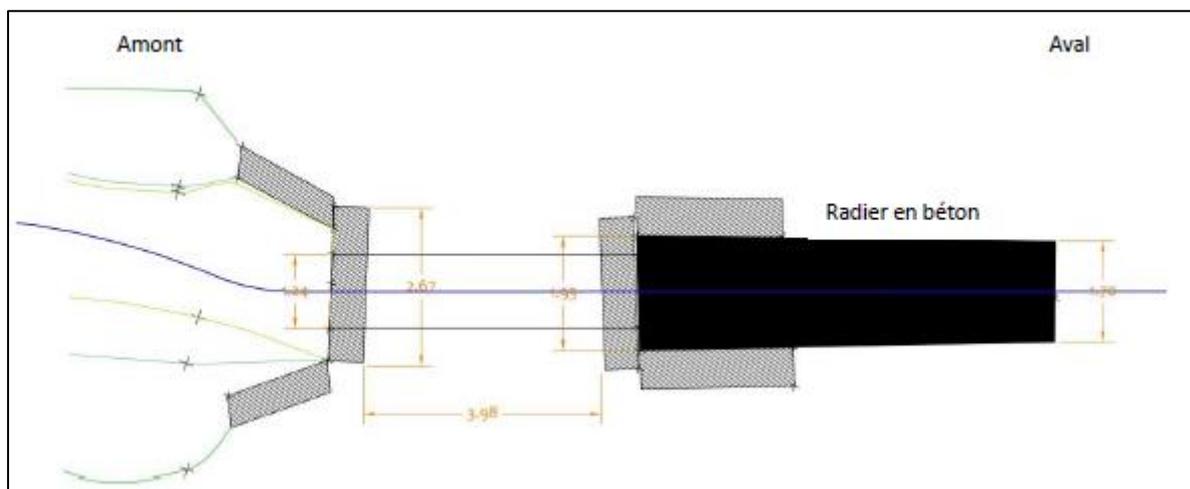


Figure 29 : Plans de l'ouvrage R6 après les levés réalisés le 17.04.20

Les profils en travers de l'ouvrage sont présentés en annexe 18.

La présence du radier en béton sur cet ouvrage constitue un point dur dans le lit mineur, impactant le transit sédimentaire. L'ouvrage réduit la pente naturelle de la rivière à l'amont, ce qui se traduit par une réduction de la capacité du lit à transporter sa charge sédimentaire. Au niveau de l'ouvrage, la section du lit est réduite par rapport à la section du cours d'eau amont aval de l'ouvrage.

La nature des sédiments est principalement sableuse. En amont immédiat de l'ouvrage, on observe la formation d'une légère retenue avec dépôt de sables et de limons jusqu'à l'entrée de l'ancienne pêcherie (R7). En aval de la fosse de dissipation formée en R6, des micro-rides sont observables témoins d'un transport solide associé à une relativement faible vitesse de courant. En parallèle, l'ouvrage R7bis présente une fosse de dissipation témoin d'un encaissement du ru en amont de la pêcherie.

Ainsi, une partie des matériaux sableux est transportée par le ru malgré la présence de l'ouvrage. Cependant, un encaissement du ru est observable, semblant principalement dû aux pertes de sédiments envoyés dans les étangs présents en dérivation. Certes l'ouvrage réduit légèrement le transit sédimentaire sur le ru de Berne mais il reste tout de même présent.

Le linéaire sous influence hydraulique de R6 ou « linéaire du remous hydraulique ( $L_r$ ) » est un paramètre important pour évaluer l'impact de l'ouvrage sur la dynamique du cours d'eau. La pente locale du ru de Berne au niveau du tronçon R7 bis R6 est de 0.54%, la pente moyenne sur l'ensemble du ru de Berne est de 0.42%.

Équation 1 : Linéaire d'influence d'un ouvrage hydraulique

$$L_r = \frac{\text{chutte d'eau au niveau de l'ouvrage}}{\text{pente du cours d'eau}}$$

$$L_r = \frac{1.07}{0.0054}$$

$$L_r = 198,1\text{m}$$

Le linéaire d'influence de R6 est donc de près de 200m vers l'amont. Sur cette distance, 2 ouvrages sont impliqués : l'ancienne pêcherie R7 et le ponceau noté R7bis.

Ainsi, les ouvrages devant être pris en compte lors de l'élaboration des esquisses, de l'avant-projet et du projet sont les ouvrages R7 et R7bis.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• R7 (ancienne pêcherie)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ancienne pêcherie située environ 40 m en amont de l'ouvrage R6 ;</li> <li>- 9 bassins en béton implantés en rive droite du Ru ;</li> <li>- Canal maçonné de décharge en mauvais état, longeant la pêcherie et confluant avec le ru de Berne en aval immédiat des bassins.</li> <li>- Ouvrage non fonctionnel ;</li> <li>- Situé dans le périmètre de protection du Pavillon Eugénie, inscrit au titre de Monument Historique ;</li> <li>- Elle ne constitue pas un obstacle à la continuité piscicole mais un obstacle partiel au transit sédimentaire.</li> </ul>
--	---



Figure 30: Photographie de l'ouvrage R7. Gauche : amont de la pêcherie, la flèche rouge indique l'entrée d'un canal de décharge maçonné, longeant l'ouvrage. Droite : Bassins en béton (source : ONF et CARICAIE)



Figure 31 : Photographies de l'ouvrage R7, vue aval. Les flèches rouges indiquent la sortie du canal de décharge se jetant en amont de R6 (source : CARICAIE)

Cette pêcherie, construite en 1950 environ a occasionné une modification de la trajectoire du cours d'eau naturel afin de pouvoir alimenter les bassins. L'ancien tracé est encore visible sur le site en parallèle de l'ouvrage.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• R7 bis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ponceau en pierres maçonnées permettant le franchissement d'un sentier d'exploitation forestier ;</li> <li>- Etat moyen, maçonneries dégradées ;</li> <li>- Radier fortement dégradé ;</li> <li>- 75 ml en amont de R6 ;</li> <li>- Franchissabilité piscicole ;</li> <li>- Rétrécissement local de la section du ru au droit de l'ouvrage = lame d'eau plus importante que sur le reste du cours de l'étiage (26 cm en avril 2020)</li> </ul>
--	---



Figure 32: Photographies de l'ouvrage R7bis. Gauche : vue sur l'amont de l'ouvrage. Droite : vue amont de l'ouvrage (source:CARICAIE)



Figure 33: ouvrage R7bis. Gauche : vue sur l'aval de l'ouvrage et la fosse de dissipation. Droite : vue sur l'aval de l'ouvrage menant à R7 (source : CARICAIE)

### C. Les esquisses

Suite aux différents diagnostics effectués, BIEF CARICAIE a remis à l'ONF un rapport détaillé présentant le diagnostic du site, respectant les différents axes de développement commandés et accompagné du raisonnement aboutissant à la proposition de différents scénarii.

La présentation du diagnostic et des esquisses par le bureau d'étude a fait l'objet de la première réunion du comité de suivi. N'ayant pas pu être réunis lors du lancement de l'étude du fait des dispositions particulières liées à la situation sanitaire, les partenaires se sont réunis sur site le 9 Juin 2020 pour une présentation générale, de l'équipe, du bureau d'étude et de l'avancée du projet.

C'est à cette occasion que BIEF-CARICAIE a présenté à l'équipe le diagnostic global du site et les scénarii d'aménagement envisagés pour l'ouvrage et son linéaire d'influence.

#### 1) Présentation des esquisses

##### a) Scénarios 1 & 2

Pour rappel, l'objectif principal du projet est de restaurer la continuité écologique sur le tronçon du ru de Berne, en se rapprochant de sa dynamique et son écoulement naturel, notamment par l'aménagement de l'ouvrage ROE 106 576 qui est implanté dans le périmètre de protection d'un monument historique.

Initialement, deux esquisses ont été présentées, la variante principale étant la **conservation ou non de l'ouvrage**. Les scénarios proposaient une récupération de la pente sur 200ml. Aucun des 2 scénarios ne proposait une reprise des anciens méandres sur l'ensemble du linéaire séparant R6 et R5 afin de rétablir une dynamique naturelle du cours d'eau. Il a été soulevé lors de la réunion du comité de suivi qu'un reprofilage du lit sur une zone d'influence de 190ml risquerait d'impacter les zones humides en

amont de R6 ainsi que dégrader la franchissabilité de l'ouvrage R7bis via un abaissement de la ligne d'eau, un paramètre non envisageable.

Les scénarios 1 & 2 sont présentés en annexe 22.

En conséquence, il a été demandé au bureau d'étude de proposer un scénario alternatif permettant de récupérer la pente du ru de Berne en le reconnectant à ses anciens méandres identifiables sur le lidar de l'ONF. Ceci permettant le maintien de la lame d'eau protégeant l'ouvrage R7bis et les zones humides du fond de vallée. L'objectif de ce scénario est de retrouver une **pente** du ru comprise entre **0.20% et 0.25%**.

#### b) Scénarios 3 & 4

La description des scénarios 3 et 4 est synthétisée ci-dessous, accompagnée de schémas des aménagements envisagés. Ici encore la variante principale est le maintien de l'ouvrage (scénario 3) ou non (scénario 4)

**Scénario 3 :** Remise en eau du lit originel, reprise des méandres de R7 bis jusque R5, avec une pente de 0.2% et abandon du tronçon rectifié au droit de l'ouvrage.

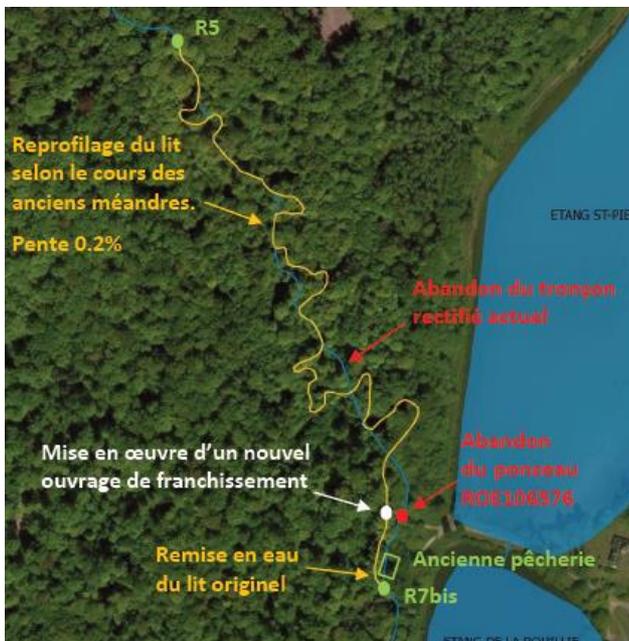
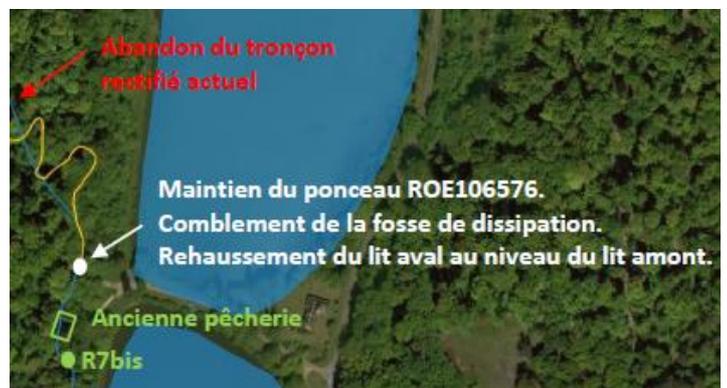


Figure 34 Schématisation des propositions d'aménagement n°3&4 du ru de Berne (source : BIEF-CARICAIE)

**Scénario 4 :** Maintien de l'ouvrage R6, rehaussement du lit aval et reprise des méandres entre R6 et R5 avec une pente de 0.2% sur près de 780ml. Le ponceau R6 sera ainsi conservé et restauré. Le radier sous le tablier du pont sera maintenu à son niveau contrairement au scénario 2. Le lit du ru de Berne sera reprofilé à l'aval et un seuil de fond en enrochement devra être mis en œuvre en aval des ouvrages R7bis et R6 afin de réduire l'impact d'éventuels phénomènes d'érosion régressive en amont de R6 sur la franchissabilité piscicole du ponceau R7bis. Dans ce scénario, la fosse de dissipation en aval de R6 est comblée.



Le choix permettant de développer le scénario au stade AVANT-PROJET (AVP) se fera donc entre le scénario 3 et le scénario 4.

## 2) Choix d'un scénario

### a) Critères de choix

Les critères de choix se déclinent selon les enjeux environnementaux, paysagers, patrimoniaux, les coûts et les délais de réalisation.

Le bureau d'étude a effectué une grille de comparaison permettant de dégager un scénario optimal.

La comparaison formulée par le bureau d'étude dans son offre indiquait pour chacun des paramètres, le **scénario 3 comme optimal**. Après concertation avec l'ensemble des partenaires, le **scénario 3 s'avérait le plus adapté** au terrain, aux enjeux et aux contraintes. Le tableau comparatif ayant permis l'aide à la décision, présentant un résumé de l'ensemble des éléments exposés dans le rapport du bureau d'étude, est présenté en annexe 23.

**La décision initiale se portait donc sur le développement du scénario 3 au stade AVP.**

Cette option impliquait **un abandon du ponceau et l'aménagement d'un ouvrage prés-fabriqués en parallèle de l'existant, c'est-à-dire un impact paysager non négligeable.**

Un des paramètres décisifs concerne l'enjeu patrimonial et paysager qui revient aux Architectes des Bâtiments de France (ABF).

### b) L'intervention de l'Architecte des Bâtiments de France (ABF) dans le choix du scénario

Une fois la phase esquisse terminée, le choix du scénario 3 avéré et sur le point de commencer la phase AVP, le contact de l'ABF a exprimé son avis. Après de nombreuses tentatives de contact et de demande de réunion sur site pour présenter le projet, un mail descriptif a été envoyé pour une demande d'avis et d'orientation sur la suite. Comme imaginée, la réponse fût contrariante puisque l'ABF exprimait un blocage sur plusieurs points des scénarios proposés, la démarche employée suite à la réponse de l'ABF se résume sur la figure suivante :

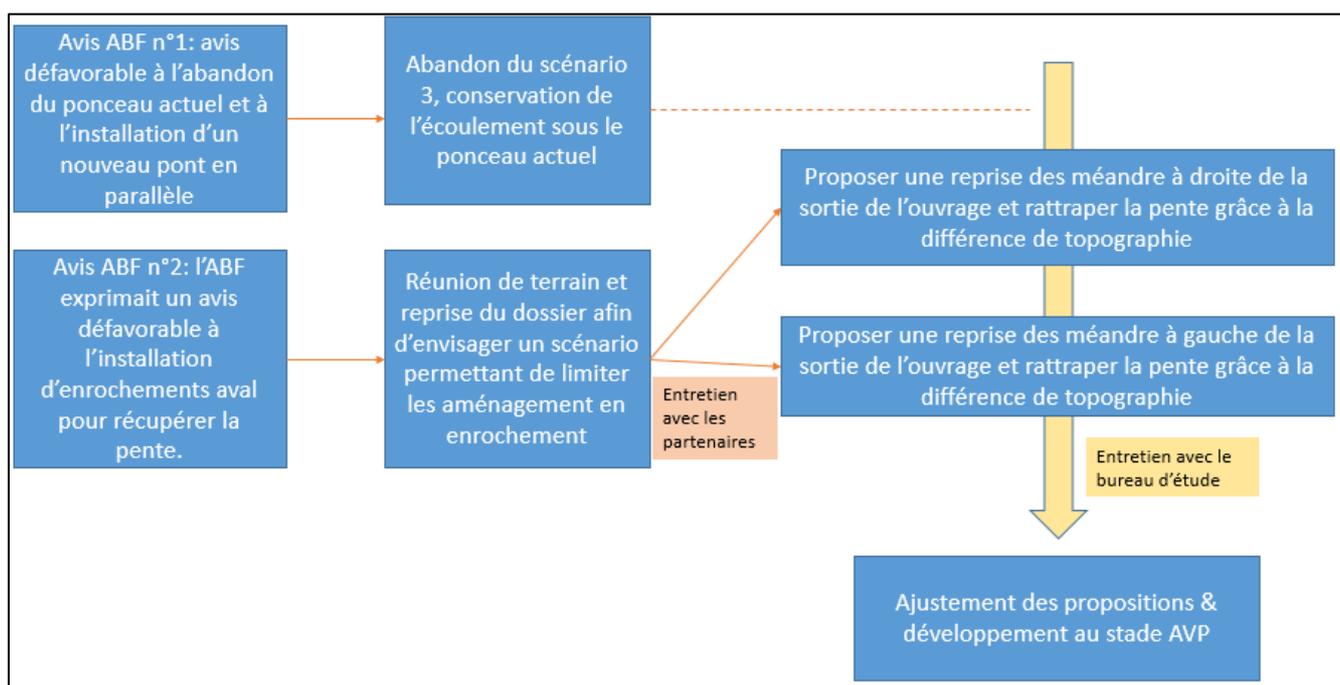


Figure 35: Protocole mis en place suite aux retours de l'ABF

Suite à la prise en compte des éléments fournis par l'ABF, le choix du scénario 3 a été délaissé pour une adaptation du scénario 4.

**Point maîtrise de projet :** Les différentes contraintes s'accumulant sur le sujet, l'intervention des personnels de terrains de l'ONF, des personnels du SMOA et des retours d'expérience de chacun s'avèrent plus que nécessaires sur ce passage délicat du projet. Le chef de projet prend le rôle d'un homogénéiseur des informations et témoignages recueillis. Au premier rang des échanges techniques, bien que parfois à la limite de ses compétences, il est force de propositions, assimile et assemble tous les éléments pouvant débloquent la situation. Lors des échanges, son rôle consiste à matérialiser, schématiser et regrouper les éléments techniques afin de les retranscrire sur un document qui sera support pour présenter au bureau d'étude et à l'ensemble des partenaires. Le chef de projet recueille même l'ensemble des questions et interrogations qui ressortent des échanges afin d'en discuter avec le bureau d'étude.

#### D. L'avant-projet

En résumé, après avoir informé le bureau d'étude du retour de l'ABF, des pistes de déblocage ont été proposées afin qu'elles soient intégrées dans la phase AVP. Le chef de projet a ainsi rédigé un compte rendu d'ajustement en mettant en avant les 3 paramètres principaux à respecter pour l'AVP :

- Conserver le ponceau actuel ainsi que son alimentation par le ru de Berne ;
- Limiter au maximum les aménagements en enrochement ;
- Ne pas abaisser la ligne d'eau en amont du ponceau R6.

##### 1) Adaptation du scénario 4

La piste de réflexion principale consistait à envisager la faisabilité et proposer 2 variantes du scénario 4 au stade avant-projet, présentant des aménagements de reprise des anciens méandres. L'enjeu étant de conserver les ambitions de restauration de la continuité écologique tout en limitant l'impact paysager.

