



HAL
open science

Étude pour le rétablissement de la continuité écologique sur le Giessen et la Lièpvrette aval

Antoine Meyer

► **To cite this version:**

Antoine Meyer. Étude pour le rétablissement de la continuité écologique sur le Giessen et la Lièpvrette aval. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2019. dumas-03550810

HAL Id: dumas-03550810

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03550810v1>

Submitted on 1 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.

ECOLE NATIONALE DU GENIE DE
L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
DE STRASBOURG



BUREAU D'ETUDES
SINBIO



Étude pour le rétablissement de la continuité écologique sur le Giessen et la Lièpvrette aval



**Mémoire présenté pour l'obtention du Diplôme
« Ingénieur diplômé de l'ENGEES »**

Octobre 2019

Antoine Meyer
Formation Ingénieur Par Apprentissage
Voie d'approfondissement « Hydrosystèmes de surface »

Promotion Grand Lyon 2016-2019

Remerciements

Je souhaite tout d'abord remercier mes collègues Anne Watteaux et Fabien Kamber, chargés d'étude, de m'avoir accompagné dans ce travail, répondu à mes questions et apporté leurs expériences en termes de gestion de projets et d'appuis techniques pour le dimensionnement des aménagements.

Je remercie également Paul-Victor Blondy, chargé d'études, pour avoir pris le temps de répondre à mes questions en hydraulique à surface libre. Je tiens également à remercier mes collègues Mathilde Goetsch, Ludivine Bouchet, Stéphanie Val et Nathalie Heyne. Je remercie Clémence Marcarini pour m'avoir orienté sur la phase réglementaire de la maîtrise d'œuvre.

Je voudrais aussi remercier mon maître d'apprentissage Grégoire Jost, ainsi que mon enseignant référent à l'ENGEES, Jean-Nicolas Beisel, pour leur suivi tout au long de mon apprentissage.

Je remercie également ma famille et mes proches pour leur soutien.

Résumé

À cheval entre le Bas-Rhin et le Haut-Rhin, le Giessen et la Lièpvrette sont des rivières dont les tracés sont fortement impactés par les activités humaines. Leur bassin-versant possède 378 obstacles à l'écoulement, dont 74 infranchissables. Depuis 2016, le Syndicat Des Eaux Alsace-Moselle (SDEA) a la compétence GEMAPI sur le territoire de la Communauté de Communes de Sélestat. Et en tant que maître d'ouvrage, le SDEA porte un programme d'actions pour le rétablissement de la continuité écologique sur 14 seuils présents sur le Giessen et la Lièpvrette et la renaturation du secteur du Giessenwald à Sélestat.

Le bureau d'études Sinbio a été retenu pour la réalisation de la maîtrise d'œuvre, de la phase d'étude avant-projet jusqu'à la réception des travaux. La mission est divisée en deux phases techniques. La première phase comprend l'aménagement de cinq seuils, ainsi que la renaturation du Giessenwald. La seconde phase concerne l'aménagement de neuf seuils.

Ce travail de fin d'études s'est consacré à la phase technique 1. L'ensemble des dimensionnements et propositions d'aménagements réalisés durant l'étude ont été validés par l'Agence Française pour la Biodiversité et le Comité de Pilotage. À la suite de la phase d'étude, deux aménagements d'ouvrages, ainsi qu'une partie du projet de renaturation du Giessenwald ont été priorisés par le SDEA, afin que les travaux soient réalisés fin 2019. Ainsi, un dossier réglementaire soumis à Déclaration au Titre du Code de l'Environnement et la rédaction des pièces techniques du dossier de consultation des entreprises ont été réalisés en parallèle.

Abstract

Straddling the Bas-Rhin and the Haut-Rhin, the Giessen and the Liepvrette rivers are heavily impacted by human activities. Their watershed has 378 impediments to flow including 74 which are impassable. Since 2016 the Alsace-Moselle Water Union gets the competence GEMAPI on the territory of the Community of Communes of Selestat. And as project manager the Alsace- Moselle Water Union carries out a program of actions for the restoration of the ecological continuity on 14 thresholds present on Giessen and Liepvrette and the renaturation of the sector of Giessenwald in Selestat.

Sinbio design office was selected for the implementation of the project management from the preliminary design phase to the site monitoring. The mission is divided into two technical phases. The first phase consists in physical work planning for five thresholds and the renaturation of the Giessenwald. The second phase relates to the physical work planning of nine thresholds.

This graduation work focuses on the technical phase 1. All the dimensioning calculations and development proposals were validated by the French Agency for Biodiversity and the Steering Committee. Subsequently, two development projects and a part of the project of renaturation of the Giessenwald were prioritized by the Alsace-Moselle Water Union, so that the works are realized by the end of 2019. Thus, a regulatory file submitted to Declaration under the Code of the Environment and the drafting of the tender documents were carried out in parallel.

Liste des figures

Figure 1 : Territoire de la Communauté de Communes de Sélestat (CCS) - Source : SDEA.....	19
Figure 2 : Localisation des 14 ouvrages et du Giessenwald	20
Figure 3 : Vues sur l'ouvrage G01 depuis l'aval (à gauche) et depuis l'amont (à droite).....	31
Figure 4 : Rampe en enrochements régulièrement répartis à la Combe de Lancey (38) (source : ARRA, 2015).....	32
Figure 5 : Vues sur l'ouvrage G02 depuis la rive droite (à gauche) et depuis la rive gauche (à droite).....	32
Figure 6 : Vues sur l'ouvrage G03 depuis la rive gauche (à gauche) et depuis l'amont (à droite).....	33
Figure 7 : Identifications des difficultés de franchissement de l'ouvrage G03	34
Figure 8 : Vues sur l'ouvrage L01 (à gauche) et depuis l'amont (à droite)	36
Figure 9 : Vue sur le pylône électrique faisant obstacle à l'écoulement	38
Figure 10 : Vue sur l'ouvrage L02 et la prise du Muhlbach	38
Figure 11 : Vues sur le Giessen au Giessenwald et ses atterrissements.....	39
Figure 12 : Vues sur les annexes du Giessenwald en rive droite du Giessen	40
Figure 13 : Vue sur le MNT au niveau du Giessenwald	40
Figure 14 : Vues sur la zone d'érosion de la digue	41
Figure 15 : Vue aérienne du site	41
Figure 16 : Résultats des vitesses maximales dans les jets (m/s)	45
Figure 17 : Localisation de l'ouvrage G03	53
Figure 18 : Vue aérienne du secteur en amont de l'ouvrage G03 (source : Géoportail) et cartographie des fuseaux de mobilité fonctionnel et théorique sur le secteur (source : SAGE Giessen-Lièpvrette)	54
Figure 19 : Résultats issus de Cassiopé pour 2,5 X le module.....	55
Figure 20 : Localisation des aménagements projetés.....	63
Figure 21: Carte des moyennes eaux de la nappe phréatique (Mai 2009) – Source APRONA	65
Figure 22 : Localisation du chemin BIS.....	70
Figure 23 : Localisation du site Natura 2000 par rapport à l'ouvrage G01	76

Liste des tableaux

Tableau 1: Organisation initiale en tranches de l'ensemble des travaux	21
Tableau 2 : Planning initial de la mission de maîtrise d'œuvre pour la phase technique 1 (PT1)	25
Tableau 3 : Planning initial de la mission de maîtrise d'œuvre pour la phase technique 2 (PT2)	25
Tableau 4 : Débits caractéristiques à la station du Giessen à Sélestat	29
Tableau 5 : Débits à la station du Giessen à Sélestat (hydro.eaufrance.fr, 2019).....	29
Tableau 6 : Estimation des débits caractéristiques.....	30
Tableau 7 : Débits à la station de la Lièpvrette à Lièpvre (hydro.eaufrance.fr, 2019)	30
Tableau 8 : Caractéristiques de l'ouvrage G01.....	31
Tableau 9 : Caractéristiques de l'ouvrage G02.....	33
Tableau 10 : caractéristiques de l'ouvrage G03	34
Tableau 11 : Caractéristiques de l'ouvrage L01	37
Tableau 12 : Caractéristiques de l'ouvrage L02	38
Tableau 13 : critères hydrauliques à respecter selon les groupes d'espèces pour les enrochements régulièrement répartis – Source Guide pour la conception des passes « naturelles ».....	44
Tableau 14 : Caractéristiques de la rampe de l'étiage à 2,5 fois le module	46
Tableau 15 : Franchissabilité pour les petites espèces par tranche d'écoulement en fonction du débit	46
Tableau 16 : Caractéristiques des blocs isolés	47
Tableau 17 : Limites de la stabilité des blocs du fond de la rampe	48
Tableau 18 : Niveau d'eau amont en fonction des débits caractéristiques.....	49
Tableau 19 : Caractéristiques de l'écoulement au niveau de l'échancrure	52
Tableau 20 : Etude de la stabilité des enrochements	56
Tableau 21 : Etude des dénivelés d'eau en fonction des débits caractéristiques	57
Tableau 22 : Etude des dénivelés d'eau en fonction des débits caractéristiques	59
Tableau 23 : Etude du niveau d'eau en fonction du débit	60
Tableau 24 : Dimensionnement des buses en fonction du débit d'alimentation.....	61
Tableau 25 : Ouverture de la vanne en fonction des niveaux d'eau en amont de l'ouvrage de régulation de manière à garantir un débit d'alimentation de 600 l/s	61
Tableau 26 : Débit d'alimentation du chenal vanne ouverte	62
Tableau 27 : Etude des contraintes érosives pour une pente de 5 %.....	64
Tableau 28 : Etude des contraintes érosives pour une pente de 3 %.....	64
Tableau 29 : Diamètre moyen des blocs pour une pente de 5 %	64
Tableau 30 : Diamètre moyen des blocs pour une pente de 3 %	64
Tableau 31 : Temps de remplissage de l'annexe D en fonction du débit d'alimentation.....	65
Tableau 32 : Etude des forces tractrices	65

Tableau 33 : Dimensions du caniveau en fonction du débit d'alimentation	66
Tableau 34 : Dimensions du caniveau en fonction du débit d'alimentation	66
Tableau 35 : Dimensions des caniveaux en fonction du débit d'alimentation	67
Tableau 36 : Etude des niveaux d'eau en fonction des débits caractéristiques	67
Tableau 37 : Temps de remplissage de zone sur-inondée en fonction du débit d'alimentation maximal	68
Tableau 38 : Temps d'infiltration de la zone de surinondation en fonction du type de sols ..	68
Tableau 39 : Détails des volumes de déblais (issus de la modélisation sur Mensura)	69

Liste des abréviations/ Glossaire

Sigles :

ACT : Assistance à contrats de travaux

AE : Acte d'engagement

AFB : Agence Française pour la Biodiversité

AOR : Assistance aux opérations de réception

AVP : Avant-projet

ASR : Association Saumon Rhin

BPU : Bordereau des Prix Unitaires

CAO : Commission d'appel d'offre

CCAP : Cahier des clauses administratives particulières

CCTP : Cahier des clauses techniques particulières

CCS : Communauté de Communes de Sélestat

COFIL : Comité de pilotage

DCE : Dossier de consultation des entreprises

DDT : Direction Départementale des Territoires

DQE : Détail quantitatif-estimatif

DR : Dossier réglementaire

EP : Etude préalable

FA : Face arrondie

FP : Face plate

GEMAPI : Gestion des milieux aquatiques et la prévention des inondations

GRDF : Gaz réseau distribution France

LEMA : Loi sur l'eau et les milieux aquatiques

MC : Mission complémentaire

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

PRO : Projet

SAGE : Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux

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

SDEA : Syndicat des Eaux et de l'Assainissement Alsace-Moselle

RC : Règlement de consultation

ROE : Référentiel des Obstacles à l'Écoulement

SFR : Société française du radiotéléphone

ZNIEFF : Zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique

Définitions :

Bassin-versant : aire de collecte limitée par le contour à l'intérieur duquel se rassemblent les eaux précipitées qui s'écoulent en surface et en souterrain vers un exutoire.

Cône de déjection : un amas de sédiments, le plus souvent de forme conique, déposé à une rupture de pente concave du lit d'un torrent, au débouché d'un talweg pentu dans une vallée.

Embâcle : phénomène d'accumulation de matériaux emportés par le courant (végétation, rochers, bois, etc.) dans le lit mineur.

Obstacle à l'écoulement : un ouvrage lié à l'eau qui est à l'origine d'une modification de l'écoulement des eaux de surface.

Seuil : ouvrage fixe ou mobile barrant tout ou partie du lit mineur d'un cours d'eau.

Transport solide : Transport de sédiment (sables, argiles, limons, ...) dans les cours d'eau pouvant s'effectuer soit par suspension dans l'eau, soit par déplacement sur le fond du lit du fait des forces liées au courant.