Le descriptif des 2 variantes envisagées est résumé dans le tableau suivant :

Tableau 14: Présentation des caractéristiques d'aménagement des scénarios 4 et 4bis

Caractéristiques	Scénario S4	Scénario S4 bis
Descriptif général	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ponceau conservé, maçonneries reprises et nettoyées</li> <li>• Maintien de l'ouvrage R6, rehaussement du lit aval et reprise des anciens méandres, jusqu'en amont de l'ouvrage R5.</li> <li>• Maintien du radier sous le tablier du pont et maintien des lignes d'eau actuelles en amont de l'ouvrage.</li> <li>• Mise en place de seuil de fond en enrochement et rehaussement du lit aval pour retravailler la partie pentue du radier en aval immédiat de l'ouvrage.</li> <li>• Mise en place de seuils de fond en enrochement en aval de R6 et R7 bis, afin de stabiliser le fond, les lignes d'eau et d'éviter tout phénomène d'érosion du lit mineur au droit des ouvrages.</li> <li>• Reprofilage du lit aval en pente douce, le lit sera retravaillé par la reprise des anciens méandres pour atteindre une pente de 0.25% entre R6 et R5.</li> <li>• Comblement de la fosse de dissipation.</li> </ul>	
Déviations	Cours du ru de Berne dévié 40m en aval de R6, en aval de la fosse de dissipation actuelle, de manière à reconnecter l'ancien bras perceptible en rive droite avant de rejoindre le cours des anciens méandres	Cours du ru de Berne dévié en aval immédiat de R6, au niveau de la fosse de dissipation actuelle, de manière à reconnecter l'ancien bras perceptible en rive gauche avant de rejoindre le cours des anciens méandres

Section	Trapézoïdale simple	Trapézoïdale simple
Côte du lit mineur à l'entrée du tronçon	54.01 m NGF	54.01 m NGF
Côte du lit mineur en sortie du tronçon	52.11 m NGF	52.11 m NGF
Pente	0.25%	0.27%
Largeur du lit mineur	0.35m	0.30m
Talus des berges	3/2	3/2
Longueur créée au total	760 ml	700 ml
Lame d'eau minimale visée à l'étiage	20 à 25 cm	20 à 25 cm
Vitesse d'écoulement visée	< 1m/s	< 1m/s

Les propositions d'aménagement pour le scénario 4 et 4bis sont schématisées sur les figures suivantes :

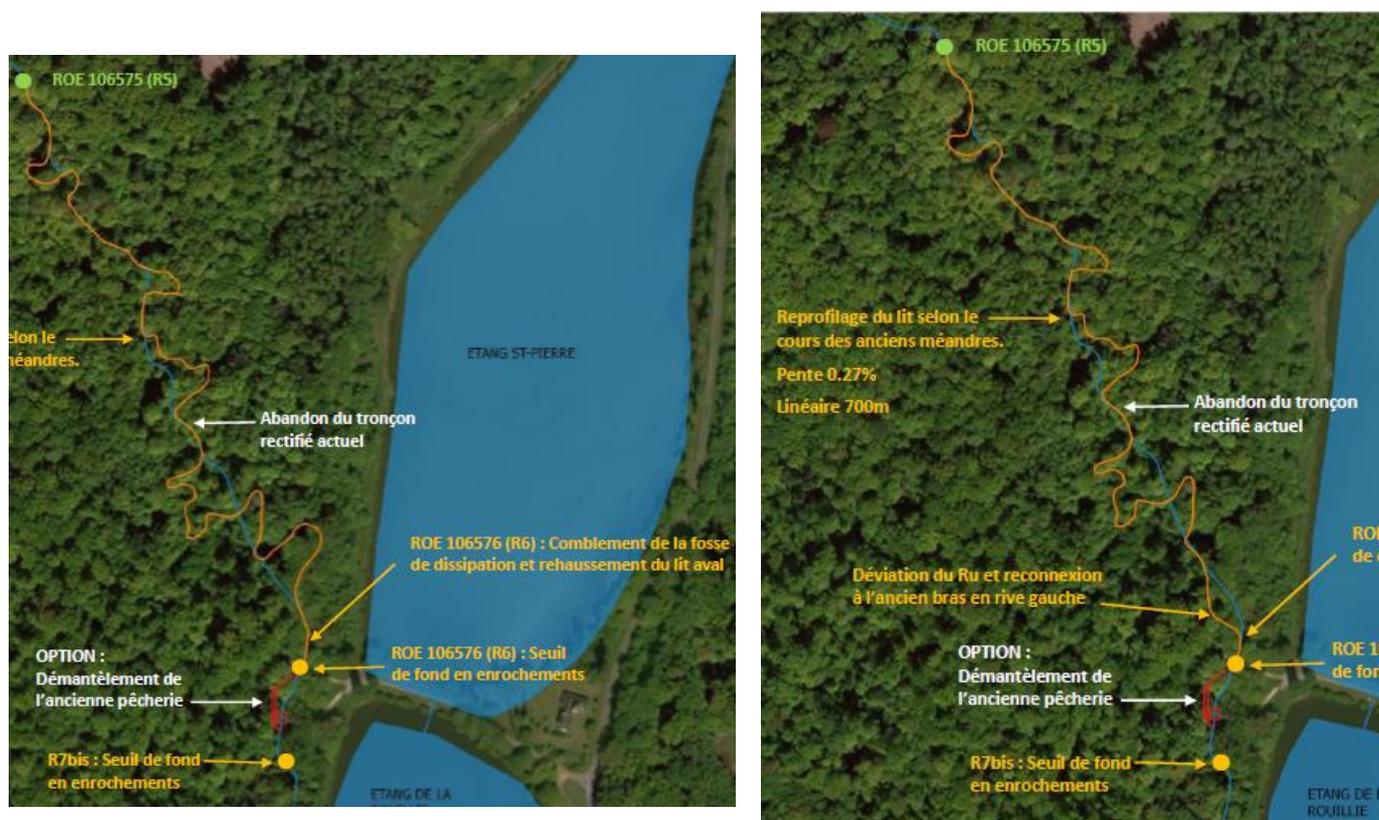


Figure 36: Schématisation des propositions d'aménagement pour les scénarios 4 et 4bis (source : BIEF CARICAIE)

Les profils en long et en travers des aménagements sont présentés en annexes 24, 25 et 26.

Le choix du scénario à développer en phase projet (PRO), s'est effectué sur la base :

- Du tableau comparatif effectué par le bureau d'étude dans son rapport AVP ;
- De l'avis des différents membres du comité de suivi, réunis lors de la 2<sup>ème</sup> réunion de présentation le 24 Septembre 2020.

Un tableau rassemblant les principaux éléments de comparaison des 2 scénarios est présenté ci-dessous :

Tableau 15: Tableau comparatif d'aide à la décision entre les scénarios 4 et 4bis

Critères	Scénario 4	Scénario 4 bis
<b>Incidences hydrauliques et hydrologiques</b>	Incidences positives sur les conditions hydrauliques en étiage et en crue, sur le tracé du lit mineur réadapté au lit naturel. Incidences positives sur les berges qui seront reprofilées en pente douce, permettant une reconnexion avec la ripisylve	
		Le coude à 90° en sortie d'ouvrage risque d'être soumis aux phénomènes d'érosion. Possibilité qu'à terme le cours d'eau tende à récupérer le tracé actuel qui sera abandonné.
<b>Continuité écologique</b>	-Rétablissement de la franchissabilité piscicole (réduction de la pente locale et rétablissement de la morphologie du ru) ; -Diversification des habitats et zones de frayères sur un linéaire important ; -Rétablissement partiel du transit sédimentaire.	
	Pente douce de 0.25% Morphologie rétablie sur un linéaire de 760m	Pente douce de 0.27% Morphologie rétablie sur un linéaire de 700m
<b>Enjeux patrimoniaux</b>	-Ponceau conservé et restauré permettant son intégration paysagère ; -Reprise du tracé naturel et des anciens méandres, permettant au cours du ru de Berne de retrouver un tracé plus naturel et une meilleure connexion lit mineur/lit majeur ; -Pêcheur partiellement impactée.	
<b>Prix estimé</b>	S4 : 234 652 € HT S4bis : 222 552€ HT Le critère du prix n'est à priori pas décisif pour le choix du scénario. L'AESN, notre principal financeur, ayant appuyé le développement d'un scénario ambitieux.	

Il ressort de cette analyse que les scénarios 4 et 4bis sont sensiblement identiques du point de vue des critères pris en compte. **Le tracé du scénario 4 apparaît cependant plus naturel** et pose moins de question concernant la sensibilité à la dynamique du cours d'eau après aménagement.

Les différents échanges avec les partenaires du comité de suivi convergent vers un choix du scénario 4. C'est donc le scénario 4 qui sera développé pour la suite de l'étude.

#### E. Des aménagements similaires concluant pour la restauration de la continuité écologique

Le délai de ce travail de fin d'étude ne permettant pas de suivre la réalisation, ni le suivi post travaux, il est délicat de conclure sur l'efficacité de la restauration de la continuité écologique sur la qualité hydromorphologie du ru de Berne. Afin d'envisager des perspectives pour la suite du projet, il est cependant possible de poursuivre le raisonnement en s'appuyant sur des projets similaires ainsi que sur leurs retours d'expérience.

Cette partie consiste donc à présenter quelques projets de restauration de continuité écologique se rapprochant du projet de RCE mené sur le Ru de Berne au droit du ROE 106 576. Le but étant d'exposer le type de travaux mis en œuvre et de prendre connaissance des retours d'expérience afin de prévoir les perspectives du projet.

## 1) Des retours d'expérience de restauration de cours d'eau

En 2010, l'OFB a rédigé un recueil d'expériences sur l'hydromorphologie. Cet ouvrage est destiné aux acteurs de l'eau et partenaires locaux. L'ambition est d'inciter la mise en œuvre de nouvelles actions de restaurations physiques des cours d'eau. Le document regroupe, sous forme de fiches, des retours d'expériences et arguments en faveur de la restauration des cours d'eau sur les 30 dernières années.

### a) Rétablissement de la continuité écologique sur la Loire

Cette opération menée en 2010 impliquait la suppression de 10 ouvrages et une recharge granulométrique avec maintien de zones humides.

#### **Contexte et points communs avec le ru de Berne :**

La Loire est un cours d'eau s'écoulant en fond de vallée, constitué de prairies et de quelques boisements. En 1960, 10 ouvrages transversaux en pierres maçonnées ont été construits dans le lit de la Loire pour former des bassins de décantation. Les retenues représentaient une hauteur de chute cumulée de 5.26m sur un linéaire de 930m. Ces ouvrages ralentissaient les écoulements et entraînaient une sédimentation importante des fines ainsi qu'une rupture de la continuité écologique. Les ouvrages perturbaient le transit sédimentaire engendrant une incision du lit ainsi que l'érosion des berges. La Loire a également fait l'objet de travaux de rectification et recalibrage en 1972.

#### **L'opération**

Catégorie	Restauration
Type d'opération	Effacement total ou partiel d'obstacles transversaux
Type de milieu	Cours d'eau de plaine
Enjeux (eau, biodiversité, climat)	Bon état des habitats, continuité écologique, qualité de l'eau
Début des travaux	Mars 2010
Fin des travaux	Juin 2010
Linéaire concerné	Env. 1 000 m

#### **La localisation**

Pays	France
Bassin hydrogr.	Loire-Bretagne
Région(s)	Nouvelle-Aquitaine
Département(s)	Vienne
Commune(s)	Pleumartin

#### **Le cours d'eau dans la partie restaurée**

Nom	La Loire
Distance à la source	1,8 km
Largeur moyenne (à pleins bords)	4 m en amont des seuils, 2,5 m en aval, avant travaux, 1,5 m après travaux
Pente moyenne	11 ‰
Débit moyen	0,02 m <sup>3</sup> /s

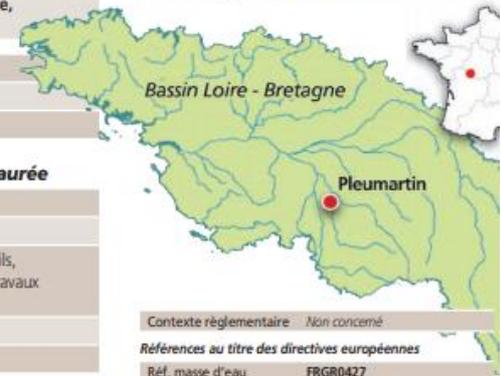


Figure 37: Descriptif du site (source: Recueil d'expérience sur l'hydromorphologie-OFB 2010)



Figure 38 : La Loire avant travaux (à gauche) et après travaux (à droite) (source : OFB)

#### **Les travaux de restauration** sur la Loire ont conduit à :

- La suppression de 10 ouvrages avec conservation de l'assise pour former des points durs réguliers stabilisant le profil en long ;
- Le ressuyage des vases par une dynamique libre de la Loire durant 6 semaines. Le cours d'eau a retrouvé ainsi un cheminement naturel à travers les sédiments fins, la conservation des méandres favorisant un retour rapide vers des sinuosités naturelles ;
- La reconstitution du matelas alluvial par recharge de matériaux ;
- La plantation d'une ripisylve.

**Le suivi** est effectué grâce à un protocole de l'OFB suivant les largeurs, hauteurs d'eau, l'épaisseur et la composition granulométrique du lit avant, pendant et juste après travaux ainsi que par un suivi piscicole par des pêches en 2011, 2015 et 2017.

## Bilan et perspectives :

Les premières analyses après travaux sont positives et permettent de mettre en évidence une augmentation de la diversité granulométrique, une reprise d'une dynamique sédimentaire naturelle, une forte diminution de la largeur d'écoulement et une diversification des faciès d'écoulement. D'un point de vue biologique, la restauration de la morphologie a permis le retour des espèces rhéophiles (chevesne, loche franche, goujon), cependant, pas de retour de la truite fario. La qualité des habitats aquatiques et de l'eau n'est pas satisfaisante, essentiellement en raison du dysfonctionnement de la station d'épuration se déversant dans la Loire. Ces divers paramètres nécessitent d'être suivis davantage au fil des années afin d'évaluer l'évolution du site.

### *b) Effacement de vingt petits ouvrages et diversification du lit mineur du Couason*

#### Contexte et points communs avec le ru de Berne :

Le Couason a été recalibré et rectifié dans les années 1970-1980. Clapets et répartiteurs ont été installés pour le besoin des agriculteurs, ils ponctuent le cours d'eau et influent son fonctionnement hydraulique. Les travaux de rectification et la mise en place des ouvrages ont conduit à la baisse de qualité de l'eau et la dégradation des habitats. Les ouvrages empêchaient la libre circulation des poissons, provoquant l'envasement du cours d'eau, la prolifération de végétaux aquatiques, le réchauffement de l'eau causant la disparition de la truite fario.

**Les objectifs visés** consistaient à améliorer la qualité des habitats pour la truite fario, améliorer la qualité de l'eau et restaurer la continuité écologique.

#### ■ L'opération

Catégorie	Restauration
Type d'opération	Effacement total ou partiel d'obstacles transversaux
Type de milieu concerné	Cours d'eau de tête de bassin et de zone intermédiaire
Enjeux (eau, biodiversité, climat)	Bon état des habitats, qualité de l'eau, continuité écologique
Début des travaux	Juin 2006
Fin des travaux	Août 2009
Linéaire concerné par les travaux	26 686 m

#### ■ La localisation

Pays	France
Bassin hydrogr.	Loire-Bretagne
Région(s)	Pays-de-la-Loire
Département(s)	Maine-et-Loire
Commune(s)	Auverse, Baugé, Beaufort-en-Vallée, Chavaignes, Fontaine-Guérin, Gée, Lasse, Le Vieil-Baugé, Pontigné, Mazé

#### ■ Le cours d'eau dans la partie restaurée

Nom	Le Couason
Distance à la source	0 - 39 km
Largeur moyenne	3,5 m
Pente moyenne	1,8 ‰
Débit moyen	0,224 m <sup>3</sup> /s à Pontigné 0,929 m <sup>3</sup> /s à Gée



Figure 39 : Descriptif du site (source : Recueil d'expérience sur l'hydromorphologie-OFB 2010)



Figure 40: Photographies d'un seuil à clapet avant aménagement (à gauche), d'aménagement de banquettes alternées (au centre) et d'aménagement d'un radier (à droite) sur le Couason (source : OFB)

**Les travaux de restauration** sur le Couason consistaient à abaisser les clapets des ouvrages. 550T de blocs ont été utilisés pour diversifier le lit et créer plus de 110 déflecteurs. 1500T de graviers ont été amenés pour reconstituer les radiers. Des repeuplements par la truite fario ont été effectués après les travaux.

**Le suivi** a commencé par un état initial de la biologie, l'hydraulique et la morphodynamique, effectué par un bureau d'étude avant les travaux. Des pêches de suivi ont été effectuées en 2008, 2010, 2016 ainsi que des suivis de macro-invertébrés.

## Bilan et perspectives

Des travaux de reméandrage ont été effectués en 2015, ainsi que la restauration d'un dernier ouvrage ROE. En comparaison avec le suivi avant travaux de 2004, le cours d'eau a augmenté son linéaire de 173mètres.

Les pêches de 2008 ont mis en évidence un peuplement piscicole proche du peuplement théorique de référence, remplaçant les carpes et perches soleil par les truites et chabots. La composition du peuplement piscicole a peu évolué entre 2008 et 2016 ce qui semble confirmer la tendance de stabilisation de ce milieu. La mise en place de banquettes alternées est préconisée plutôt que la mise en place de déflecteur qui s'avère peu concluante sur ce cours d'eau de faible énergie avec un écoulement lent et une capacité de transport sédimentaire faible. Ces banquettes ayant pour but de resserrer le lit d'étiage tout en recréant une sinuosité sans modifier les conditions d'emprise foncière.

### c) Reméandrage du Nant de Sion

#### **Contexte et points communs avec le ru de Berne :**

Le bassin versant dans lequel s'écoule le Nant de Sion est occupé par la forêt ainsi que par d'importantes infrastructures routières. Une partie du cours d'eau a été fortement recalibré et rectifié, laissant apparaître des berges hautes et pentues. Ces travaux ont homogénéisé les paramètres physiques du cours d'eau. Par conséquent, les habitats favorables à l'ombre commun et à ses espèces accompagnatrices comme le vairon ou la loche ont disparu.

**Les objectifs visés** consistent à retrouver une diversité des conditions hydrauliques favorables aux fonctionnalités piscicoles.

#### ■ L'opération

Catégorie	Restauration
Type d'opération	Reméandrage
Type de milieu concerné	Cours d'eau de plaine
Enjeux (eau, biodiversité, climat)	Bon état des habitats
Début des travaux	Août 2008
Fin des travaux	Juin 2009
Linéaire concerné par les travaux	880 m

#### ■ Le cours d'eau dans la partie restaurée

Nom	Le Nant de Sion
Distance à la source	9,1 km
Largeur moyenne	4 m
Pente moyenne	3 ‰
Débit moyen	0,4 m <sup>3</sup> /s

Figure 41 : Descriptif du site (source : Recueil d'expérience sur l'hydromorphologie-OFB 2010)



Figure 42 : Le Nant de Sion avant travaux (à gauche) après reméandrage (au centre) et après 10 ans (à droite) (source : OFB)

**Les travaux de restauration** consistaient à creuser un nouveau lit méandrique en rive gauche de l'actuel. L'ancien lit comblé avec les déblais issus du terrassement du nouveau lit. Sur certains tronçons, le lit modifié était conservé tout en créant des méandres par l'aménagement de banquettes alternativement en rives droite et gauche. Les berges ont été modelées afin d'améliorer les connexions latérales. Sur certains tronçons, la dynamique du cours d'eau fût laissée libre. Le fond du lit fût constitué de matériaux graveleux. Les nouveaux faciès d'écoulement furent réalisés de manière à favoriser la formation naturelle de zones de frayères.