Sommaire

RESUME.....	4
ABSTRACT	5
LISTE DES FIGURES.....	6
LISTE DES TABLEAUX.....	7
LISTE DES ABREVIATIONS/ GLOSSAIRE.....	8
INTRODUCTION.....	13
1. CONTEXTE DE L'ETUDE	15
1.1. BASSIN-VERSANT DU GIESSEN ET DE LA LIEPVRETTE.....	15
1.2. CONTEXTE REGLEMENTAIRE.....	16
1.2.1. Généralités.....	16
1.2.2. Le SDAGE Rhin-Meuse	17
1.2.3. Le SAGE Giessen Liepvrette.....	17
1.3. PRESENTATION DE LA MISSION	18
1.3.1. Contexte et objectifs.....	18
1.3.2. Localisation de l'étude.....	19
1.3.3. Organisation et méthodologie de la mission.....	21
1.3.4. Travaux réalisés dans le cadre du TFE	25
1.3.5. Planning de l'étude.....	25
1.3.6. Données reçues	26
1.3.7. Phases préliminaires	26
1.3.8. Logiciel et outils utilisés	26
1.3.9. Espèces ciblées	27
2. ETAT DES LIEUX ET DIAGNOSTIC	29
2.1. HYDROLOGIE SUR LA ZONE D'ETUDE	29
2.2. PRESENTATION DES OUVRAGES ET DIAGNOSTICS	30
2.2.1. Ouvrage G01.....	30
2.2.2. Ouvrage G02 – Pont SNCF route Sélestat-Scherwiller	32
2.2.3. Ouvrage G03.....	33
2.2.4. Ouvrages L01-L02 – Alimentation du Muehlbach.....	36
2.2.5. Secteur du Giessenwald	38

3. OPERATIONS PROJETEES	43
3.1. OUVRAGE G01	43
3.1.1. Dimensionnement de la rampe.....	43
3.1.2. Influence hydraulique	49
3.1.3. Opérations projetées	49
3.2. OUVRAGE G02.....	51
3.2.1. Opérations projetées	51
3.2.2. Fonctionnement en fonction des débits du Giessen	51
3.3. OUVRAGE G03.....	52
3.3.1. Scenario d'abaissement de la crête (scénario 1).....	52
Fonctionnement en fonction des débits du Giessen	53
3.3.2. Scenario d'effacement de l'ouvrage	53
3.4. OUVRAGES L01 ET L02.....	54
3.4.1. Dimensionnement L01 : scénario 1	55
3.4.2. Dimensionnement L01 : scénario 2	58
3.5. SECTEUR GIESSENWALD	59
3.5.1. Diversification du Giessen	59
3.5.2. Annexes du Giessenwald.....	60
3.5.3. Protection en rive droite de la digue	70
4. PHASE REGLEMENTAIRE.....	73
4.1. INCIDENCES DURANT LES TRAVAUX.....	73
4.1.1. Impacts des travaux sur la qualité des eaux superficielles.....	73
4.1.2. Incidences sur les habitats naturels, sur la faune et la flore	73
4.2. INCIDENCES APRES LES TRAVAUX.....	74
4.2.1. Incidences du projet sur le milieu aquatique.....	74
4.2.2. Incidences du projet sur l'écoulement	74
4.2.3. Incidences du projet sur le niveau et la qualité des eaux, y compris de ruissellement	75
4.3. INCIDENCES SUR LES ZONES NATURA 2000 ET LES ZNIEFF.....	75
4.3.1. Incidence sur les zones Natura 2000	75
4.3.2. Incidence sur les zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF)	76
4.4. NOTICE D'INCIDENCE NATURA 2000	76
5. DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES	79

CONCLUSION.....	81
BIBLIOGRAPHIE.....	83
ANNEXES.....	85

Introduction

En France, la majorité des rivières ont été maîtrisées par l'Homme grâce à l'installation d'ouvrages transversaux sur les cours d'eau. Ces installations ont eu divers usages comme l'irrigation, la pisciculture, la stabilisation du lit et l'hydroélectricité (Malavoi, 2003). Ces aménagements ont des impacts sur le milieu aquatique tels que : l'augmentation des durées et des fréquences de débordement, la modification des relations nappe/ rivière, le réchauffement de l'eau en été, le blocage des processus d'érosion latérale, le blocage de la dynamique fluviale, le piégeage des sédiments fins et grossiers et la diminution de la franchissabilité piscicole (Malavoi et Salgues, 2010). La politique actuelle oriente vers une multiplication des efforts, afin de décroiser les cours d'eau.

En 2000, la notion de continuité écologique a été introduite par la Directive Cadre sur l'Eau. Elle se définit comme la libre circulation des organismes vivants et leurs accès aux zones indispensables à leur reproduction, leur croissance, leur alimentation ou leur abri, le bon déroulement du transport naturel des sédiments ainsi que le bon fonctionnement des réservoirs biologiques (ONEMA, 2010). D'après le Référentiel national des Obstacles à l'Écoulement, en 2010, la France comptait 70 000 ouvrages (barrages, écluses, seuils, moulins) sur les cours d'eau faisant potentiellement obstacle à la continuité écologique. Plus de la moitié n'a plus d'usage avéré (ONEMA, 2010). Le projet d'étude se situe sur le bassin-versant du Giessen et de la Lièpvrette, situé à la fois sur le ban du Bas-Rhin et le ban du Haut-Rhin. Il possède 378 ouvrages, dont 74 infranchissables (Conseil Départemental du Bas-Rhin, 2012).

Dans le cadre de mesures compensatoires à la création des digues de Sélestat d'une part, et afin de répondre aux objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau d'autre part, le SDEA en tant que maître d'ouvrage, porte le programme d'actions pour le rétablissement de la continuité écologique sur 14 seuils présents sur le Giessen et la Lièpvrette aval sur le territoire de la Communauté de Communes de Sélestat depuis 2016. L'étude concerne ainsi le Giessen depuis la prise d'eau de l'Aubach située sur les communes de Châtenois et Scherwiller jusqu'à sa confluence avec l'Ill à Ebersheim, et la Lièpvrette depuis les communes La Vancelle/Lièpvre jusqu'à sa confluence avec le Giessen. Une opération parallèle consiste à restaurer la rive droite du Giessen dans le secteur du Giessenwald à Sélestat, en restaurant des annexes existantes et en créant de nouvelles, pour favoriser l'attractivité du site pour les batraciens. Des opérations de diversification des écoulements dans le lit du Giessen au Giessenwald, un secteur fortement homogène, sont également projetées. Une étude de diversification au droit du Giessenwald s'étend plus en aval de la voie ferrée afin d'intégrer les phénomènes d'érosion du pied de digue en rive droite.

Le bureau d'études Sinbio est chargé de la maîtrise d'œuvre de l'ensemble des opérations. Le présent travail correspond à la mission de maîtrise d'œuvre menée par le bureau d'études Sinbio comprenant les phases d'avant-projet (AVP), de projet (PRO), réglementaires (DR) et d'assistance pour la passation de contrats de travaux (ACT), la direction de l'exécution des travaux et l'assistance aux opérations de réception.