**Le suivi** s'est effectué sur la base d'un état initial sur les compartiments physiques, la qualité de l'eau, le peuplement piscicole, les macroinvertébrés et un suivi photographique. Un suivi post travaux a été effectué en 2009 sur le compartiment piscicole, puis en 2010 avec une expertise de tous les compartiments et s'est clos par une dernière campagne en 2012. Le protocole inclut 3 stations d'étude sur le linéaire modifié par les travaux.

## **Bilan et perspectives :**

La longueur du ruisseau recréé est augmentée de 50m. Le nouveau tracé est composé d'une succession de méandres, ce qui favorise la formation et l'entretien de mouilles sur l'extérieur des courbes. Trois ans après travaux, une amélioration du compartiment physique a été constatée, sur la partie restaurée du cours d'eau, les vitesses d'écoulement, les substrats et les faciès étaient plus diversifiés. Dix ans après, la situation a évolué, localement certaines banquettes ont été emportées par les crues, élargissant le lit. Cependant, le nombre d'ombre commun inventorié reste faible et inférieur aux espérances. Ceci peut également être expliqué par les phénomènes externes (mise en lumière due aux captages, baisse de précipitation limitant l'accès aux frayères, qualité de l'eau polluée ponctuellement par des pollutions diffuses d'origine agricole).

### 2) Aménagements des ROE sur le ru de Berne

Comme présenté dans la partie III.B du diagnostic du site, la quasi-totalité des ouvrages ROE sur le ru de Berne ont été restaurés lors des 3 dernières années. Les ouvrages R1, R2, R3 et R5 étant ceux se rapprochant le plus du projet actuel, de par leur nature, leur proximité et l'appartenance au même site semblent être de bons exemples illustratifs des travaux se profilant sur l'ouvrage R6.

Les travaux effectués sur les 4 ouvrages étaient sensiblement identiques, visant à renaturer le ru de Berne dont le but premier était le rétablissement de la continuité écologique et piscicole, permettant notamment la montaison des individus. Ainsi, les objectifs mis en place pour atteindre ce but se résument au rehaussement des lames d'eau au sein des ouvrages, la diminution de la vitesse d'écoulement et la suppression de chutes d'eau en aval des ouvrages.

En pratique, les corrections ont été effectuées par le biais de différentes modifications :

- Mise en place d'un seuil de fond en aval des ouvrages avec comblement des fosses de dissipation ;
- Rétrécissement et recharge du lit en amont et aval des ouvrages par mise en place de banquettes végétalisées afin de réduire la largeur du lit et augmenter la lame d'eau sur le radier ;
- Reprise partielle ou totale de planche d'écoulement d'eau (radier) ;
- Dévégétalisation et reprise partielle ou totale de maçonneries.

#### • **Restauration du ROE 106 575 (R5)**



Figure 43 : Photographies de l'ouvrage R5 aval avant travaux en 2017 (à gauche), après travaux en 2020 (au centre) et du ru de Berne aval (à droite)  
(source : ONF)

- **Restauration du ROE 106 574 (R3)**



Figure 44 : Photographies de l'ouvrage R3 aval avant travaux en 2017 (à gauche), après travaux en 2020 (au centre) et du ru de Berne aval en 2020 (à droite) (source : ONF)

- **Restauration du ROE 106 573 (R2)**



Figure 45 : Photographies de l'ouvrage R2 et du ru de Berne après restauration en 2020 (source : ONF)

- **Restauration du ROE 39 298 (R1)**



Figure 46 : Photographies de l'ouvrage R1 amont avant travaux en 2017 (à gauche), après travaux en 2020 (au centre) et du ru de Berne aval en 2020 (à droite) (source : ONF)

### 3) Bilan et perspectives pour le ru de Berne

Un an et demi après les travaux des ponceaux, les gains morphodynamiques sont visibles sur le terrain. Le cours d'eau semble évoluer favorablement d'un faciès de courant uniforme vers une alternance de faciès. Les matériaux mis en place sont mobilisés par le cours d'eau à travers des processus dynamiques naturels. On observe ainsi une meilleure hétérogénéité des faciès d'écoulement et classes de vitesse. Les ouvrages restaurés présentent des lames d'eau suffisantes, supérieures à 15cm et des pentes inférieures à 0.5%. Les chutes au niveau des ouvrages ainsi que les fosses de dissipation ne se sont pas reformées, ce qui laisse envisager une restauration de la franchissabilité piscicole. Une pêche de sauvetage a été effectuée sur le ru de Berne par la fédération de pêche de l'Oise en 2020, les résultats permettront de donner une première idée des gains biologiques.

Il n'est pas encore possible d'évaluer l'impact des travaux sur la restauration de la continuité écologique compte tenu du dernier obstacle, de l'écart temporel entre la dynamique hydromorphologique, biologique et des délais de réalisation des travaux. Cependant certains résultats sont visibles sur le site, et correspondent aux attentes. De plus, en se référant aux projets similaires bénéficiant d'un retour d'expérience, il est possible d'estimer les gains écologiques.

En ce qui concerne la restauration du ROE 106 576 (R6), bien que plus ambitieux vis-à-vis du reméandrage aval, on peut espérer que le résultat après travaux sur l'ouvrage se rapprochera fortement de ce qui a été fait sur les 4 ouvrages amont.

Une fois les travaux de R6 terminés, le SMOA et l'ONF prévoient de relancer une campagne de suivi de la qualité de l'eau du ru de Berne. Des analyses physico-chimiques ainsi que des macro-invertébrés seront menées sur diverses stations du cours d'eau afin d'évaluer les gains écologiques et l'efficacité des travaux.

## CONCLUSION

Le ru de Berne se présente comme un petit cours d'eau de faible dynamique, fortement aménagé par l'Homme au cours des derniers siècles : il est un exemple type de cours d'eau dont la qualité et la dynamique naturelle ont été impactées. Transformé par l'installation de plusieurs ponceaux permettant le franchissement du cours d'eau, il présente des marques de discontinuité écologique occasionnée par ces ouvrages et s'écoule à travers divers territoires mêlant de multiples enjeux. Le site des étangs Saint-Pierre est emblématique de la forêt domaniale de Compiègne où s'écoule ce ru. Ce site présente une dynamique hydraulique active du fait de la présence des diverses masses d'eau et des connexions entre ces dernières. C'est sur ce site qu'est localisé un des derniers ouvrages ROE impactant particulièrement la continuité écologique du ru de Berne. Grâce à la démarche mise en place dans le cadre de ce travail de fin d'étude, le projet de restauration de continuité écologique du ROE est enclenché et permettra de venir boucler une série d'aménagements sur le ru. Le but recherché est de restaurer intégralement la continuité écologique du tronçon.

Au travers du raisonnement présenté dans ce rapport, il a été démontré que la gestion de projet écosystémique requiert la mobilisation d'une grande diversité de ressources. Réunissant des paramètres réglementaires, techniques, financiers, patrimoniaux... la mise au point et l'adoption d'une démarche de gestion de projet est nécessaire. Le travail du chef de projet est d'ordonner le réseau de partenaires et d'articuler l'ensemble des étapes de réalisation afin d'assurer un déroulement fluide des opérations. La multitude d'enjeux se présentant sur le projet, les compétences à mobiliser sont l'adaptation, la capacité à rebondir sur des éléments inattendus ainsi que la polyvalence. Etant presque parvenue au terme de la phase étude, un regard sur la phase initiale permet de se rendre compte de l'écart entre ce qui était prévu initialement et le déroulé réel. Bien que le chef de projet s'assure que les variantes proposées ne modifient pas les objectifs du projet, ces alternatives peuvent être contraignantes, leur prise en considération est cependant essentielle afin de mener à bien le projet.

Ce travail ne reflète qu'une partie de l'ensemble de la démarche mise en place depuis plusieurs années sur le cours d'eau. Elle illustre néanmoins une action ponctuelle parmi un enchaînement d'autres, permettant de répondre à une problématique écologique. Cette focalisation sur la restauration d'un ouvrage précis, appuyée par le retour d'expérience de la restauration antérieure de l'ensemble des autres ouvrages situés sur le ru de Berne, permet de dresser des parallèles entre ce qui est envisagé et de ce qui est réalisable.

Au-delà de la démarche de gestion de projet, ce travail a permis de suivre un raisonnement technique mobilisant de nombreuses compétences du génie de l'eau et de l'environnement. Bien que le cœur du travail ne soit pas technique et que les données utilisées pour le diagnostic du cours d'eau soient extraites d'études antérieures, la compréhension et l'assemblage des données entre elles mobilisent une multitude de compétences techniques. Ainsi, ce travail a permis de prendre en considération l'ensemble des travaux de restauration de continuité écologique ayant été mis en place sur les rus forestiers du massif de Compiègne. L'objectif du projet étant de rétablir la continuité écologique d'un dernier obstacle d'une série d'ouvrages, il est très intéressant de suivre les étapes de restauration sur plusieurs ouvrages afin de visualiser le projet dans sa globalité, de guider les acteurs et d'envisager les perspectives.

Les suivis officiels post travaux n'étant pas encore effectués sur le ru de Berne, il est cependant déjà possible d'observer l'impact positif des travaux de restauration sur l'état du cours d'eau. Les processus dynamiques (hydrauliques et sédimentaires) sont visibles, le cours d'eau semble se rapprocher de sa dynamique naturelle. Les retours d'expériences de travaux similaires et les observations terrain tendent à prouver que la restauration de la continuité écologique d'un cours d'eau, par l'aménagement des ouvrages, impacte positivement sa qualité hydromorphologique. Les futurs suivis permettront de confirmer ou d'infirmer ces tendances. Une amélioration du compartiment biologique et piscicole sera également attendue à terme.

## BIBLIOGRAPHIE

- SCE Aménagement & Environnement.** Diagnostic hydro-écologique et propositions d'aménagements pour une gestion intégrée des zones humides. Secteur des étangs Saint-Pierre en forêt domaniale de Compiègne.2012.
- BIEF-CARICAIE.** Etude de projet restauration de la continuité écologique, FD Compiègne, Etangs Saint-Pierre et ru de Berne. Rapport diagnostic et Esquisses.2020. 127p.
- INGETEC.** Réalisation d'une étude hydro-écologique et proposition d'un programme de restauration des rus intra-forestiers situés sur le massif forestier de Compiègne.2012.
- VERDI.** Avant-Projet & Projet. Aménagement d'ouvrages sur le ru de Berne, secteur des étangs Saint-Pierre.2017.
- VERDI.** Etude d'incidences NATURA 2000. Aménagement d'ouvrages sur le ru de Berne, secteur des étangs Saint-Pierre. 2016.
- ASPECT Service Environnement.** Etude de la qualité physico-chimique et biologique du ru de Berne et du fossé Traxin.2010.19p.
- Hydrosphère.** Evaluation de la qualité physico-chimique et biologique des eaux superficielles à l'échelle de l'unité hydrographique Oise-Aronde.2017.
- INGETEC.** Avant-projet & projet. Mission d'études projet de restauration de la continuité écologique au droit du vannage du moulin de l'Ortille à Compiègne.2018.
- INGETEC.** Avant-projet & projet. Travaux de restauration de la continuité écologique au droit du moulin du Vivier Frère Robert sur le ru de Berne à Vieux-Moulin.2015.
- Office National des Forêts.** Synthèse des études écologiques. Etangs Saint-Pierre Forêt domaniale de Compiègne.2010.101p.
- INGETEC.** Notice d'incidences au titre du code de l'environnement, dossier d'autorisation au titre de la loi sur l'eau. Programme de restauration des rus intra-forestiers situés sur le massif forestier de Compiègne.2014.159p.
- Fédération départementale de pêche de l'Oise.** Diagnostic des masses d'eau des petits cours d'eau (MEPC) du contrat global Oise-Aronde.2012.48p.
- Fédération départementale de pêche de l'Oise.** Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion des ressources piscicoles du département de l'Oise. 2015.
- Office National des Forêts. Agence étude Seine-Nord, Pôle culturel et paysager.** Etude de réaménagement paysager et touristique du site des étangs Saint-Pierre.2019.
- SMOA.** SAGE Oise-Aronde ; Rapport d'état des lieux et de diagnostic.2016.
- Fédération départementale de pêche de l'Oise.** Compte-rendu de pêche de sauvetage sur le ru de Berne à Vieux-Moulin au niveau du Moulin de l'Ortille et du Vivier Frère Robert.2018.
- Fédération départementale de pêche de l'Oise.** Plans Départementaux pour la Protection des milieux aquatiques et la Gestion des ressources Piscicoles.2015.

**J.R. MALAVOI et Y. SOUCHON.** Description standardisée des principaux faciès d'écoulement observables en rivière : clé de détermination qualitative et mesures physiques. 2002.

**SIVOM des communes de la Région de Compiègne.** Aménagement hydraulique du Ru de Berne.1975

**OFB.** Le recueil d'expériences sur l'hydromorphologie.2010

## WEBOGRAPHIE

<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000019151510/2020-09-21/>

[http://www1.onf.fr/lire\\_voir\\_ecouter/sommaire/amenagements/@@index.html](http://www1.onf.fr/lire_voir_ecouter/sommaire/amenagements/@@index.html)

[https://www.eaurmc.fr/jcms/vmr\\_6417/fr/deux-siecles-d-histoire-du-droit-de-l-eau](https://www.eaurmc.fr/jcms/vmr_6417/fr/deux-siecles-d-histoire-du-droit-de-l-eau)

<https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/les-referentiels-des-obstacles-a-lecoulement-sur-les-cours-deau-roe/>

## ANNEXE 1: Convention de partenariat SMOA/ONF



### CONVENTION D'APPLICATION

ENTRE  
**LE SYNDICAT MIXTE OISE ARONDE**  
ET  
**L'OFFICE NATIONAL DES FORETS**  
**AGENCE REGIONALE PICARDIE**

Projet : Etude de projet de restauration de la continuité écologique du ru de Berne, site des Étangs Saint-Pierre, Forêt domaniale de Compiègne.

Entre

D'une part :

**Le Syndicat Mixte Oise Aronde (SMOA)** ZAC du VALADAN N°18, route de ROYE-60 280 CLAIROIX, représenté par son Président en exercice dûment habilité à cet effet par délibération du comité syndical en date du 28 juin 2018.

Et d'autre part :

**L'Office National des Forêts**, Agence régionale de Picardie, ci-après dénommé « ONF », domicilié au 15, avenue de la Division Leclerc, 60 200 COMPIEGNE, représenté par son directeur d'Agence WIMMERS Bertrand.

#### Préambule

Le SMOA et l'ONF ont développé des savoir-faire diversifiés et complémentaires pour la préservation des milieux aquatiques en forêt domaniale de Compiègne.

Les relations entre le Syndicat Mixte Oise Aronde (SMOA) et l'Agence Picardie de l'Office National des Forêts (ONF) sont régulières et constructives depuis plusieurs années. Une convention cadre de partenariat a été signée entre les 2 établissements en 2020.

L'ONF et le SMOA souhaitent travailler ensemble sur un projet de restauration de continuité écologique sur le ru de Berne, au niveau des Étangs Saint-Pierre en Forêt domaniale de Compiègne.

#### ARTICLE 1 – OBJET DE LA CONVENTION

Cette convention a pour objet de présenter le projet sur lequel les partenaires seront amenés à travailler et préciser le déroulement du projet et l'implication de chacune des parties.

#### ARTICLE 2 – CONTEXTE DE LA CONVENTION

Dans le cadre de la construction d'un projet de restauration d'un milieu aquatique en forêt domaniale, un sujet de travail de fin d'études pour une élève ingénieure apprentie de l'ONF a été formulé. Ce travail de fin d'études, d'une durée de six mois minimum, est réalisé dans le cadre du projet d'étude qui durera jusqu'à fin Octobre 2020 et permettra de clôturer les études de l'élève.

Le projet portant sur des compétences hydrauliques et de continuité écologique, l'ONF souhaite solliciter les compétences du SMOA pour un double accompagnement de l'élève. Ce double accompagnement permettra une mise à disposition de l'ensemble des compétences nécessaires au bon déroulement de son projet.

#### ARTICLE 3 – ROLE DES PARTENAIRES

L'ONF est le référent principal de l'étudiante, la responsable du service environnement et accueil du public, en tant que maître d'apprentissage assurera le suivi régulier du travail. Elle encadrera l'étudiante sur l'enchaînement des actions permettant l'avancée du projet, en particulier sur les procédures et la cohérence de leur planification. Elle orientera l'élève vers les personnels internes à l'ONF à solliciter et pourra lui communiquer des informations sur le fonctionnement de l'ONF, utiles à l'avancement et au bon déroulement du projet. Le maître d'apprentissage assurera la relecture des différents travaux de l'élève.

Le SMOA sera sollicité sur toute la durée du projet pour l'accompagnement du travail, en particulier pour ses compétences sur les milieux aquatiques qui lui sont propres.

Le Directeur du SMOA tiendra le rôle de second référent pour l'élève qui pourra le solliciter en cas de questions spécifiques. Le SMOA suivra l'avancement du projet en même temps que l'ONF et apportera des conseils et connaissances permettant de faire avancer le projet. Le SMOA participera à l'élaboration du projet grâce à des apports de connaissances, relectures des différents travaux, validation des étapes et aide à la planification.

Il sera sollicité lors du rendu du travail de fin d'étude de l'élève par la relecture du mémoire et du support de soutenance. À ce titre, le SMOA sera invité à la soutenance de fin d'étude de l'élève et participera à la notation de son travail.

Le SMOA pourra accueillir l'élève dans ses locaux lors de réunions, formations ou points d'information permettant le bon déroulement du projet. L'élève pourra assister, ponctuellement et sous accord des deux partenaires à des missions portées par le SMOA afin de découvrir d'autres compétences de celui-ci.

Un comité de pilotage restreint comprenant l'ONF, le SMOA et l'apprentie aura pour rôle de suivre l'avancement du projet, valider les différentes étapes en relation avec le bureau d'étude prestataire et le comité de suivi.

La mise en place d'un comité de pilotage élargi associant plusieurs partenaires aura pour but d'organiser des réunions à chaque fin de phase de l'étude (choix du scénario, AVP, PRO) qui permettront l'apport de plusieurs points de vue utiles au bon déroulement du projet. Ce comité de suivi rassemblera le SMOA et le maître d'Ouvrage ONF, les partenaires techniques (Conservatoire des Espaces Naturels de Picardie, l'Office Français pour la Biodiversité, Conservatoire Botanique de Bailleul, la Fédération Départementale de Pêche de l'Oise, ...), les partenaires financiers (Agence de l'Eau Seine-Normandie, Département de l'Oise), la Direction Départementale des Territoires de l'Oise et le bureau d'étude en charge de l'étude.

#### ARTICLE 4 – COMMUNICATION ENTRE LES PARTENAIRES

Des réunions auront lieu au minimum 1 fois par mois, par téléphone ou en visuel entre le SMOA et l'ONF afin d'évaluer et de valider l'avancement du projet. La validation des grandes étapes du projet se fera par une concertation entre l'ONF et le SMOA par accord (téléphonique ou par mail).

#### ARTICLE 5 – DUREE ET SUIVI

La présente convention est valable un an à compter de la date de signature. Elle fera l'objet d'un bilan dans les trois mois précédant la date d'échéance. Elle pourra être révisée en fonction des besoins.

Elle prend fin en cas de cessation d'activité de l'une ou l'autre des parties ou en cas de dénonciation par l'une ou l'autre des parties, par envoi recommandé avec accusé de réception, moyennant un préavis de six mois avant la date de dénonciation souhaitée. Dans ce dernier cas, un protocole d'accord sera passé afin de régler la situation de toutes les opérations en cours.

À 27 AVR 2020, le Compiègne 2020

pour le Syndicat Mixte Oise-Aronde

pour l'Office National des forêts  
Agence Picardie

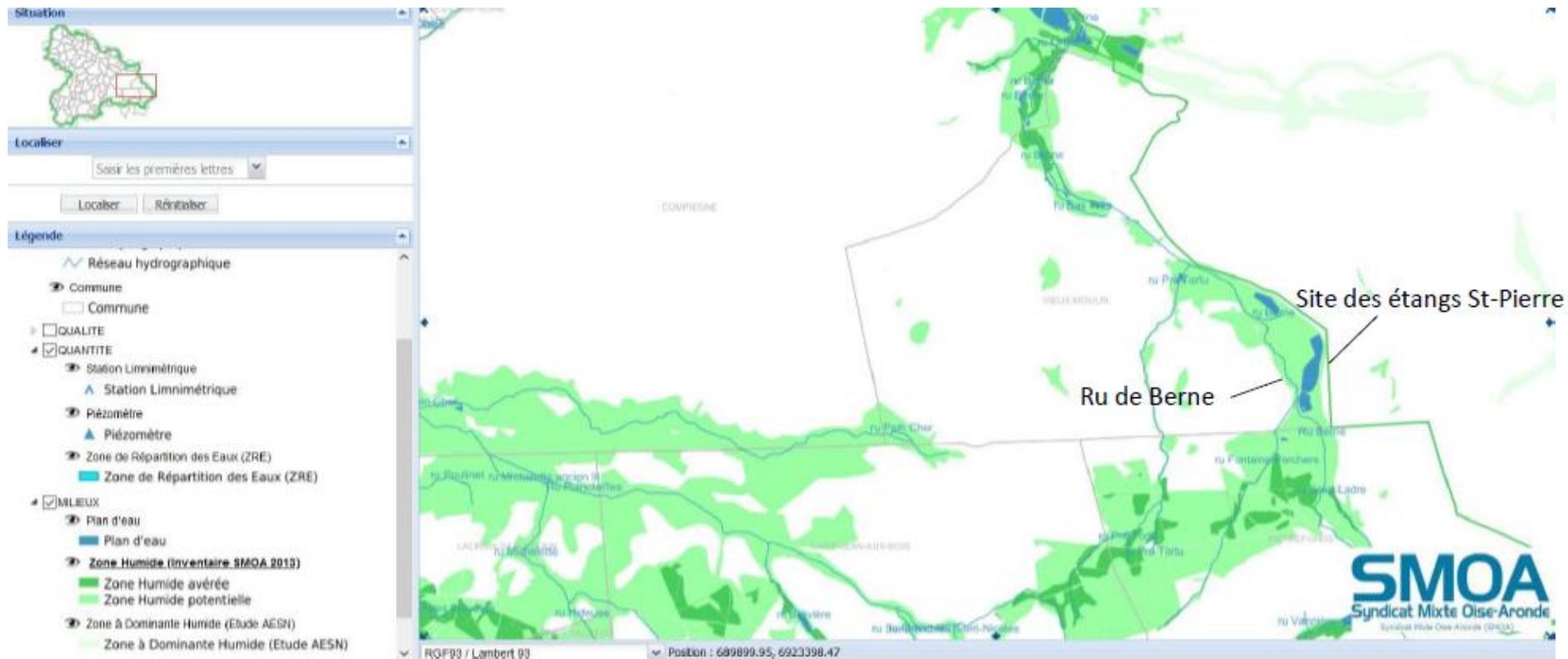


*[Signature]*

Le Directeur d'Agence  
Bertrand WIMMERS

ANNEXE 2: Extrait de la cartographie des zones à dominante humide Recensées sur la commune de Vieux-Moulin issue de CARMEN, DREAL Hauts-de-France





**ANNEXE 3:Tableau de comparatif des offres reçues par les bureaux d'étude**

	Prix de l'offre 60%			Mémoire technique 40%												
Nom	Prix (I HT) <i>(tranche ferme)</i>	Note sur 10 (60%)	Compléments (prix I HT)	Qualité de la présentation (note méthodologique)	Note sur 10 (20%)	Visite de terrain	Note sur 10 (5%)	Compréhension de la demande et des enjeux	Note sur 10 (5%)	Organisation du BE : planning,...	Note sur 10 (5%)	Rendu proposé	Note sur 10 (5%)	Note finale pondérée /10	Commentaires	Classement retenu
Prestataire 1																
Prestataire 2																
Prestataire 3																

**ANNEXE 4: Tableau présentant le détail des jours consacrés au projet pour chacun des personnels ONF**

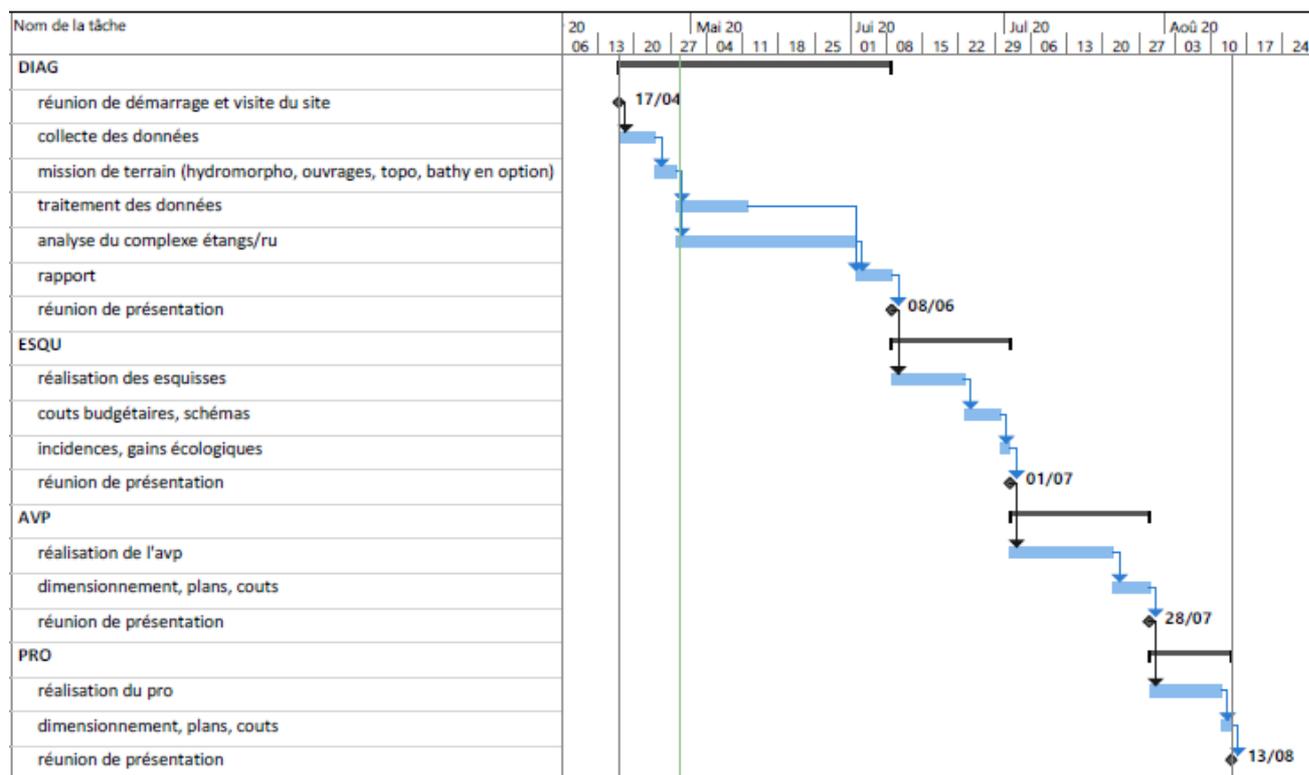
<b>Missions</b>	<b>Détail</b>	<b>Nb de jour</b>	<b>Catégorie de personnel</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Synthèse des données naturalistes déjà existantes</b>	Regrouper et centraliser les données du CBNB, CENP, différentes études naturalistes de l'ONF + Cartographie sous SIG pour faire un premier état des lieux avant nouveaux inventaires naturalistes	2	Apprentie	3
		1	B	
<b>Mise en forme des données pour la phase diagnostic du BE</b>	Mise en forme des couches SIG de la zone d'étude, rassembler l'ensemble des études et données du site des étangs Saint-Pierre depuis 2010 et transmission au BE pour la phase de diagnostic	2	Apprentie	3
		1	B	
<b>Inventaires naturalistes supplémentaires</b>	Participation terrain + exploitation et mise en forme des données sous SIG	2	Apprentie	4
	Participation terrain	2	B	
<b>Suivi du BE pendant la mission terrain</b>	Présentation du site auprès de l'équipe, annonce d'ordre général, suivi du bon déroulement	1	B	1
<b>Choix d'un scénario</b>	Comparaisons et choix d'un scénario suite aux esquisses proposées, (concertation) + rapport de choix	2	Apprentie	3,5
		1	B	
		0,5	A	
<b>Animations du comité de suivi (de Mai à Septembre)</b>	Préparation des réunions en interne et du comité, animation, rédaction des comptes rendus	10	Apprentie	15,5
		3	B	
		1	A	
		1,5	A	
<b>Information du projet et des futurs travaux</b>	En interne ONF et auprès du grand public, prototype de panneau d'information	1	Apprentie	1
<b>Définition du contexte réglementaire</b>	Prise de contact avec l'ABF, la DDT, OFB visites de site et présentation du projet. Renseignement sur la réglementation + Rédaction des dossiers réglementaires (ABF, PAC, Incidences Natura 2000...)	11	Apprentie	15
		1	A	
		1	A	
		2	B	

**ANNEXE 5:Détail du budget prévisionnel de l'étude**

	<b>Action</b>	<b>Acteur</b>	<b>Montant en € HT</b>
<b>Bureau d'études BIEF CARICAIE</b>	DIAGNOSTIC : Étude de la dynamique hydraulique & Étude du complexe des étangs (missions de terrain, traitement et analyse des données)	BIEF CARICAIE	4537,5
	ESQUISSE de l'Aménagement du ROE 106 -576	BIEF CARICAIE	3675
	AVANT-PROJET de l'Aménagement du ROE 106-576	BIEF CARICAIE	3675
	PROJET de l'aménagement du ROE-106 576	BIEF CARICAIE	3675
	Etude géotechnique	BIEF CARICAIE	9925
	<b>Sous total BIEF CARICAIE</b>		
<b>ONF</b>	Maîtrise d'ouvrage, suivi de l'étude	ONF	3500
	Rédaction des dossiers réglementaires (évaluation d'incidences NATURA 2000, Abords Monument Historique...)	ONF	4000
	Communication (panneau d'information)	ONF	2000
	Concertation	ONF	758
	<b>Sous total ONF</b>		
<b>Total des charges</b>			<b>35745,5</b>



## ANNEXE 7: Planning prévisionnel de l'étude présenté par BIEF CARICAIE



## ANNEXE 8: Décomposition du réseau NATURA 2000 et caractéristiques



**ANNEXE 9:Extrait de la cartographie de la zone NATURA 2000 sur le massif forestier de Compiègne, ainsi que la fiche descriptive issue d'INPN**



**Description :**

*Le massif forestier de Compiègne Laigue Ourscamps constitue un ensemble écologique exceptionnel du fait de ses dimensions (plus de 25000 ha non morcelés), et notamment de la diversité de son avifaune nicheuse.*

*Le massif intègre l'essentiel des potentialités forestières, intraforestières et de lisières du nord du Tertiaire parisien. La variété des substrats associée à la morphologie tortueuse de la cuesta de l'Île de France avec des buttes témoin isolées, la confluence des cortèges biogéographiques subatlantiques, précontinentaux et méridionaux induisent une quasi exhaustivité dans la représentation des types forestiers du Tertiaire parisien septentrional. La palette des habitats forestiers est rehaussée par une sylviculture de qualité et de tradition historique qui a maintenu le massif dans un état d'exemplarité et de représentativité à la fois écologique, biologique, sylvicole et cynégétique.*

Source : Fiche de renseignement de la ZPS Réf. FR2212001, « Forêts picardes : Compiègne, Laigue, Ourscamps », INPN.

**ANNEXE 10: Décomposition et caractéristiques des différentes ZNIEFF**

<b>ZNIEFF</b>	
<p><b>TYPE I:</b></p> <p>Des espaces homogènes écologiquement présentant:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- des espèces,</li><li>- Des associations d'espèces ,</li><li>- Des habitats rares, remarquables</li><li>- Des caractéristiques du patrimoine naturel régional.</li></ul> <p><b>Zones les plus remarquables du territoire</b></p>	<p><b>TYPE II:</b></p> <p>Des espaces qui:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Intègrent des ensembles naturels, fonctionnels et paysagers</li><li>- Présentent une cohésion élevée et plus riche que les milieux alentours</li></ul>

**ANNEXE 11: Extrait de la cartographie du zonage ZNIEFF de type 1 « Massif forestier de Compiègne, Laigue et Ourscamps – Carlepont » ainsi que la fiche descriptive issue de géoportail**



**Description :**

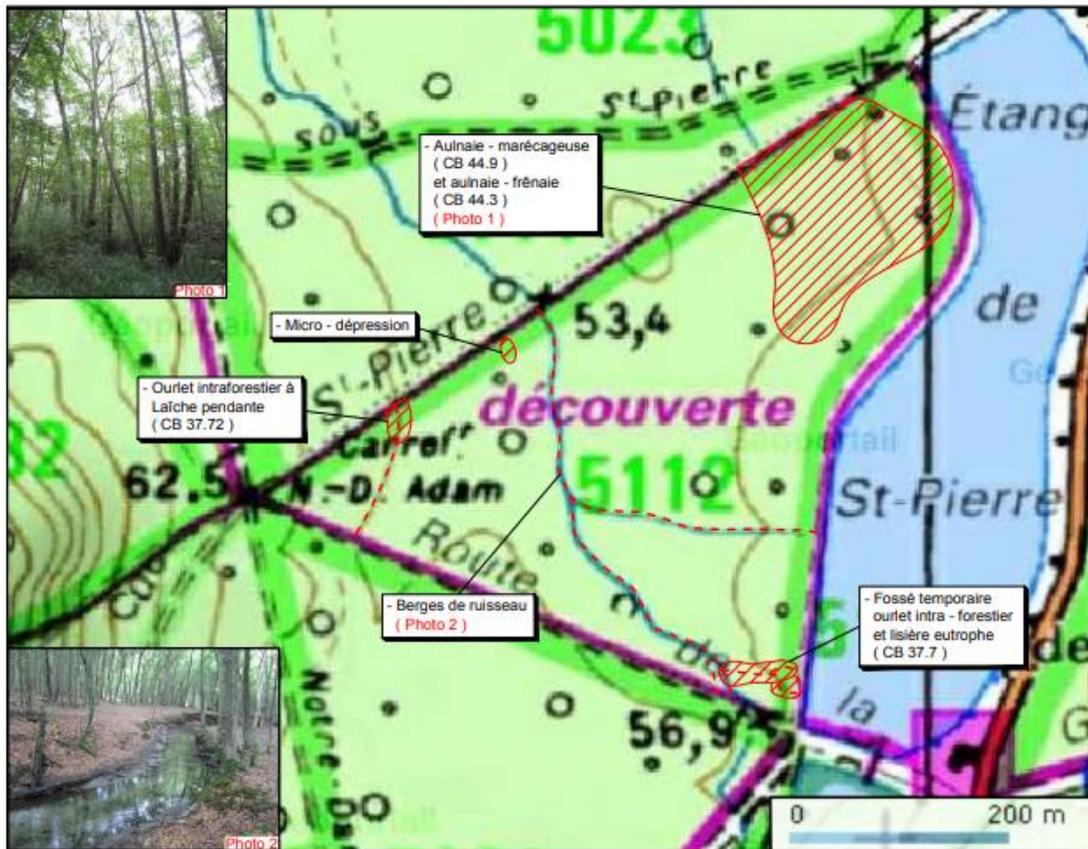
Le massif forestier de Compiègne/Laigue/Ourscamps-Carlepont s'étend en rive gauche de la rivière Oise, sur l'extrémité occidentale du plateau du Soissonnais, au contact des régions naturelles du Valois, du Plateau picard, du Noyonnais et de la Région d'Estrées.

L'histoire de l'utilisation et de la protection des forêts royales de chasse explique la conservation d'un tel ensemble sylvatique de plus de 30 000 hectares non disséqués. L'une des marques les plus évidentes est le réseau rayonnant de chemins, tout particulièrement en Forêt de Laigue. Les clairières et les étangs sont issus notamment des implantations médiévales d'abbayes (Saint-Jean-aux-Bois, Abbaye de Sainte-Croix, Abbaye d'Ourscamps, Prieuré de Saint-Pierre-en-Chastres...).

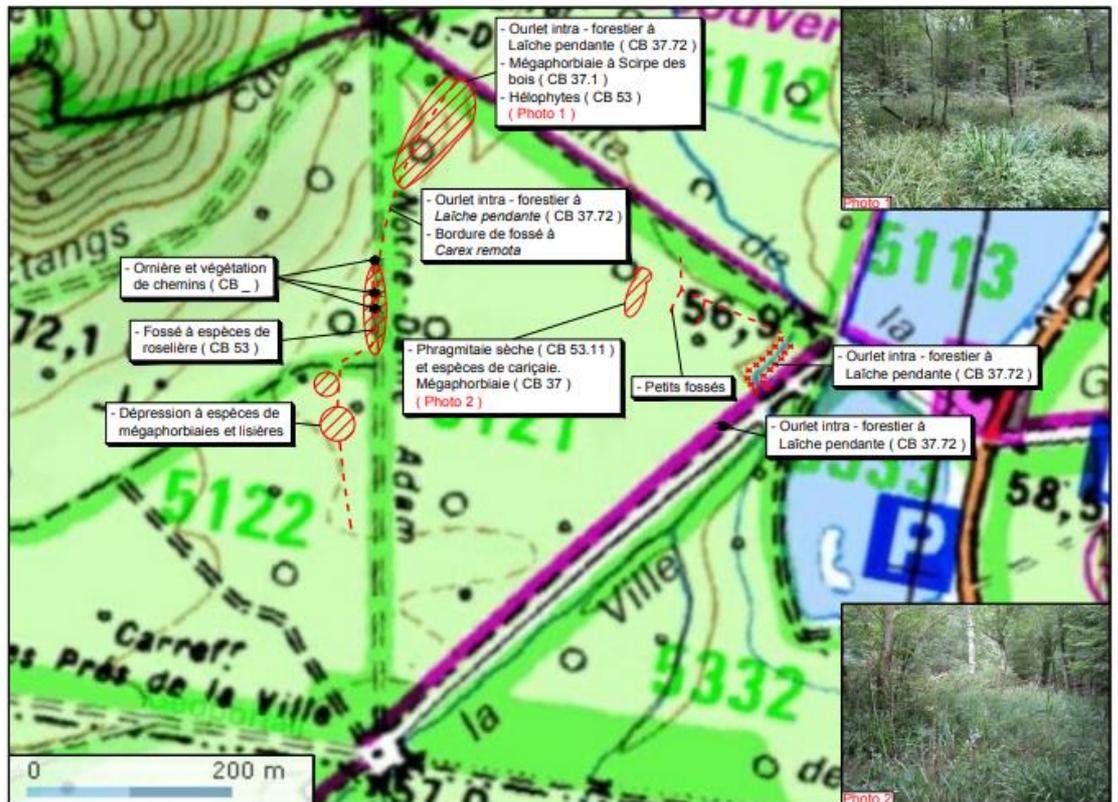
De nombreux milieux remarquables, rares et menacés en Europe, sont inscrits à la directive "Habitats" de l'Union Européenne. Les abords agricoles des massifs constituent des axes migratoires interforestiers pour les grands mammifères, entre le massif et les vallées et bois adjacents, qui servent de milieux-relais pour la faune. Tous ces habitats, ainsi que les milieux importants à l'échelle nationale ou au niveau régional, abritent de très nombreuses espèces végétales et animales de très grande valeur patrimoniale. Des carrières souterraines de calcaire abandonnées sont utilisées par de nombreuses chauves-souris, souvent rares et menacées au niveau européen, en période hivernale ou nuptiale. Les mares et les fossés en eau abritent d'importantes populations de batraciens et d'insectes remarquables, de même que certains étangs forestiers, qui abritent également bon nombre d'oiseaux d'eau en reproduction ou en migration.