1. Contexte de l'étude

1.1. Bassin-versant du Giessen et de la Lièpvrette

Le bassin-versant du Giessen est situé à la fois sur le département du Bas-Rhin et du Haut-Rhin, et présente une superficie de 279 km². Le Giessen fait 36 km de long, il est formé du ruisseau Giessen d'Urbeis et du ruisseau Giessen de Steige. Ces derniers prennent leurs sources sur les flancs du Climont dans le massif des Vosges qui se situent à environ 700 m d'altitude. Ces deux ruisseaux confluent à Villé, où parviennent les affluents Erlenbach et Luttenbach (Conseil Départemental du Bas-Rhin, 2012). Le Giessen conflue avec l'Ill à Ebersmunster.

La Liepvrette draine un sous-bassin-versant de 130 km². Elle se situe en majeure partie dans le Haut-Rhin. Cette rivière est le principal affluent du Giessen. Les deux cours d'eau confluent à Châtenois.

Les recherches de L. Schmitt ont permis l'élaboration d'un classement hydro-géomorphologique fonctionnel « naturel » des rivières d'Alsace, suite à l'analyse d'un jeu de données de 187 sites et 31 variables (Schmitt, 2001). Le Giessen peut être classé en deux types hydro-géomorphologiques distincts (FLUVIAL.IS, 2010) :

- Des deux sources à la confluence entre le Giessen d'Urbeis et le Giessen de Steige à leur confluence à l'aval de Villé, la typologie des cours d'eau alsaciens classe le Giessen dans la catégorie « Cours d'eau alluviaux intramontagnard à énergie élevée et à dynamique limitée des Vosges cristallines et des Hautes Vosges gréseuses ». La Liepvrette est classée dans cette catégorie de sa source à l'aval de Sainte-Marie-aux-Mines (Haut-Rhin).
- De l'aval de Villé jusqu'à l'Ill, le Giessen est classé dans la catégorie « Cours d'eau alluvial du Piémont des Vosges cristallines à dynamique très active ». La Liepvrette est classée dans cette catégorie de l'aval de Sainte-Marie-Aux-Mines à la confluence avec le Giessen (Schmitt, 2001).

Le bassin versant du Giessen et de la Lièpvrette est en majeure partie composé d'espaces forestiers et semi-naturels (cf. figure 1). Il possède un cône de déjection essentiellement composé de galets d'origine « pré-triasiques » (250 millions d'années) (BRGM). Ces matériaux sont très perméables. C'est pourquoi en période d'étiage, les baisses de niveau d'eau sont très importantes. Durant cette période, le cours d'eau se retrouve régulièrement en assec. En effet, le Giessen en aval de la confluence avec la Lièpvrette est caractérisé par des infiltrations en nappe au niveau du cône de déjection de la rivière à son débouché dans la plaine d'Alsace. (Conseil Départemental du Bas-Rhin, 2012).

Dès la fin du 19^{ème} siècle, le Giessen a été fortement aménagé. Des épis sont situés en lit majeur et des seuils en lit mineur. Ces aménagements limitent la divagation du cours d'eau, jusqu'à la traversée de Sélestat où des digues ont été construites pour assurer la protection de la ville contre les inondations.

1.2. Contexte réglementaire

1.2.1. Généralités

Le Giessen et la Lièpvrette, avant la Loi sur l'Eau et les milieux aquatiques (LEMA) du 30/12/2006, étaient classés cours d'eau migrateurs par la Loi Pêche (anciennement L.432-6 du code de l'environnement) et bénéficiaient d'un arrêté « espèces ». La LEMA, qui transcrit la DCE, a réaffirmé la nécessité de restaurer la continuité écologique en prévoyant la révision de ces classements.

Ainsi, l'article L.214-17 du Code de l'environnement prévoit 2 types de classement. Les cours d'eau sont classés en deux listes :

Liste 1

Cette liste comprend les cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux parmi ceux qui sont en très bon état écologique ou identifiés par les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux comme jouant le rôle de réservoir biologique nécessaire au maintien ou à l'atteinte du bon état écologique des cours d'eau d'un bassin-versant ou dans lesquels une protection complète des poissons migrateurs vivant alternativement en eau douce et en eau salée est nécessaire, sur lesquels aucune autorisation ou concession ne peut être accordée pour la construction de nouveaux ouvrages s'ils constituent un obstacle à la continuité écologique.

Liste 2

Cette liste comprend les cours d'eau, parties de cours d'eau ou canaux dans lesquels il est nécessaire d'assurer le transport suffisant des sédiments et la circulation des poissons migrateurs. Tout ouvrage doit y être géré, entretenu et équipé selon les règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant.

Le Giessen et la Lièpvrette ont été classés sur les listes 1 et 2 par arrêté du Préfet de bassin daté du 28/12/2012 fixant les listes des cours d'eau en liste 1 et 2 sur le bassin Rhin-Meuse (la circulation d'application concernant ces classements est pour sa part sortie le 18/01/2013).

Le rétablissement de la continuité écologique sur les cours d'eau du Giessen et de la Lièpvrette répond aux objectifs de bon état des masses d'eau fixés par la Directive Cadre sur l'Eau et par le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) Rhin-Meuse.

1.2.2. Le SDAGE Rhin-Meuse

Le SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) est un instrument de gestion, instauré par la loi sur l'eau du 3 janvier 1992. Il fixe les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau dans le bassin hydrographique et définit les objectifs de quantité et de qualité des eaux, ainsi que les aménagements à réaliser pour les atteindre.

Le projet tient compte des nouvelles recommandations du SDAGE 2016 - 2021, réalisé afin de répondre aux objectifs de la Directive Cadre sur l'Eau.

Le projet répond en partie aux enjeux tels que définis ci-dessous :

- Enjeu 2 : Garantir la bonne qualité de toutes les eaux, tant superficielles que souterraines.
- Enjeu 3 : Retrouver les équilibres écologiques fondamentaux des milieux aquatiques.

Le projet doit être compatible au SDAGE Rhin Meuse et répondre aux différentes orientations.

1.2.3. Le SAGE Giessen Lièpvrette

Les travaux sur le Giessen et la Lièpvrette sont soumis au règlement du Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) Giessen Lièpvrette. Le SAGE est un document de planification qui a une portée réglementaire. Il est imposable aux administrations et aux tiers. Il fixe les enjeux et les objectifs d'une gestion équilibrée de la ressource en eau.