Source : Fiche de renseignement de la ZNIEFF de type 1 Réf. 220014322, « Massif forestier de Compiègne, Laigue et Ourscamps-Carlepont », INPN.

**ZONES HUMIDES - PARCELLE 5112**



**ZONES HUMIDES - PARCELLE 5121**



**ANNEXE 13: Tableau exposant les résultats de la qualité physico-chimiques des eaux du ru de Berne, analysées par le bureau d'étude Hydrosphère en 2016.**

Rivière		Ru de Berne			
Code Station					
Commune		Vieux-Moulin			
Date		04/11/15	06/04/16	23/06/16	12/09/16
Heure		08:30:00	12:00:00	12:30:00	12:20:00
T air (°C)		13,00	11,00	26,00	25,00
Météo		Nuageux	Ensoleillé	Ensoleillé	Ensoleillé
Débit (m <sup>3</sup> /s)		0,0766	0,1834	0,2082	0,0496
Particules en suspensions	MES (1)	3,8	59	22	14,0
	Turbidité (NFU) (1)	3,6	48	21	11,0
Température	Température (°C)	11	9,8	18,6	17,5
Acidification	pH	8,0	8,0	7,9	7,9
Salinité	Conductivité (µs/cm)(1)	425,00	470,30	446,00	630,00
Bilan de l'oxygène	O2 saturation (%)	87,50	90,30	91,00	99,00
	O2 dissous (mg/l)	9,58	10,05	8,3	10,2
	COD (mg/l)	4,10	7,00	13,00	5,50
	DCO (mg/l) (1)	<20	46,00	36,00	<20
	DBO5 (mgO2/l)	3,00	2,60	1,90	2,50
Nutriments	Azote Kjeldahl (NKJ) (mg/l) (1)	<1	1,10	<1	<1
	Ammonium NH4+ (mg/l)	<0,05	0,15	0,14	0,48
	Nitrites (mg/l)	0,08	0,09	0,17	0,22
	Nitrates NO3- (mg/l)	7,10	4,30	3,50	6,50
	Phosphates PO4- (mg/l)	0,31	0,26	0,23	0,88
	Phosphore total (mgP/l)	0,120	0,200	0,170	0,300

(1) Aucun seuil n'est fixé par la DCE, utilisation des seuils fixé par le SEQ Eau v2 (classe d'aptitude à la Biologie)

**ANNEXE 14: Tableau présentant les paramètres nécessaires au calcul de la note IBGN représentative de la qualité hydrobiologique des eaux du ru de Berne, analysées par le bureau d'étude Hydrosphère en 2016.**

Cours d'eau	Le ru de Berne		 <p>Photographie 21 : Polycentropodidae</p>
Commune	Vieux-Moulin		
Date	14/09/2016		
Note équivalent IBG (phase A+B)	9/20		
IBGN min (1)   max (2)	7	11	
Diversité	17		
Groupe indicateur	4		
Taxon indicateur	Polycentropodidae Polycentropus		
Polluo-résistance (3)	6,7 %		

**ANNEXE 15: Application du protocole ICE de l'ONEMA 2014 permettant d'évaluer la franchissabilité piscicole de l'ouvrage ROE 106 576 (source : Rapport de la phase DIAGNOSTIC et ESQUISSE – BIEF CARICAIE, 2020)**

Pour nos espèces cibles, les valeurs seuils des paramètres précédents sont présentées dans les tableaux suivants :

Tableau 13 : Valeurs caractéristiques pour le diagnostic de seuil à parement vertical, associées aux espèces repère sur le Ru de Berne (Source : Protocole ICE, ONEMA, 2014).

Groupe ICE	Espèces	Saut	Hmin	Valeurs seuils de chute pour le diagnostic de seuil à parement vertical >150% (m)				DH extrême
				Classe ICE				
				1	0,66	0,33	0	
5	Brochet	Non	0,15 m	≤ 0,60	] 0,60 - 1,00]	] 1,00 - 1,40]	> 1,40	2,00 m
9	Chabot	Non	0,05 m	≤ 0,15	] 0,15 - 0,35]	] 0,35 - 0,50]	> 0,50	1,00 m
11	Anguille	Non	0,02 m	≤ 0,20	] 0,20 - 0,35]	] 0,35 - 0,50]	> 0,50	1,00 m

DH (m)	Hauteur de fosse H <sub>fmin</sub> en pied de chute verticale (>150%) nécessaire (m)
≤ 0,25	0,30
] 0,25 - 0,50]	0,45
] 0,50 - 0,75]	0,70
] 0,75 - 1,00]	0,85
] 1,00 - 1,50]	1,00
] 1,50 - 2,00]	1,20
≥ 2,00	1,40

Pour les seuils à parement incliné, il est possible de déterminer, pour chaque espèce ou groupe d'espèces, la classe de franchissabilité ICE en fonction de leur hauteur de chute, définie comme la différence entre plans d'eau amont et aval de part et d'autre du seuil. Les valeurs limites de chute entre classes ICE sont similaires à celles obtenues pour les seuils à parements verticaux ou quasi-verticaux (Cf tableau précédent). Dans le diagnostic de franchissabilité pour les seuils inclinés, la profondeur de fosse en aval de l'ouvrage est également observée.

Si l'obstacle présente une chute aval prépondérante par rapport à la chute totale de l'obstacle (DH chute aval > DH seuil incliné), la profondeur de la fosse en pied de chute doit être suffisante selon la procédure relative aux chutes verticales.

Si l'obstacle ne présente pas de chute aval ou si la chute aval n'est pas prépondérante par rapport à la chute totale (DH chute aval < DH seuil incliné), alors il faut vérifier la profondeur de la fosse en pied d'obstacle à partir du tableau suivant, en considérant la chute totale de l'obstacle (DH=DH seuil incliné + DH chute aval) et l'angle d'inclinaison du seuil :

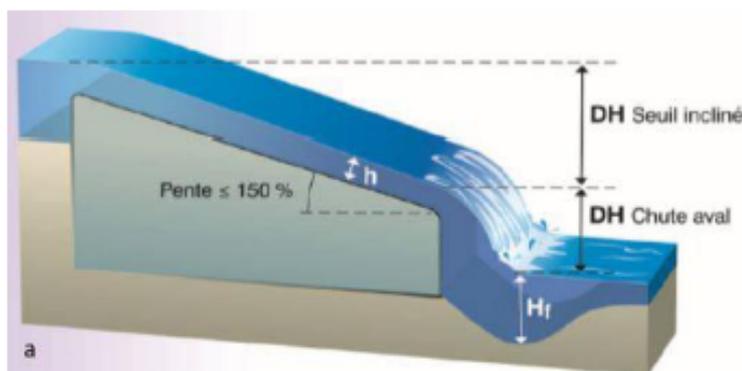


Figure 58 : Schéma de principe d'un seuil à parement incliné avec chute aval (Source : Protocole ICE, ONEMA, 2014).

Tableau 14 : Ordre de grandeur de la profondeur minimale de fosse ( $H_{fmin}$ ) nécessaire pour permettre au poisson de franchir un obstacle à parement incliné (Source : Protocole ICE, ONEMA, 2014).

Chute DH (m)	Inclinaison du jet (ou pente du parement du seuil)			
	$\leq 25\%$	$]25 - 50]\%$	$]50 - 100]\%$	$]100 - 150]\%$
$\leq 0.25$	0.10	0.15	0.25	0.30
$]0.25 - 0.50]$	0.10	0.20	0.30	0.40
$]0.50 - 1.00]$	0.15	0.35	0.50	0.65
$]1.00 - 1.50]$	0.20	0.50	0.70	0.90
$]1.50 - 2.00]$	0.25	0.60	0.85	1.10
$>2.00$	0.30	0.70	0.95	1.25

La franchissabilité globale de l'ouvrage est déterminée à partir de la franchissabilité du seuil incliné et de la chute aval selon les règles définies dans le tableau suivant :

Tableau 15 : Matrice permettant de calculer la classe ICE finale d'un seuil à parement incliné présentant une chute aval (Source : Protocole ICE, ONEMA, 2014).

Classe ICE du seuil incliné	Classe ICE de la chute aval			
	0	0.33	0.66	1
0	0	0	0	0
0.33	0	0	0.33	0.33
0.66	0	0.33	0.33	0.66
1	0	0.33	0.66	1
NC (Inconnue)	0	NC, $\leq 0.33$	NC, $\leq 0.66$	NC

Pour évaluer la franchissabilité de l'ouvrage lors de nos relevés de terrain, nous suivons les arbres décisionnels proposés dans le protocole ICE de l'ONEMA en prenant en compte les valeurs critiques des 3 espèces cibles :

#### Diagnostic ICE du seuil incliné :

- × DH > DH extrême ? DH = 1.07m
  - Brochet : DH = 1.07m < DH extrême = 2.00m. OK
  - Chabot : DH = 1.07m > DH extrême = 1.00m. CLASSE ICE = 0
  - Anguille : DH = 1.07m > DH extrême = 1.00m. CLASSE ICE = 0
- × Y a-t-il une chute aval ? Oui
 

Définir la classe ICE de la chute aval à partir de l'arbre décisionnel relatif aux seuils à parement >150 % en commençant à partir du point « 4. Espèces sauteuses ? ».

**Diagnostic de la chute aval :**

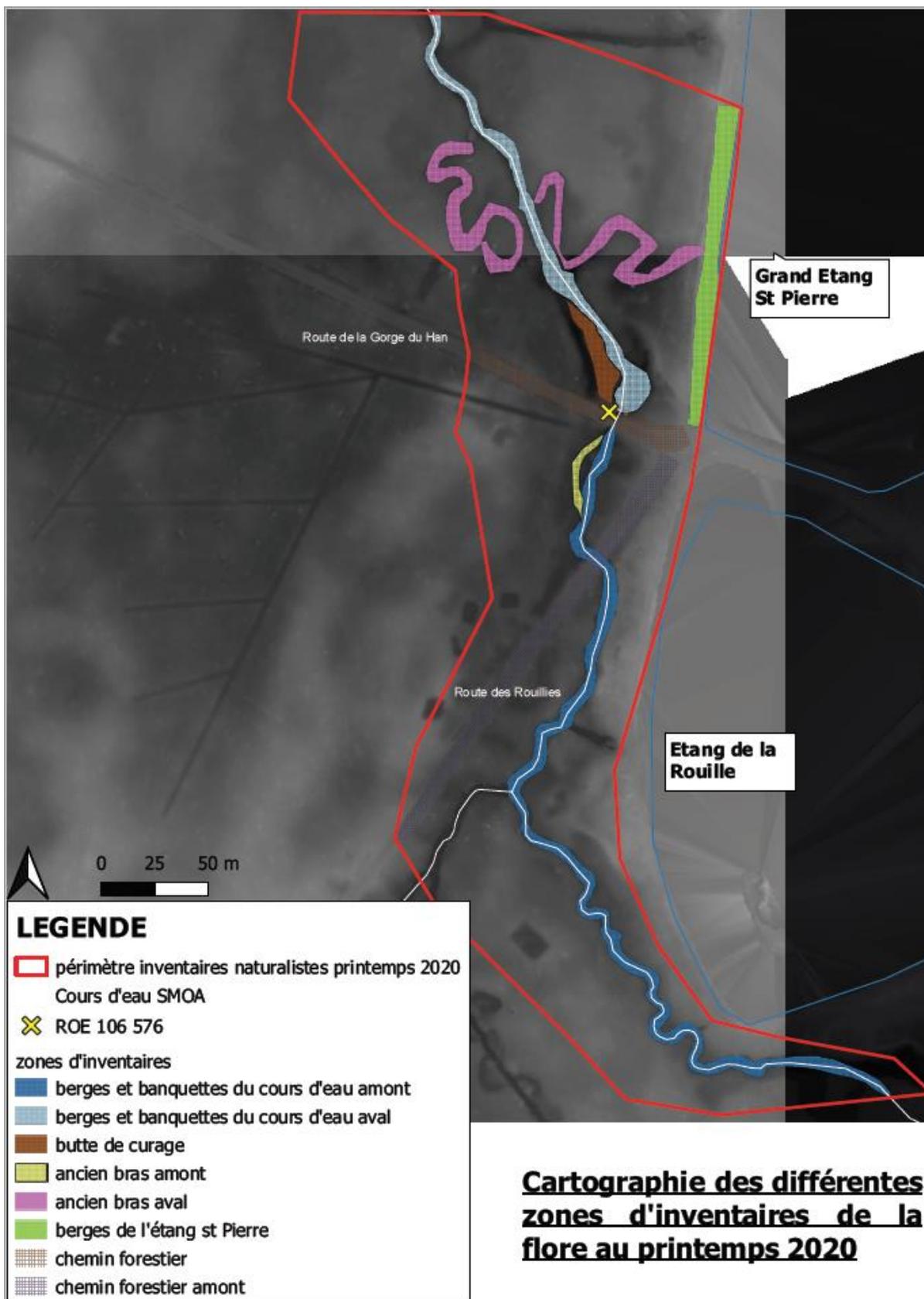
  - Espèces sauteuses ? Non
  - DH chute aval  $\leq 0.5 H$  (Jet de surface) ? Non  
DH chute aval = 0.13m > 0.5H = 0.02m.
  - 0.5H < DH < H (Jet quasi de surface) ? Non  
DH chute aval = 0.13m > H = 0.04m.  
→ CLASSE ICE = 0
- × Fosse :  $H_f > H_{fmin}$  ? Non
 

D'après le tableau 13, pour une pente de radier de 11,5 % et une chute totale DH de 1.07m,  $H_{fmin} = 0.20m$ .

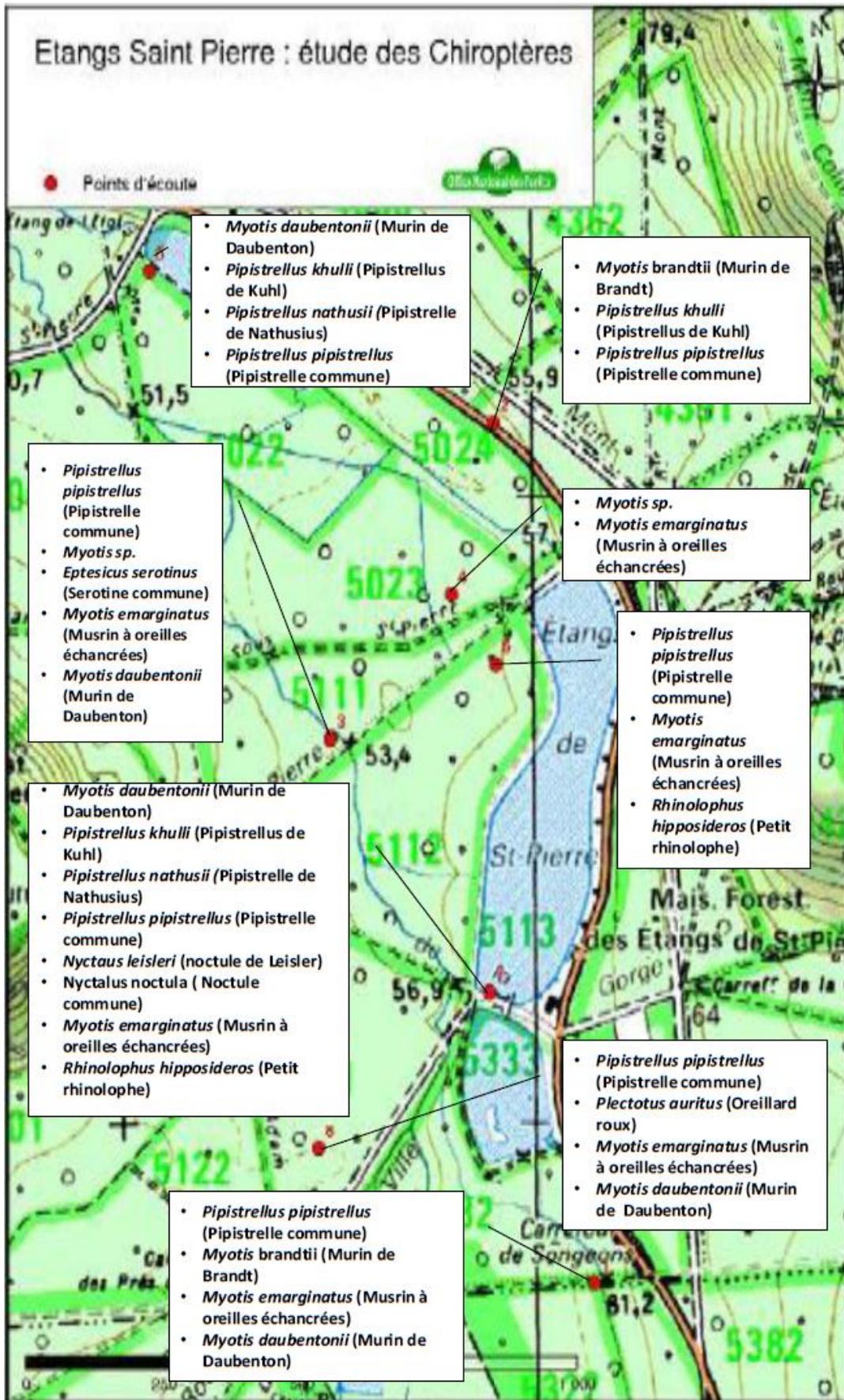
D'après nos levés topographiques du 17-04-2020,  $H_f = 0.18m < H_{fmin}$ .  
→ CLASSE ICE = 0

D'après le tableau 14, la classe ICE globale de l'ouvrage est 0 : **Barrière totale.**