Le SAGE du Giessen et de la Lièpvrette a été approuvé par arrêté préfectoral le 13 avril 2016.

Dans ce document, la priorité est mise sur 3 points :

- L'arrêt de la dégradation du fuseau de mobilité, des zones humides de bordure de cours d'eau, des zones d'expansion de crue,
- La reconquête des surfaces dégradées,
- **La restauration de la franchissabilité sur les deux cours d'eau.**

(Conseil Départemental du Bas-Rhin, 2016)

SAGE a fixé 5 objectifs principaux. C'est l'objectif 1 qui concerne la mission : « Favoriser la gestion équilibrée des milieux aquatiques et humides fonctionnels dans la perspective de l'atteinte de bon état ». Une des dispositions stratégiques de l'objectif 1 est : « Assurer et rétablir la continuité écologique des cours d'eau ».

L'objectif 1 prend en compte le rétablissement de la continuité écologique et sédimentaire des obstacles. Il est stipulé dans le Plan d'Aménagement et de Gestion Durable (PAGD) que le rétablissement de la continuité écologique devra se faire par deux leviers que sont :

- Le respect des nouveaux classements des cours d'eau,

- La mise en œuvre de mesures compensatoires du projet de digues de Sélestat.

Le document informe que l'objectif est un retour du Saumon sur le bassin dès la levée des obstacles à l'aval (Ill et Rhin).

Le document rappelle que la continuité écologique devra être assurée sur les cours d'eau classés en liste 2 définis par l'article L. 214-17 du Code de l'environnement dans un délai de 5 ans, suivant l'approbation du classement par le Préfet, pour les cours d'eau nouvellement classés et un délai immédiat pour les cours d'eau déjà classés.

Le projet intervient dans le cadre de la mise en œuvre des mesures compensatoires des digues de Sélestat. L'objectif est le rétablissement de la continuité écologique sur le Giessen et la Lièpvrette aval avec une visée toutes espèces, tout en respectant les classements des cours d'eau. Ainsi, au vu des éléments cités ci-dessus le projet en cours est concerné par l'objectif 1 et s'inscrit tout à fait dans l'esprit de ce dernier.

1.3. Présentation de la mission

1.3.1. Contexte et objectifs

Suite aux inondations de 1990, la Communauté de Communes de Sélestat (CCS) s'est engagée à mener une réflexion sur la protection de la ville de Sélestat contre les crues du Giessen.

Le 4 décembre 2012 les travaux pour la réalisation de digues de protection contre les crues centennales du Giessen ont été autorisés par arrêté préfectoral. (SDEA, 2018)

La CCS a donc proposé le rétablissement de la continuité écologique sur le linéaire de cours d'eau du Giessen et de la Lièpvrette se trouvant sur son périmètre d'action, ainsi que la réalisation d'une annexe hydraulique au Giessen, dans le but de compenser la mise en œuvre des digues de Sélestat.

Ces propositions sont désormais inscrites dans le cadre des actions en cours ou à venir du Programme d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI) Giessen-Lièpvrette :

- Axe 1 : Amélioration de la connaissance et de la conscience du risque inondation
 - Action 1.3 – Rétablissement de la continuité écologique sur le Giessen et la Lièpvrette,
- Axe 6 : Ralentissement dynamique des écoulements
 - Action 6.2 - Création d'une diffluence sur le Giessenwald. (SDEA, 2018)

Le 01/01/2016, la CCS a transféré sa compétence en matière de gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations (GEMAPI) au Syndicat des eaux et de l'assainissement Alsace Moselle (SDEA).

Le SDEA est désormais le maître d'ouvrage de ce projet. Le bureau d'études Sinbio a été retenu en tant que maître d'œuvre du projet.

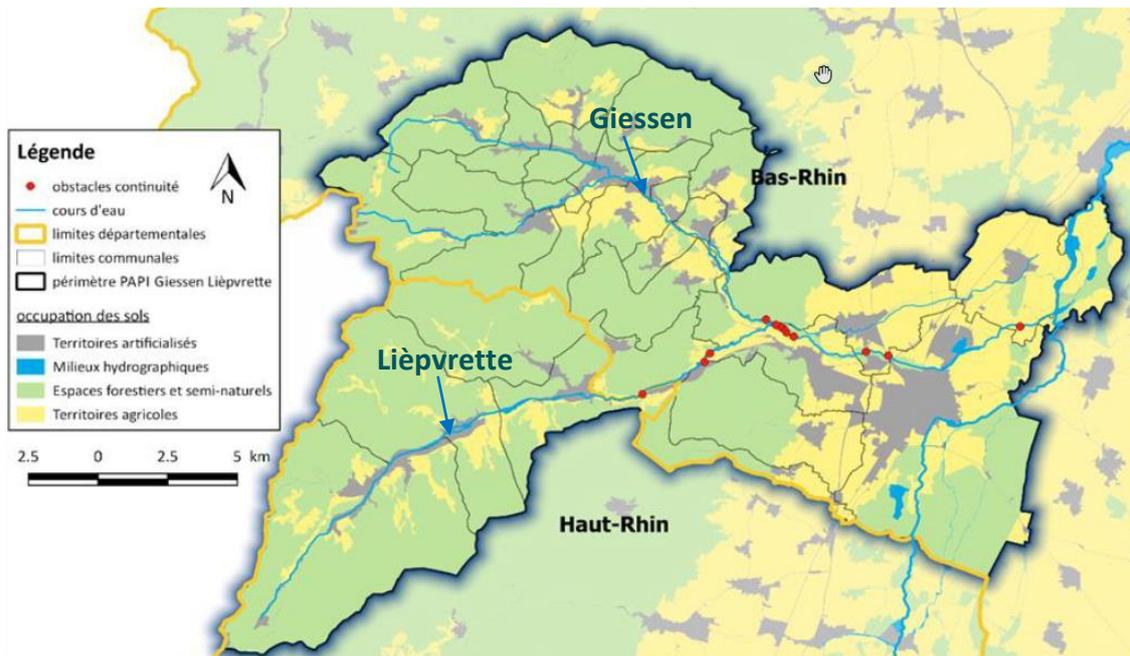


Figure 1 : Territoire de la Communauté de Communes de Sélestat (CCS) - Source : SDEA

La figure 1 présente le territoire de la communauté de Communes de Sélestat géré par le SDEA dans le cadre de sa compétence GEMAPI. Le Giessen et la Lièpvrette sont des cours d'eau d'intérêt majeur pour la migration des espèces piscicoles. Il est nécessaire de rétablir le franchissement piscicole et le transit sédimentaire au niveau de ces ouvrages. Il y a neuf ouvrages qui sont concernés sur le Giessen (G01 à G03 et G05 à G10) et cinq sur la Lièpvrette (L01 à L05). Au total, 14 ouvrages sont concernés par ce programme.

Une opération parallèle consiste à restaurer la rive droite du Giessen dans le secteur du Giessenwald à Sélestat, en restaurant des annexes existantes pour favoriser l'attractivité du site pour les batraciens. Des opérations de diversification des écoulements sont également projetées sur le cours d'eau qui est fortement homogène sur ce secteur.

L'étude de diversification au droit du Giessenwald s'étend plus en aval de la voie ferrée afin d'intégrer les phénomènes d'érosion du pied de digue en rive droite.

Le projet répond aux objectifs de continuité piscicole, mais également de qualité physique, impactée par les ouvrages qui bloquent le transit sédimentaire et la dynamique latérale de ces deux cours d'eau.

1.3.2. Localisation de l'étude

L'ensemble des ouvrages est situé dans le Bas-Rhin et répartis sur 6 communes différentes :

- Scherwiller : ouvrages G02 et G03 ;
- Sélestat : aménagements dans le secteur du Giessenwald ;
- Châtenois : ouvrages G05 à G10, rives droites des ouvrages L01, L02 ;
- La Vancelle : rives gauches des ouvrages L01, L02 et L03 ;
- Ebersheim : ouvrage G01 ;
- Lièpvre : rive droite de l'ouvrage L03.

La localisation précise des ouvrages est disponible en page suivante.

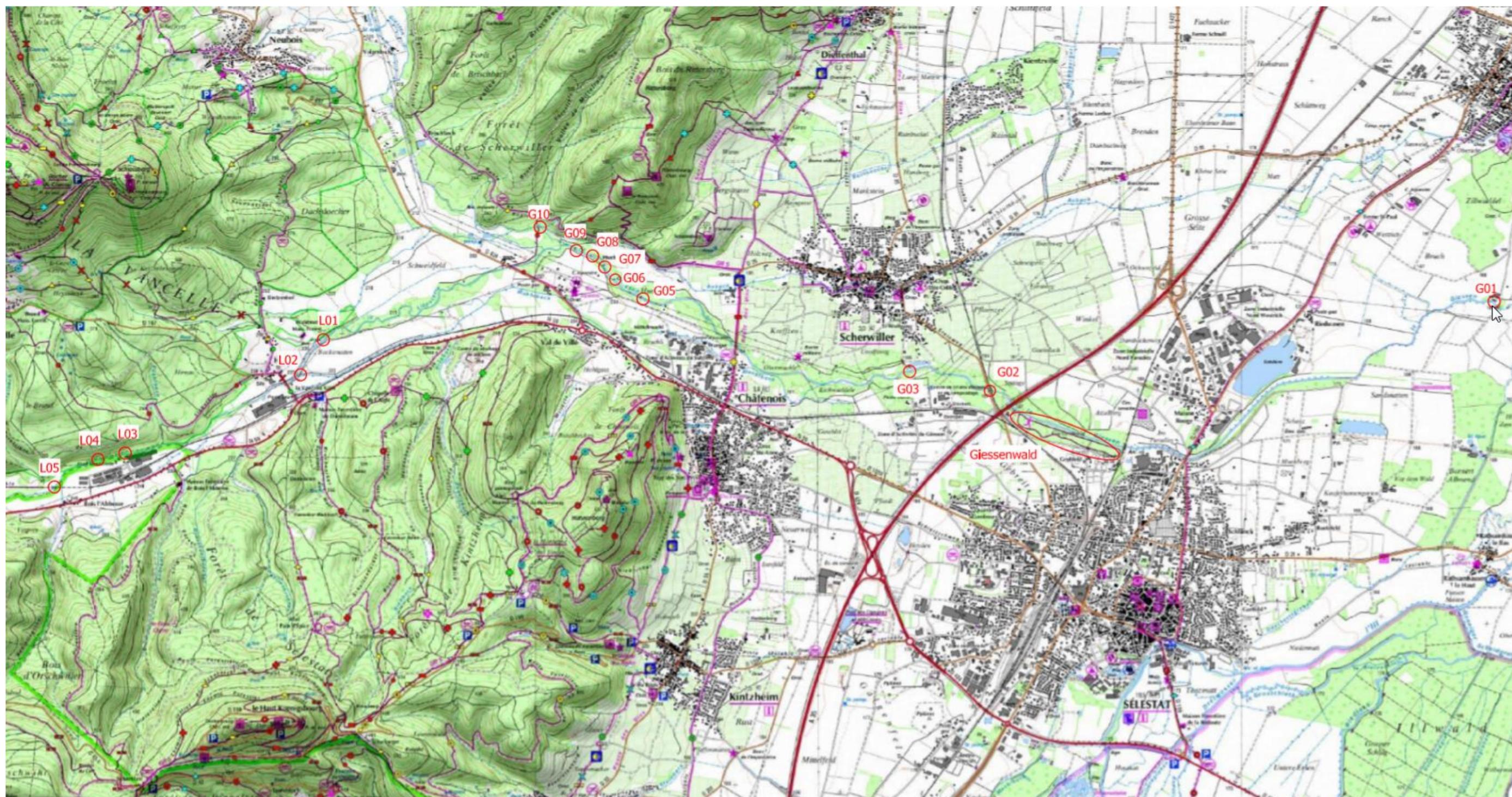


Figure 2 : Localisation des 14 ouvrages et du Giessenwald

1.3.3. Organisation et méthodologie de la mission

Le SDEA a décidé d'organiser le présent marché en une tranche ferme et 3 tranches optionnelles (cf. tableau 1). La tranche ferme correspond au rendu des phases Avant-Projet (AVP), projet (PRO) et les Missions Complémentaires 1 et 2 (MC1 et MC2). L'élément de mission MC1 correspond aux dossiers de Déclaration et d'Autorisation au titre de la Loi sur l'Eau, tandis que l'élément de mission MC2 correspond à la réalisation d'une notice d'incidence Natura 2000 pour l'ouvrage G01.

Les éléments de mission de maîtrise d'œuvre sont répartis en deux phases techniques. La phase technique 1 correspond aux aménagements initialement prévus à être soumis à Déclaration au Titre de la Loi sur l'Eau. Cette phase technique correspond aux ouvrages G01, G02 et G3 et les annexes hydrauliques du Giessenwald. La phase technique 2 correspond aux aménagements initialement prévus à être soumis à Autorisation au Titre du Code de l'environnement. Cette phase technique correspond au reste des ouvrages concernés par la mission.