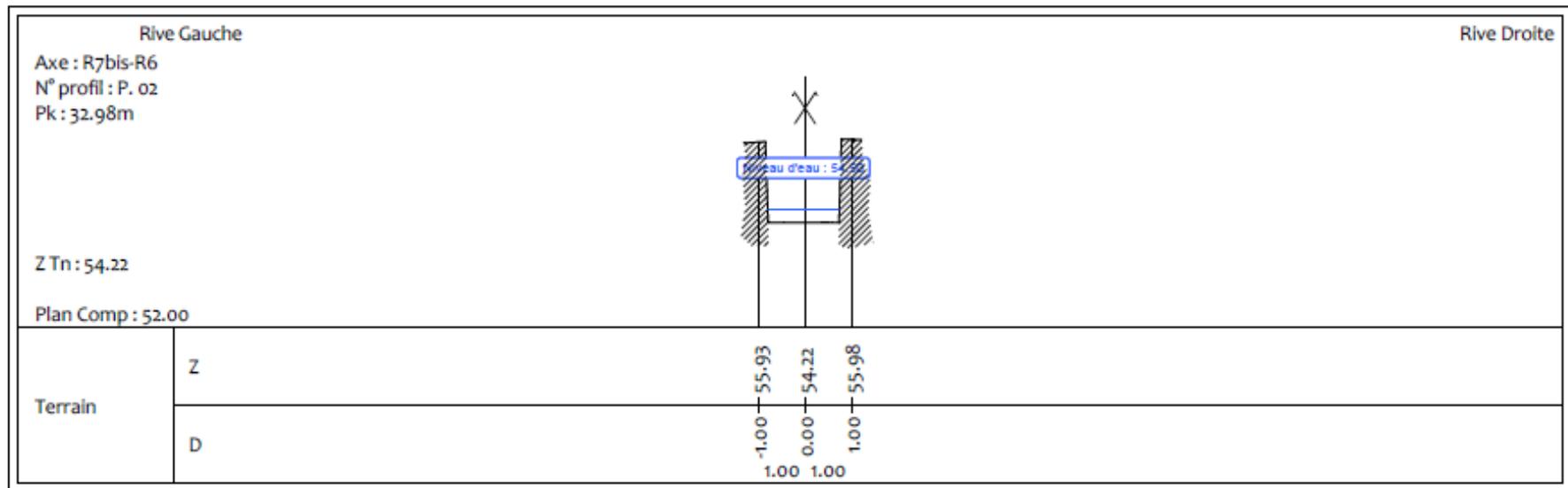
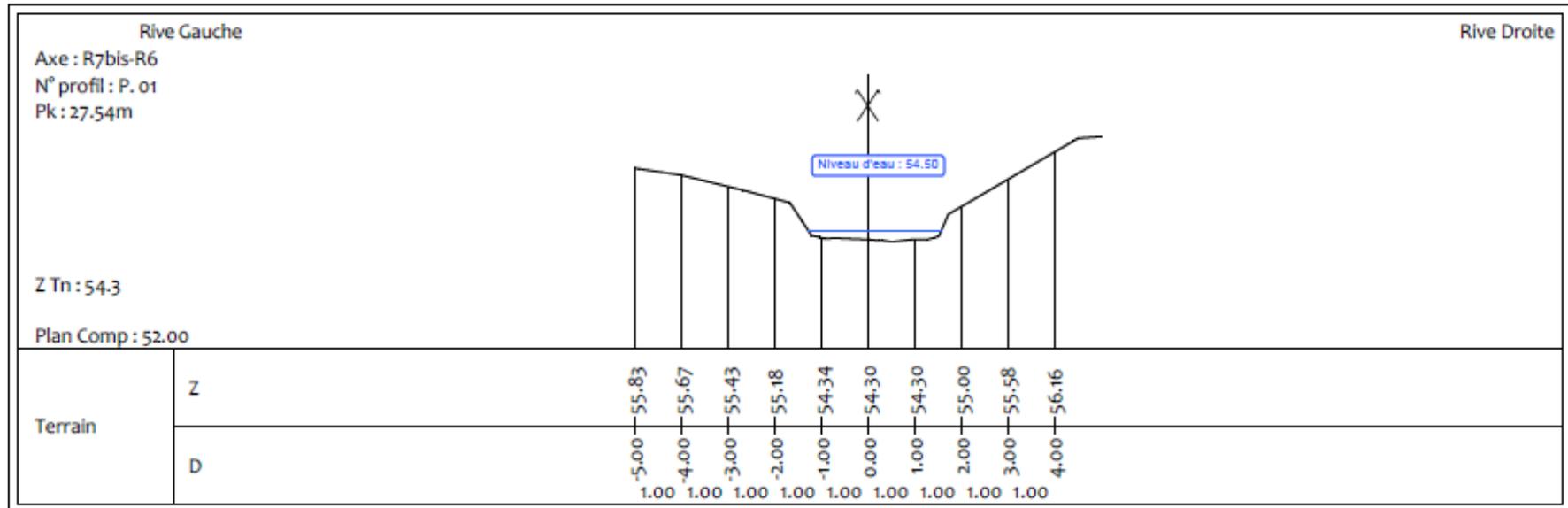
**ANNEXE 16: Cartographie des différentes zones inventoriées lors des relevés de flore patrimoniale en Mai 2020 (source : ONF)**

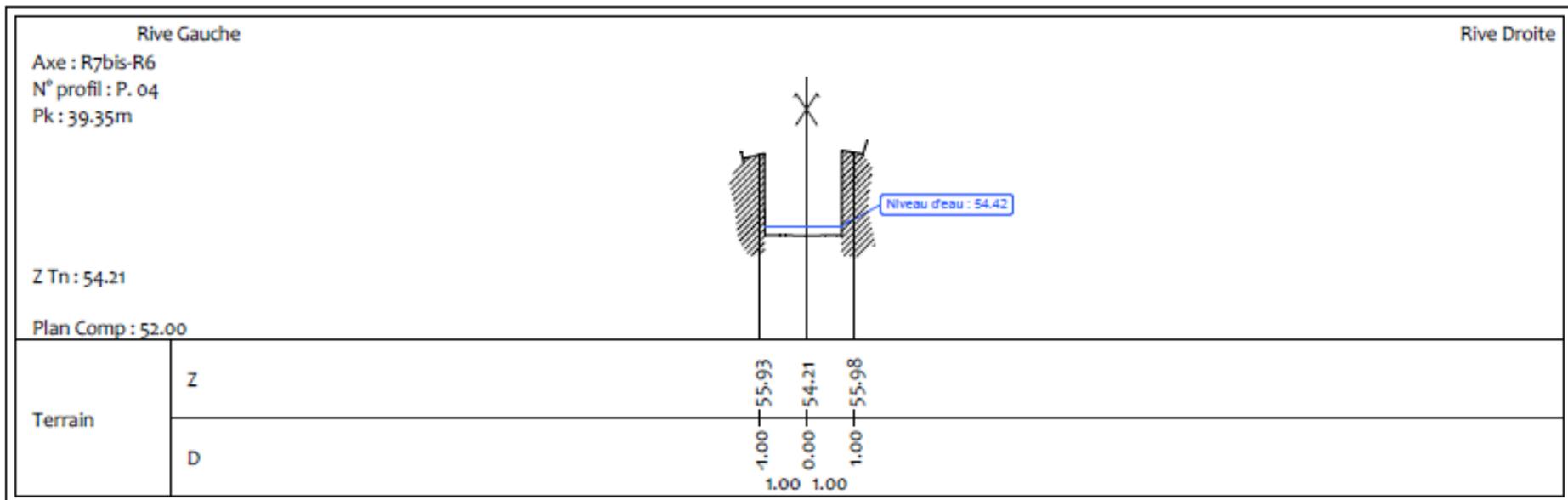
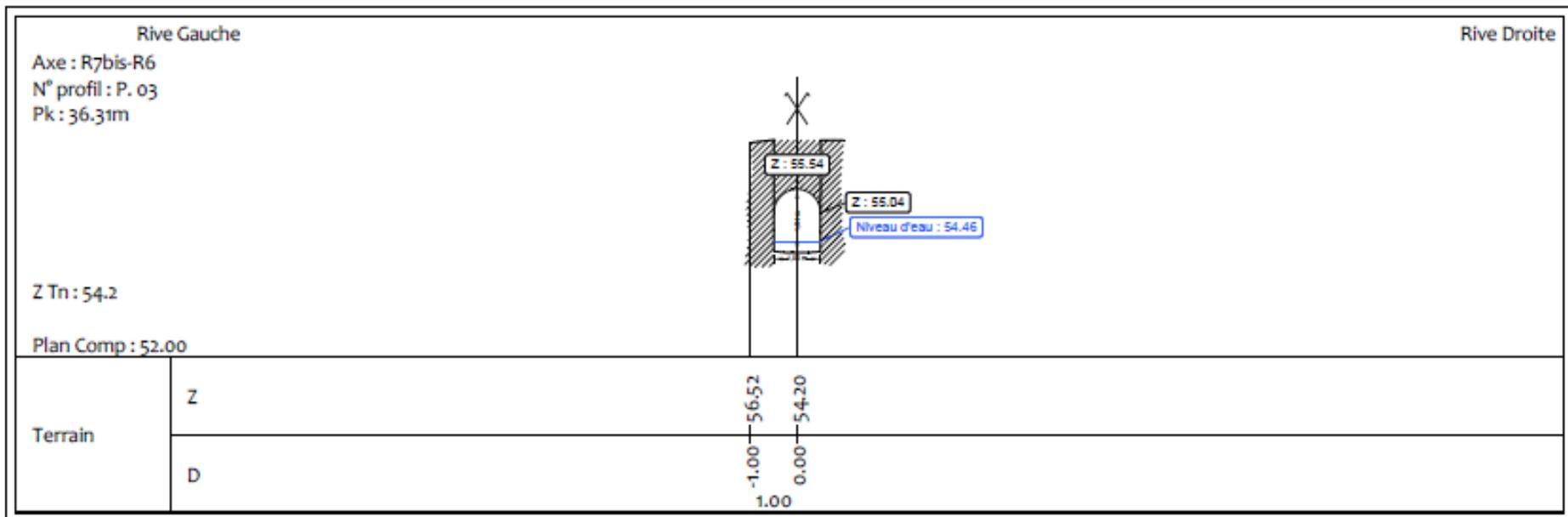


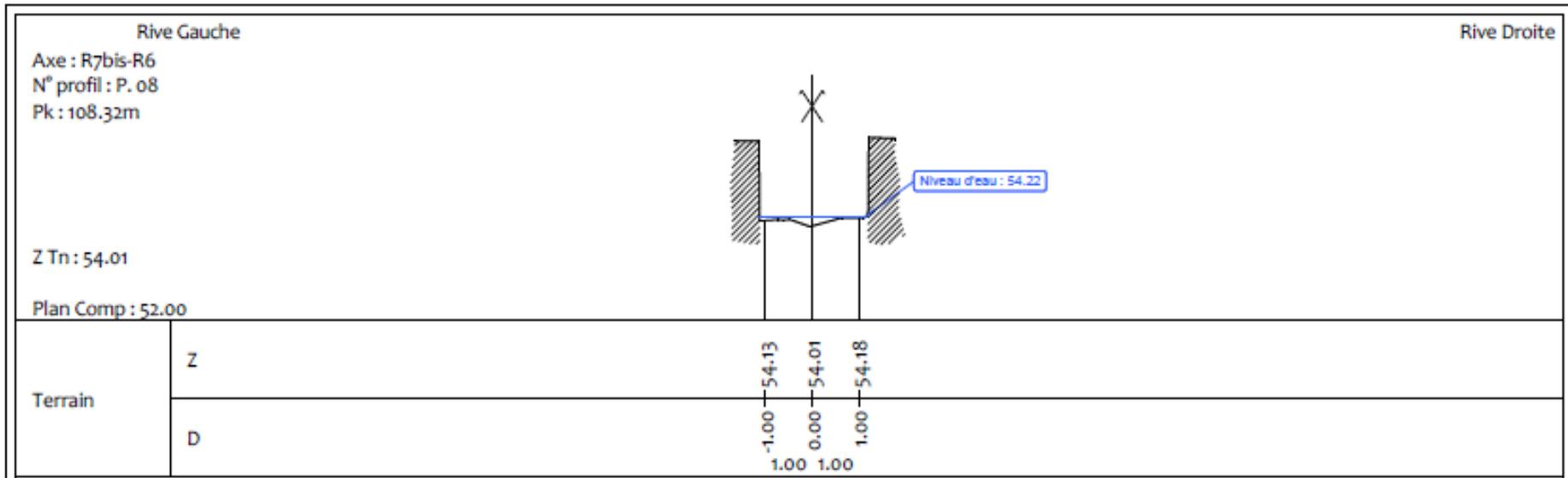
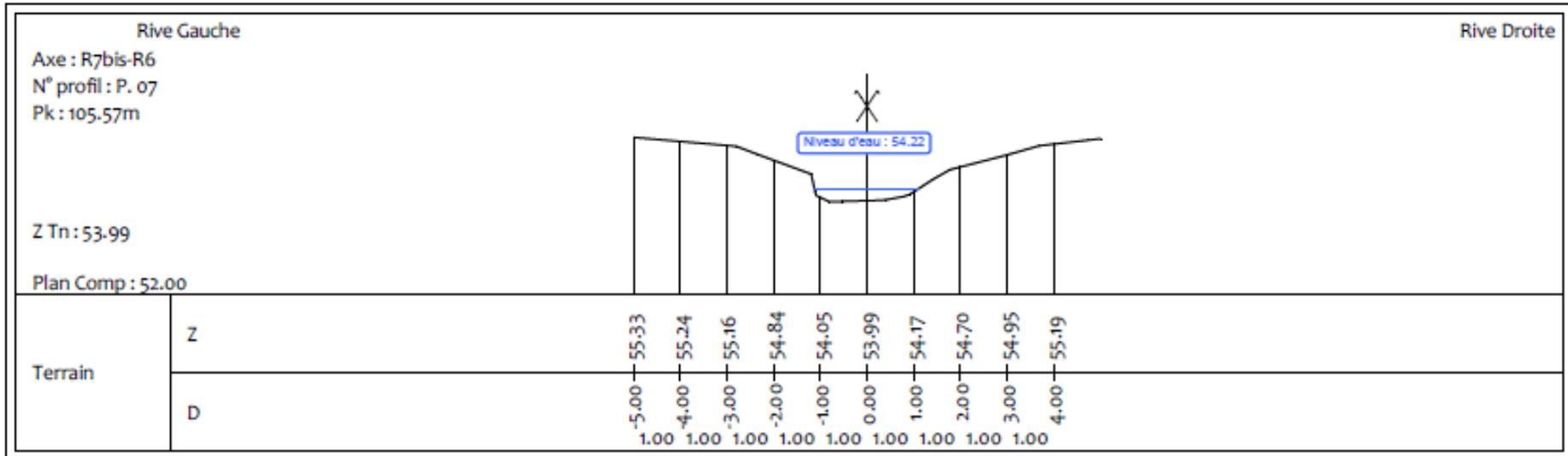
ANNEXE 17: Cartographie des points d'écoute de chiroptères en 2010 (source : ONF)

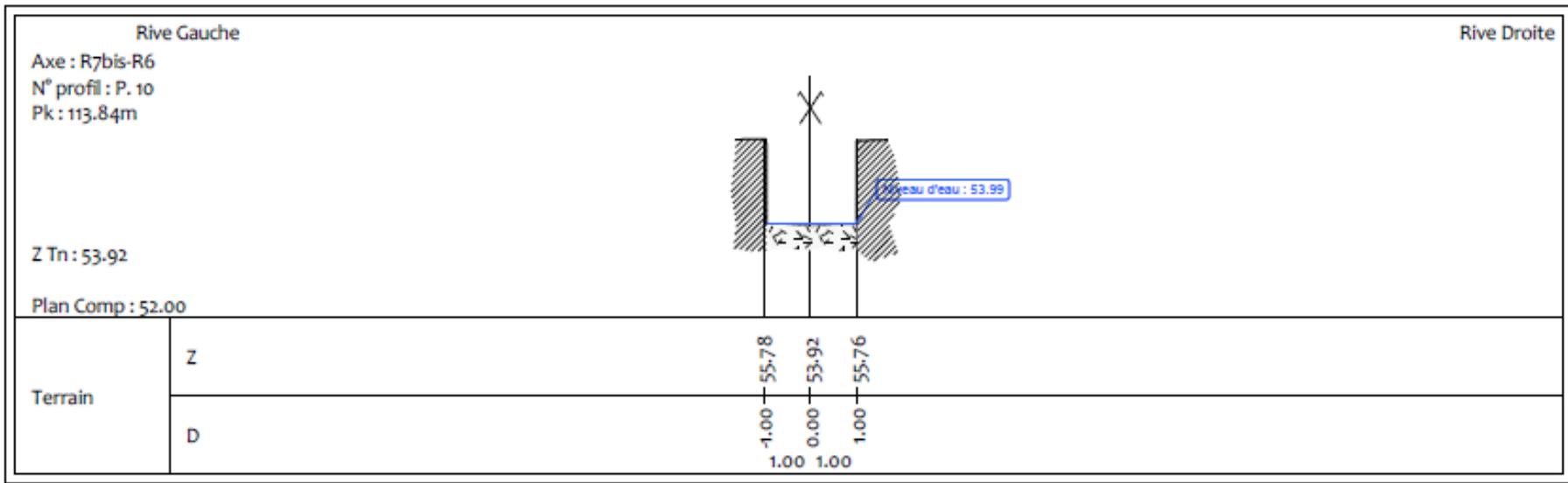
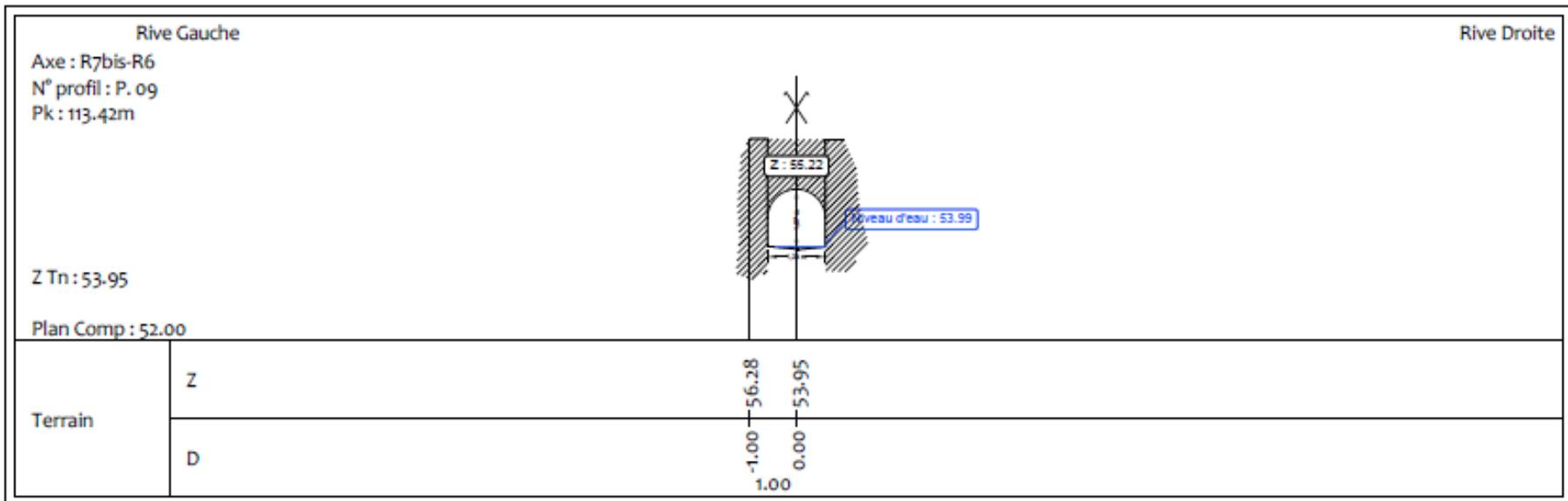


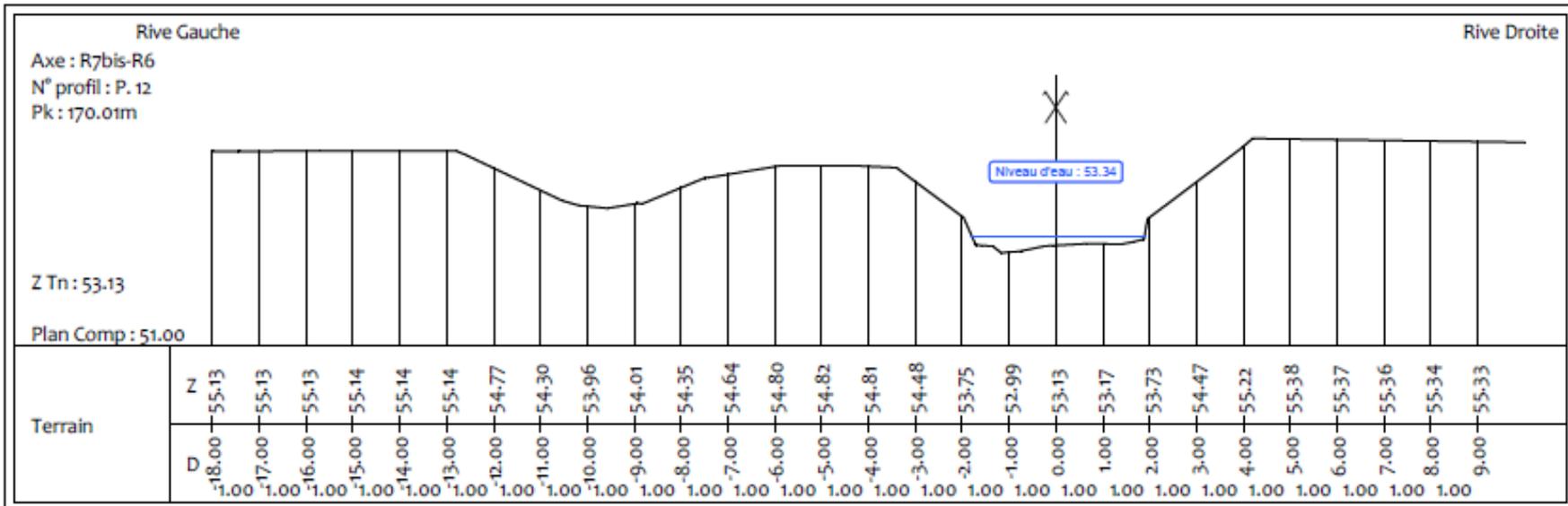
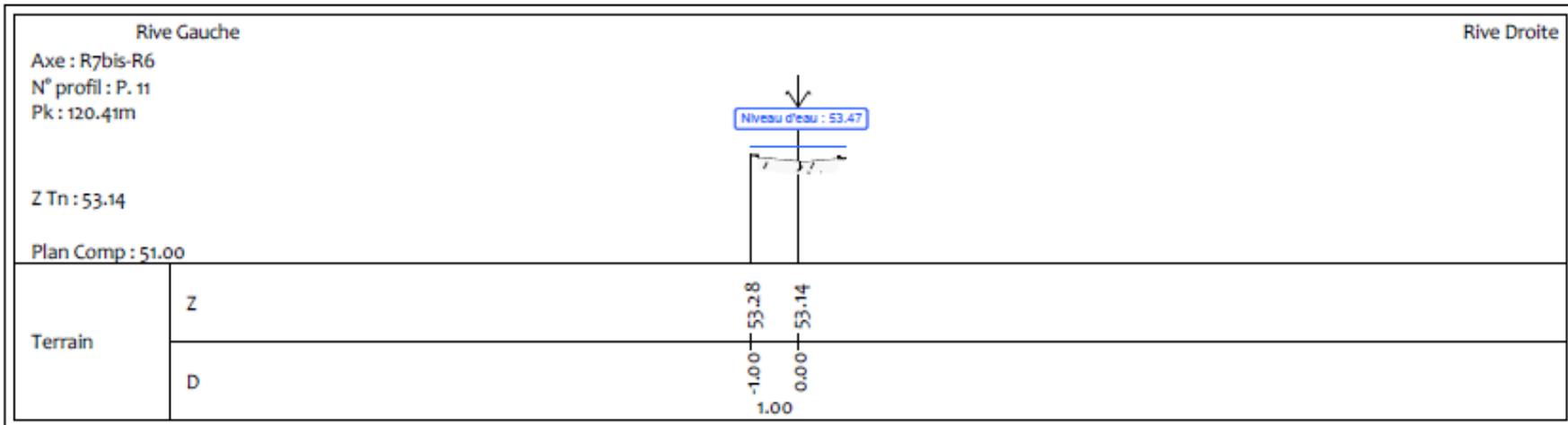
ANNEXE 18: Profils en travers des différents tronçons d'étude sur le ru de Berne (source : Rapport de la phase DIAGNOSTIC et ESQUISSE – BIEF CARICAIE, 2020)



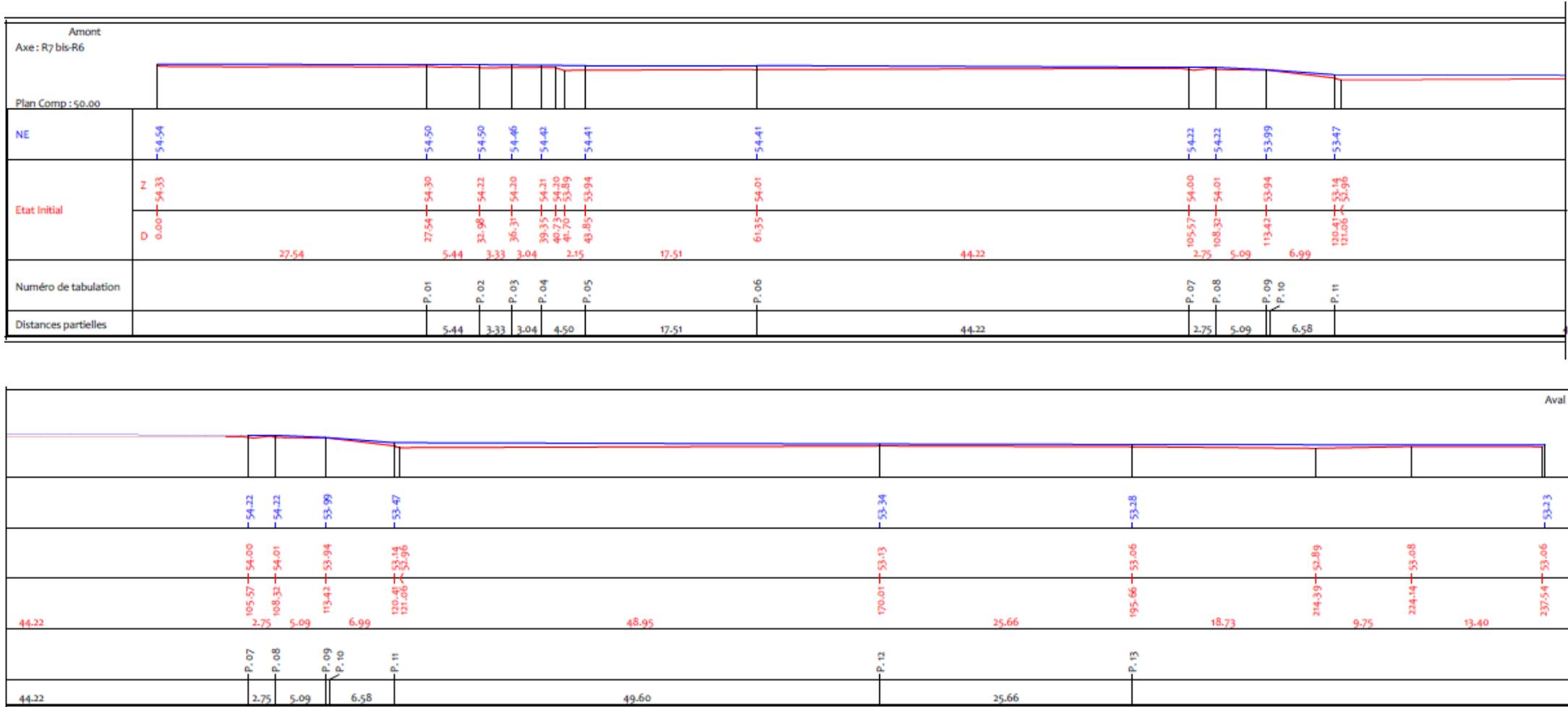








ANNEXE 19: Profils en long du tronçon R7 bis-R6 (source : Rapport de la phase DIAGNOSTIC et ESQUISSE – BIEF CARICAIE, 2020)



**ANNEXE 20: Photos et plans de l'ouvrage E4 (source : Rapport de la phase DIAGNOSTIC et ESQUISSE – BIEF CARICAIE, 2020)**



Figure 105 : Photographies de l'ouvrage E4. Gauche : vue de dessus, batardeau et intérieur embâclé/envasé du moine. Droite : vue de la sortie à l'aval du moine, vers le Ru de Berne. (Caricaie, 17-04-2020).

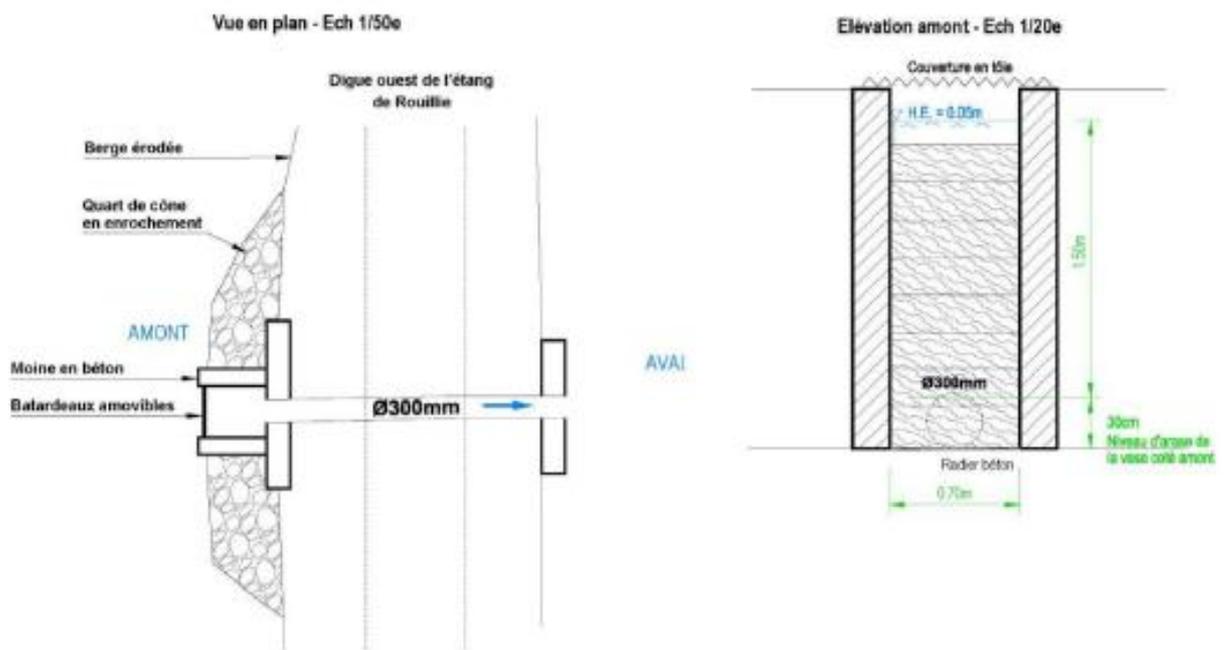


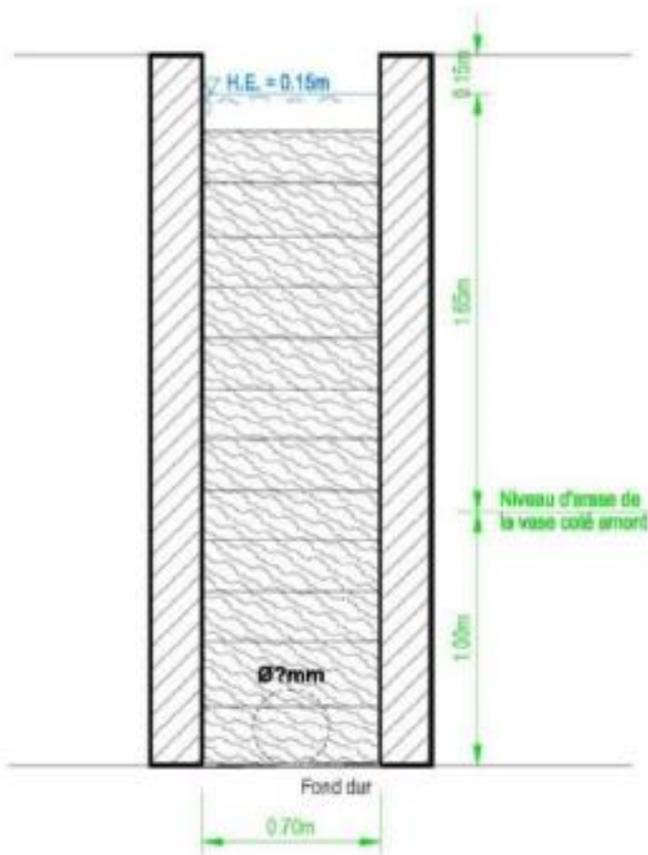
Figure 106 : Plans de l'ouvrage d'après les relevés de SCE (Source : SCE, 2012).

**ANNEXE 21: Photos et plans de l'ouvrage E6 (source : Rapport de la phase DIAGNOSTIC et ESQUISSE – BIEF CARICAIE, 2020)**



Figure 110 : Photographies de l'ouvrage E6. Gauche : vue de l'ouvrage à l'amont. Droite : vue de la sortie de l'ouvrage à l'aval. (Carçale, 17-04-2020).

**Élévation sur le point 1 en amont - Ech 1/20e**



**Vue en plan amont - Ech 1/20e**

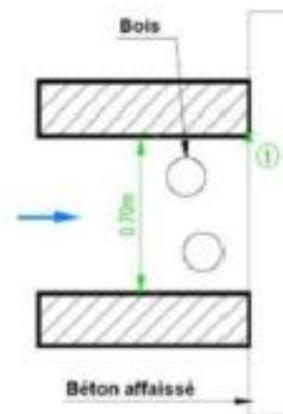


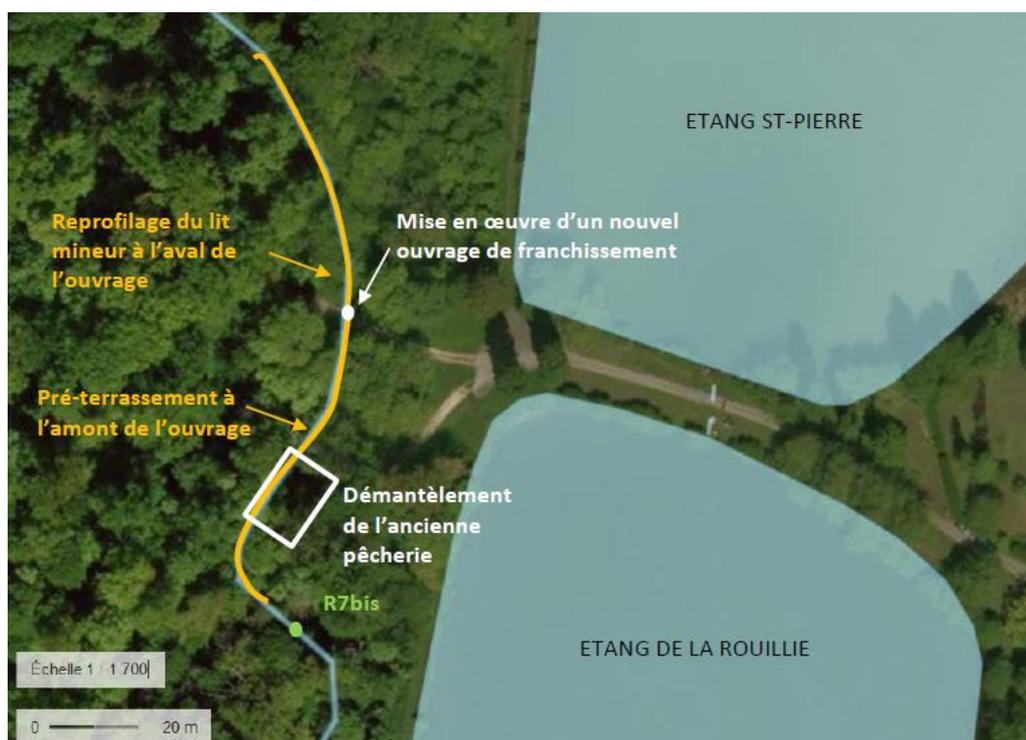
Figure 111 : Plans issus des relevés réalisés par SCE en 2011.

**ANNEXE 22: Schématisation des propositions d'aménagement n°1 & 2 du ru de Berne (source : BIEF-CARICAIE)**

Scénario 1 : Remise en eau du lit original de R7 bis à l'aval de R6 sur 190 ml et abandon du tronçon rectifié au droit de l'ouvrage. Ce scénario implique la réalisation d'un nouvel ouvrage de franchissement en parallèle de celui existant, situé sur le tracé du lit original. Schématiquement, ce scénario est présenté ci-dessous :



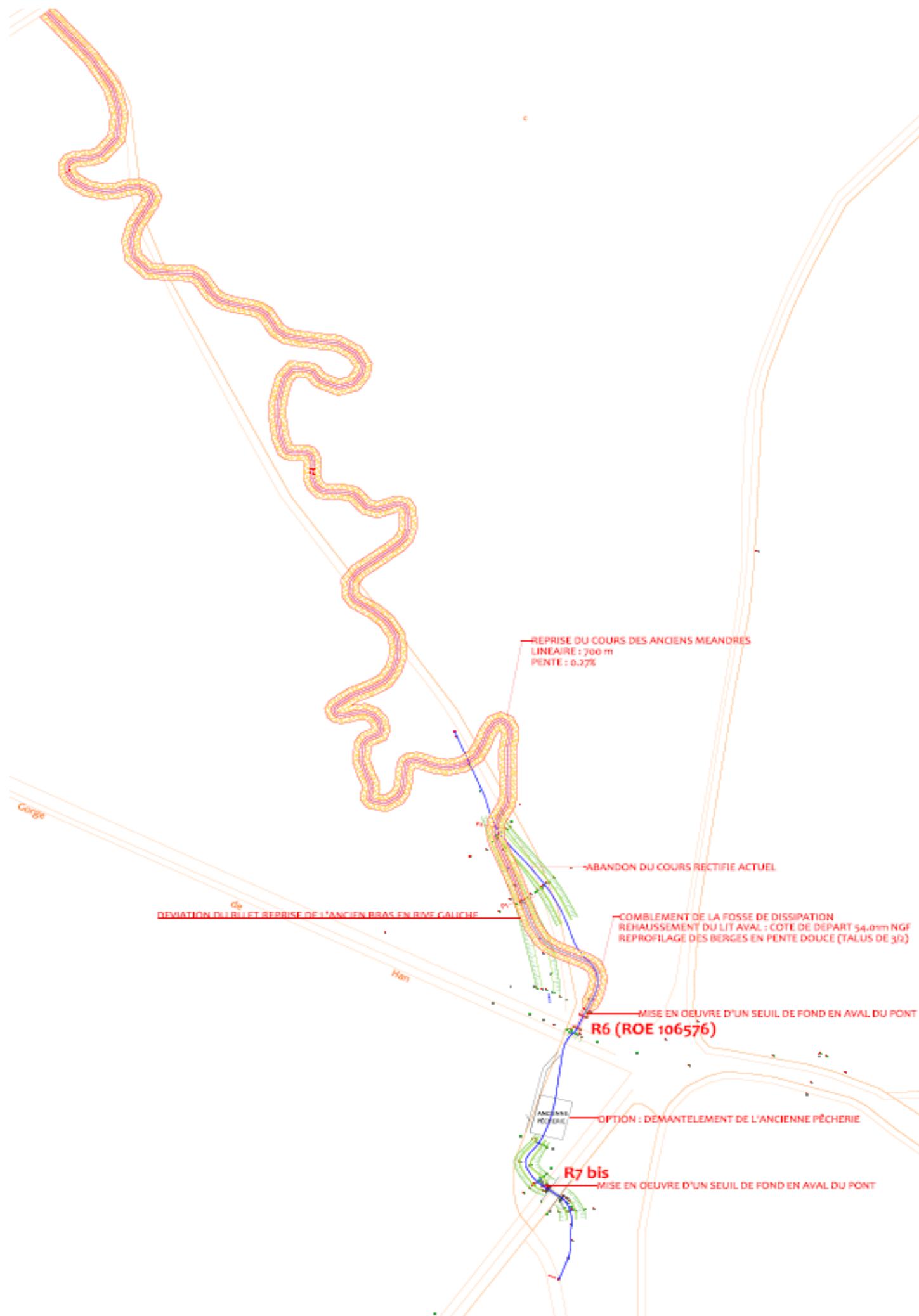
Scénario 2 : Démantèlement et remplacement de l'ouvrage ROE 106 576, reprofilage du lit entre R7 bis et l'aval de R6 à une pente de 0.5%, sur 190 ml :