Le SDEA a la volonté de traiter dans les meilleurs délais l'ouvrage G01 qui permettrait de décrocher un linéaire conséquent (5,5 km). Les travaux sur le G01 sont donc à exécuter en priorité.

Mission MOE pour les aménagements soumis à Déclaration Phase technique 1		
Tranches	Eléments de mission	Aménagements concernés
Tranche ferme – phase technique 1	Avant-projet (AVP), Projet (PRO), Mission complémentaire 1 (MC1), MC2	Seuils G01, G02, G03 Annexe hydraulique Giessenwald
Tranche optionnelle 1	ACT/EXE/DET/AOR	
Mission MOE pour les aménagements soumis à Autorisation Phase technique 2		
Tranches	Eléments de mission	Aménagements concernés
Tranche ferme – phase technique 2	AVP, PRO, MC1	Seuils G05, G06, G07, G08, G09, G10, L01, L02 et L03
Tranche optionnelle 2	ACT/EXE/DET/AOR	Seuils G05, G06, G09, G10, L01, L02 et L03
Tranche optionnelle 3	ACT/EXE/DET/AOR	Seuils G07, G08

Tableau 1: Organisation initiale en tranches de l'ensemble des travaux

La méthodologie par phase est présentée ci-dessous :

Phases d'études AVP/ PRO

La phase d'étude débute par une réunion de démarrage afin de :

- Définir les modalités d'exécution et d'organisation de la mission ;
- Rencontrer les membres du COPIL et d'échanger les coordonnées ;
- Prendre connaissance des attentes, des enjeux et des problématiques ;
- Récupérer les données disponibles et études antérieures auprès des services et structures présentes.

La présente mission se base sur l'étude préliminaire réalisée en 2017 par Fluvial.IS. La mission consiste dans un premier temps à analyser les solutions retenues suite à l'étude préliminaire, d'un point de vue hydraulique et hydromorphologique pour chacun des ouvrages et les aménagements au Giessenwald.

Cette analyse est faite à la suite d'une phase de terrain avec l'ensemble du comité de pilotage (COPIL). Cette réunion de terrain a permis de discuter du diagnostic réalisé et des propositions retenues suite à l'étude préalable et de prendre en compte l'ensemble des remarques du COPIL sur les solutions à entreprendre.

L'objectif de l'AVP est d'adapter, d'ajuster, d'affiner et de préciser les opérations prévues dans l'Etude Préalable une fois validée lors de la phase de reprise, afin de pouvoir mettre en œuvre les travaux de renaturation et d'aménagement des ouvrages hydrauliques projetés.

Il s'agit durant la phase AVP de mettre en avant les besoins en études complémentaires (relevés topographiques, données faune/flore, étude géotechnique ...), nécessaire pour la réalisation de la phase PRO.

À la suite des dimensionnements, les quantitatifs des aménagements prévus sont ajustés de manière à affiner les estimations financières.

Les opérations sont détaillées, localisées et accompagnées de principes généraux d'aménagement. Des prescriptions particulières sont précisées : objectifs, moyens et principes de chaque type d'opération, quantitatifs, estimation financière, schémas techniques, coupes, profils, cadre réglementaire et entretien ultérieur.

L'ensemble des dimensionnements est validé par les services instructeurs (AFB en particulier). Les aménagements projetés se basent sur des approches tant hydromorphologiques qu'hydrauliques. De plus, à la suite des travaux, les conditions de franchissements seront soigneusement vérifiées : hauteurs d'eau, vitesses et puissances dissipées sur la plage de remontée du poisson, avec comparaison avec les valeurs ICE (Indice Continuité Ecologique).

En fonction des ouvrages, la taille des blocs est calculée en fonction des forces tractrices et de la taille moyenne des grains mis en mouvement lors des crues, dans le but d'assurer la stabilité et la pérennité des ouvrages proposés.

Pour les opérations d'aménagements d'annexes hydrauliques sur la base des relevés complémentaires, le terrain à l'état actuel puis à l'état projeté sont modélisés, sous le logiciel

Mensura, sur la base des relevés topographiques fournis par le SDEA avec le nouveau tracé du lit, ce qui permet très facilement de déterminer les emprises précises et les volumes de déblais et de remblais afin d'assurer une gestion raisonnée et maîtrisée des matériaux de terrassement.

Plusieurs réseaux sont situés sous ou à proximité des cours d'eau. Une déclaration de travaux est réalisée afin de prendre en compte la présence de ces réseaux dans le dimensionnement. Cette démarche est répétée afin de prendre en compte toute modification ou création d'un réseau devant être pris en compte dans le présent projet.

Une estimation fine du coût des travaux permet de réaliser un plan financier pour vérifier la faisabilité du projet. Elle est réalisée par une quantification des matériaux et volumes de terrassement et par une décomposition par poste de travaux. Les travaux sont quantifiés (volume de déblais/remblais, masse des matériaux à fournir, ...) sur la base d'un levé topographique précis et d'une modélisation du terrain réalisée avec le logiciel Mensura.

Les opérations spécifiques font l'objet d'illustrations sous forme de coupes et schémas techniques (plan masse, profil en travers, profil en long, coupe de principe, ...) élaborés sous AutoCAD.

A l'issue de la phase AVP le programme de travaux est présenté au Comité de Pilotage pour validation.

Ce dossier sert de base à l'établissement du dossier réglementaire. Le PRO n'a vocation qu'à préciser et affiner les aménagements et les coûts, en prenant en compte les éventuelles données complémentaires obtenues entre temps. Il sert de base au Dossier de Consultation des Entreprises (DCE) qui est rédigé dans la foulée.

Les dimensionnements, calages, coûts, schémas techniques doivent donc dès lors permettre la bonne exécution des travaux.

Missions complémentaires - dossiers réglementaires

Sur la base de l'AVP, le maître d'œuvre est chargé de réaliser les dossiers réglementaires nécessaires pour obtenir les autorisations préfectorales au titre du Code de l'Environnement conformément à la réglementation en vigueur.

Il s'agit à la fois de lancer un dossier de Déclaration et un dossier d'Autorisation. Les travaux soumis à déclaration pourront ainsi être réalisés après la période de deux mois d'instruction, le but étant que le SDEA puisse réaliser les travaux de toutes les opérations soumises à Déclaration fin 2019, puis d'organiser au cours des tranches de travaux des années suivantes les opérations soumises à Autorisation.

Concernant le DAU, Sinbio réalisera uniquement le volet réglementaire d'autorisation au titre de la Loi sur l'Eau, qui sera intégré au Dossier d'Autorisation Unique (DAU) réalisé par un bureau d'études spécialisé.