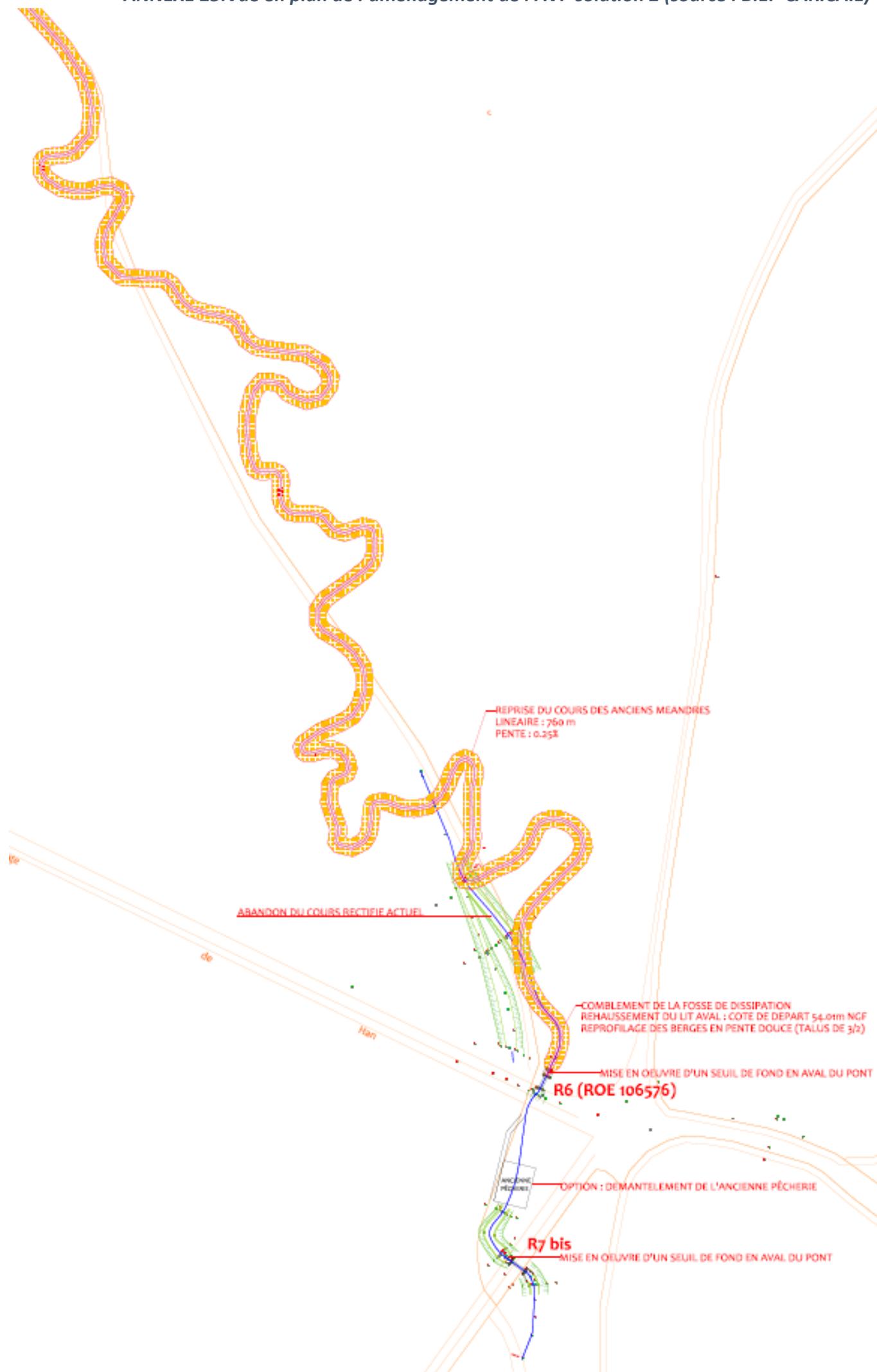


**ANNEXE 23:Tableau rassemblant les détails permettant la comparaison et le choix entre le scénario 3 & 4**

<b>Critères</b>	<b>Scénario 3</b>	<b>Scénario 4</b>
<b>Incidences hydrauliques et hydrologiques</b>	Incidences positives sur les conditions hydrauliques en étiage et en crue, sur le tracé du lit mineur réadapté au lit naturel. Incidence positive sur les berges qui seront reprofilées en pente douce, permettant une reconnexion avec la ripisylve	
<b>Continuité écologique</b>	-Rétablissement de la franchissabilité piscicole (S3 : Création d'un bras franchissable par toutes les espèces ; S4 : Effacement de la chute infranchissable) -Rétablissement partiel du transit sédimentaire mais les aménagements constitueront tout de même des points durs dans le cours d'eau réduisant les processus naturels d'érosion.	
<b>Enjeux patrimoniaux</b>	-Reprise du tracé naturel et des anciens méandres ; -Possibles problèmes d'intégration paysagère due à la mise en place d'un nouvel ouvrage. - Pêcherie partiellement impactée ; -Espèces patrimoniales entre R7bis et R6 fortement impactées.	-Reprise du tracé naturel et des anciens méandres ; Ponceau conservé et restauré permettant son intégration paysagère.
<b>Prix estimé</b>	S3 : 180 800€ HT S4 : 148 700€ HT Le critère du prix n'est à priori pas décisif pour le choix du scénario. L'AESN, notre principal financeur ayant appuyé le développement d'un scénario ambitieux	
<b>Facilité de réalisation</b>	Ce scénario présente l'avantage de pouvoir effectuer les travaux à sec ce qui facilitera sans aucun doute les travaux.	Ce scénario est plus complexe à mettre en œuvre car il faudra assurer la continuité des écoulements.

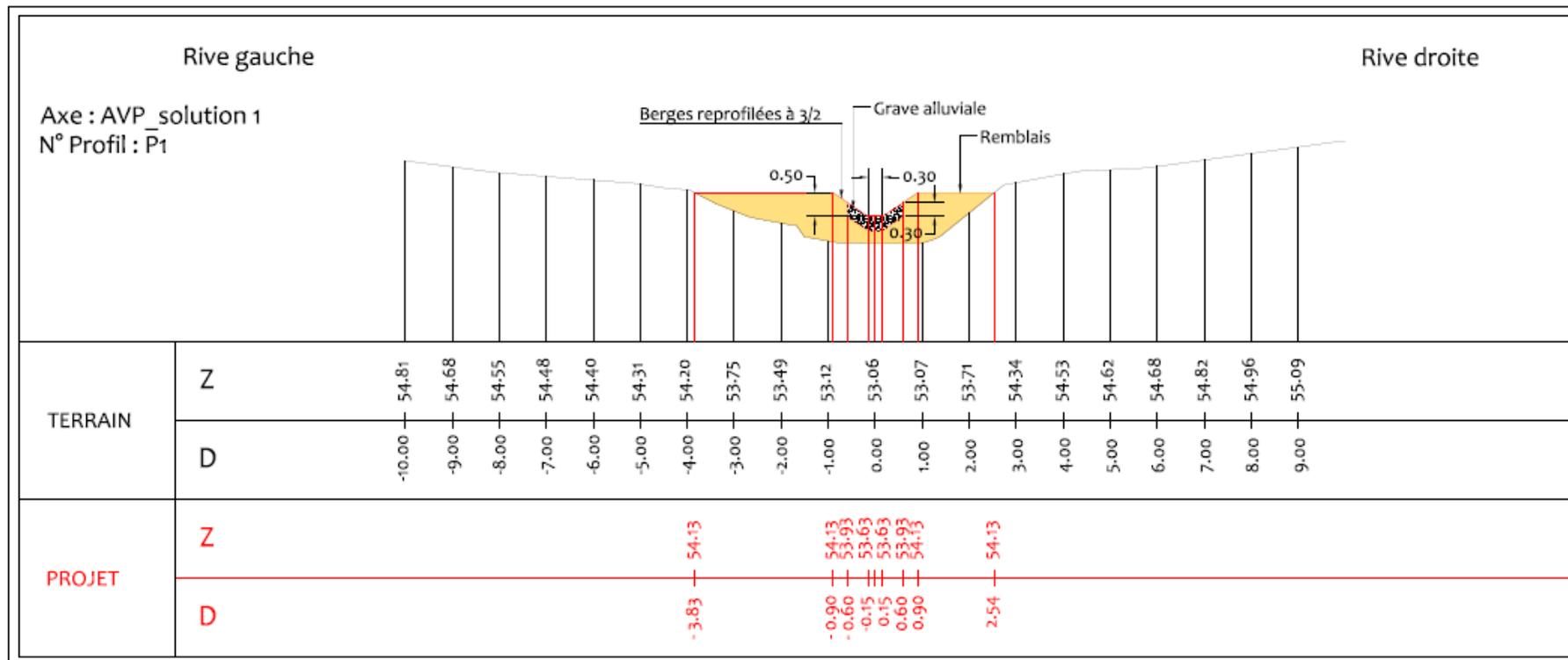
ANNEXE 24: Vue en plan de l'aménagement de l'AVP solution 1 (source : BIEF-CARICAIE)



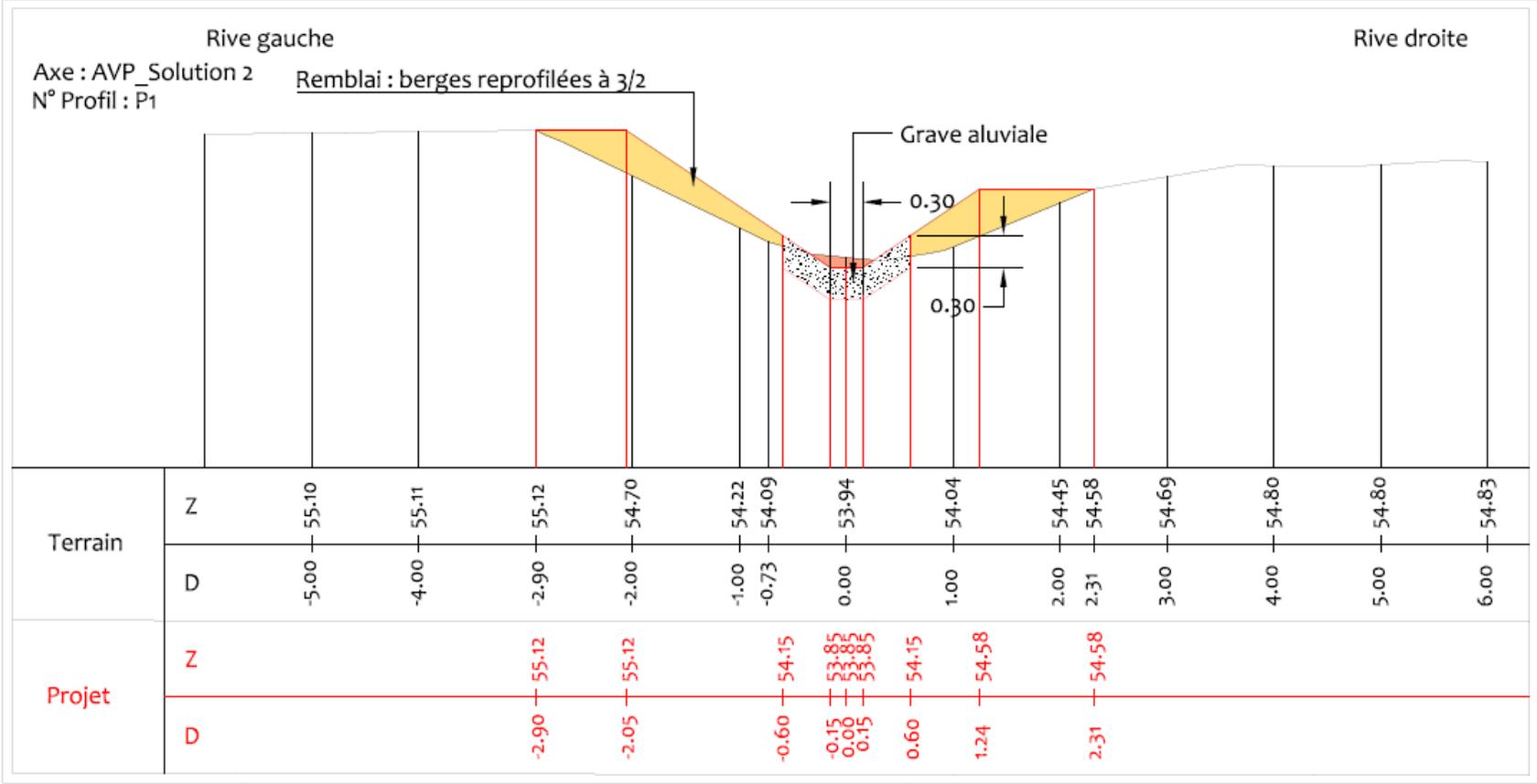


ANNEXE 26: Profils en travers des futurs aménagements (source : BIEF-CARICAIE)

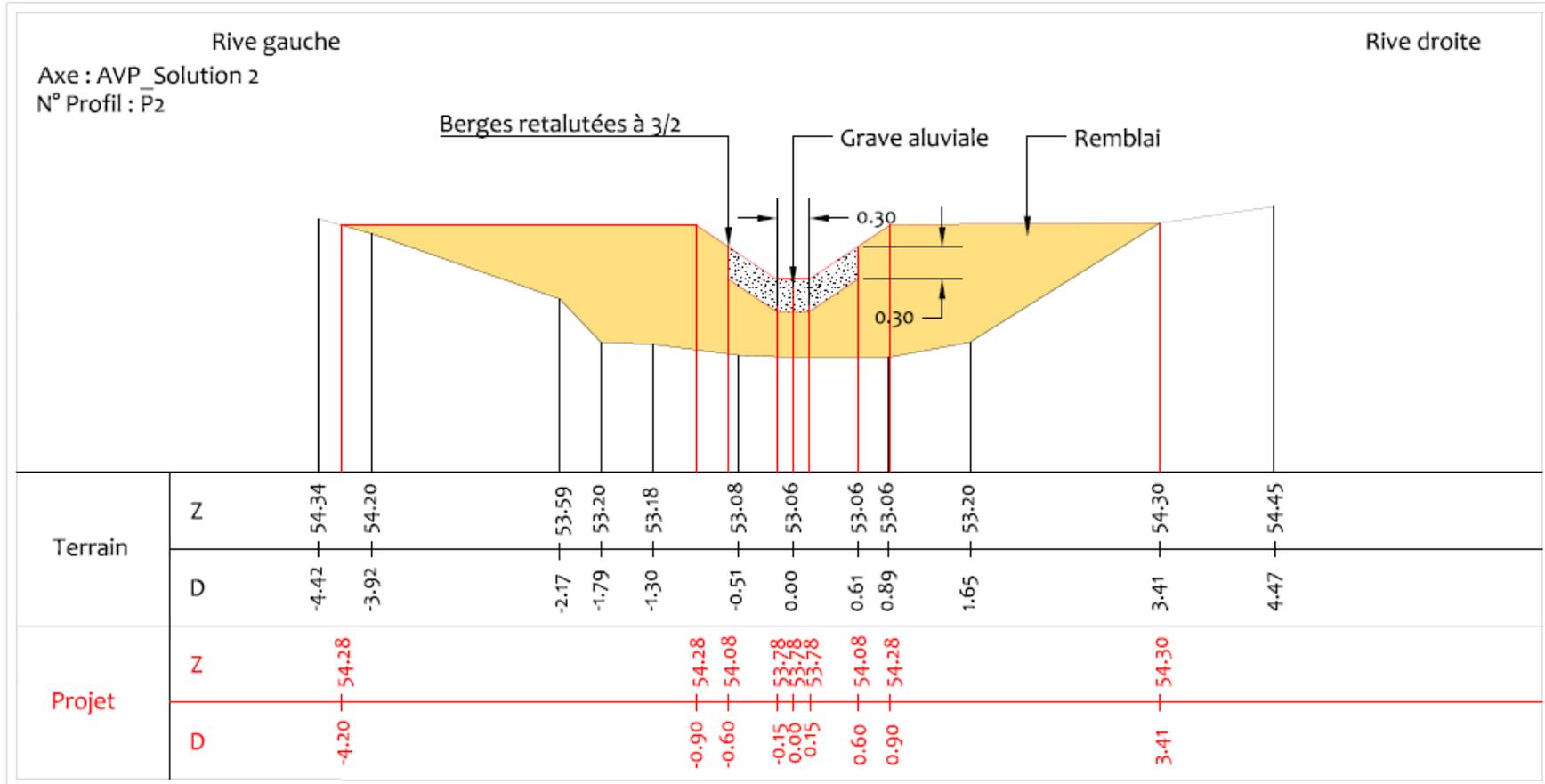
Aménagement scénario 1 au niveau de l'ancien bras gauche



Aménagement scénario 2 au niveau de l'ancien gauche



Aménagement scénario 2 au niveau de l'ancien bras gauche plus en aval



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

**Diplôme(s)** INGENIEUR

**Spécialité** Hydrosystèmes

**Auteur** DUFFROY Julia

**Année**

2020

**Titre**

Planification et mise en œuvre d'une étude pour restaurer la continuité écologique sur le ru de Berne.

**Nombre de pages** 54 annexes 31

**Nombre de références bibliographiques** 20

Structure d'accueil

*Office National des Forêts / Compiègne/ Oise*

**Maître de stage** COLAS MATUSKA Sarah/ JAMINON Jérôme/ DESCHAMPS Sébastien

**Résumé**

L'Office National des Forêts étant le gestionnaire des forêts de l'Etat, il intervient dans l'ensemble des projets environnementaux du domaine forestier. Ainsi, l'ONF est confronté à la restauration de la continuité écologique sur les rus forestiers. Ce travail de fin d'étude présente la mise en œuvre d'une étude de restauration de continuité écologique d'un ouvrage référencé obstacle à l'écoulement. A travers l'exposé de la démarche de gestion de projet employée, ce travail mobilise un ensemble de compétences du génie écologique et présente une vision globale d'une démarche de travaux de plusieurs années.

**Mots-clés**

Hydrosystème, rus, ponceaux, continuité écologique, gestion de projet