Le maître d'œuvre a également en charge de réaliser une note d'incidence NATURA 2000 pour l'ouvrage G01 situé à proximité immédiate d'une zone Natura 2000. Cette notice comprend :

- La description du site NATURA 2000 concerné par les travaux,
- La vulnérabilité et l'objectif du site,

- L'analyse exhaustive des incidences du projet pendant et après la phase de chantier sur les habitats et les espèces d'intérêt communautaire.

Remarque : À la suite de l'étude préalable, après des échanges avec la Police de l'Eau, il a été convenu que les opérations sur les ouvrages G01 à G03 et au Giessenwald relèveraient du régime de Déclaration au titre de la Loi sur l'Eau. Suite à la phase d'étude AVP, ce sont les ouvrages G01 à G02 et une partie des opérations au Giessenwald qui sont intégrés dans le dossier de déclaration, car ces trois opérations ont été priorisés par le SDEA et entrent dans les seuils du régime de Déclaration.

DCE/ACT – Assistance aux contrats de travaux

Lors de cette phase, le maître d'œuvre a pour mission de réaliser les pièces techniques du Dossier de Consultation des Entreprises (Cahier des clauses techniques particulières, Dossier Estimatif, Bordereau des Prix Unitaires) accompagnés d'autres éléments techniques nécessaires à la compréhension des travaux projetés (plans, schémas techniques, profils/coupes). Le SDEA se charge de la réalisation des pièces administratives (AE, CCAP, RC). Il s'agit également de réaliser un calendrier d'exécution des travaux et fixer les délais et périodes de réalisation des opérations en accord avec le maître d'ouvrage.

Il s'agit ensuite d'analyser les offres et de participer à la Commission d'Appel d'Offre (CAO) pour présenter l'analyse réalisée afin d'aider le choix du maître d'ouvrage.

EXE – Etudes d'exécution

Sinbio réalise également les plans nécessaires à l'exécution des travaux, accompagnés des notes de calcul lorsque cela sera nécessaire.

Selon les besoins et la nature des opérations, le maître d'œuvre est également amené à analyser et vérifier des éléments techniques fournis ou modifiés par l'entreprise (VISA). La date, le cachet et la signature de Sinbio sera apposé sur les documents à valider.

Le calendrier prévisionnel d'exécution des travaux est réalisé en relation avec l'entreprise titulaire du marché pour fournir au maître d'ouvrage des délais précis et en cohérence avec l'importance des travaux et les moyens de l'entreprise.

DET - Direction de l'exécution des travaux

La phase direction de l'exécution des travaux a pour principal objet de s'assurer que les travaux sont réalisés selon les prescriptions des contrats et respectent les dispositions des études effectuées et des aménagements projetés. Il y aura une phase DET spécifique à chaque tranche de travaux.

AOR - Assistance aux opérations de réception

Pour donner suite à l'achèvement des opérations, une réunion de visite des sites des opérations est réalisée pour valider et réceptionner les travaux en présence de l'entrepreneur, du Maître d'Ouvrage et des partenaires techniques et financiers. Lors de cette phase, les documents de réception sont réalisés, ainsi que les cartographies et les plans de recollement de l'ensemble des travaux et aménagements réalisés, notamment pour les ouvrages de franchissement piscicole.

1.3.4. Travaux réalisés dans le cadre du TFE

Dans le cadre de l'apprentissage, la mission qui a été confiée pour le travail de fin d'études a nécessité la réalisation des éléments suivants de mission de maîtrise d'œuvre constituant la phase technique 1 :

- Réalisation du dossier d'Avant-Projet (AVP1), ainsi que l'ensemble des plans et schémas techniques, pour les ouvrages G01, G02, G03, L01, L02 et les aménagements au Giessenwald ;
- Réalisation du dossier réglementaire soumis à Déclaration (MC1), pour les ouvrages G01, G02 et les aménagements de diversification du lit du Giessen au Giessenwald ;
- Réalisation de la Notice d'incidence N2000 (MC2) ;
- Réalisation des pièces techniques du Dossier de Consultation (DCE) des Entreprises pour les ouvrages G01, G02 et les aménagements de diversification du lit du Giessen au Giessenwald.

1.3.5. Planning de l'étude

Phases	Réunion de démarrage (PT1 et PT2)	AVP1	MC1	MC2	PRO	DCE	ACT	DET	AOR
Date de rendu	Avril 2019	Juin 2019	Août 2019	Août 2019	Août 2019	Août 2019	Septembre 2019	Octobre Novembre 2019	Novembre 2019

Tableau 2 : Planning initial de la mission de maîtrise d'œuvre pour la phase technique 1 (PT1)

AVP2	MC1	PRO	DCE	ACT	DET	AOR
Août 2019	Novembre 2019	Février 2020	Février 2020	Juillet 2020	Octobre 2020 Poursuite du DET en 2021 et 2022	2022

Tableau 3 : Planning initial de la mission de maîtrise d'œuvre pour la phase technique 2 (PT2)

Les tableaux ci-dessus présentent le planning de la mission de maîtrise d'œuvre au moment de la réunion de démarrage (avril 2019).

Décalages

Durant la réalisation de la mission des décalages sont survenus, reportant ainsi le rendu de certains éléments.

Les données topographiques fournies par le SDEA ne permettaient pas la réalisation des dimensionnements des ouvrages G10, L03, L04 et les aménagements du Giessenwald. De plus, des levés topographiques complémentaires étaient nécessaires pour affiner et caler certains dimensionnements de l'AVP 1. La réalisation d'un cahier des charges pour des levés topographiques en juin 2019 s'est donc avérée nécessaire afin de compléter ceux de 2016. Les levés topographiques ont été réalisés en Juillet 2019 et rendus début août 2019.

Un complément d'étude a été demandé par le SDEA, afin d'intégrer dans l'étude de diversification du Giessenwald(AVP1) une zone plus en aval de la voie ferrée soumise à des phénomènes d'érosion au pied de la digue de Sélestat en rive droite.

Une seconde version de l'AVP1 a été transmise au SDEA. Elle intègre les modifications suite aux levés topographiques et aux retours de l'AFB. Pour la phase technique 2, les éléments présentés ci-dessus ont été la cause de décalage sur le planning initialement présenté. Le rendu de la phase AVP 2 est désormais prévu pour octobre 2019.

Le dossier réglementaire et les pièces techniques du DCE ont été rendus à temps. Néanmoins, le dossier réglementaire n'a pas encore été déposé par le maître d'ouvrage et les travaux sont à priori décalés pour 2020.

1.3.6. Données reçues

Le SDEA a mis à la disposition du maître d'œuvre un ensemble de données qui sont :

- Les études préalables,
- Les relevés topographiques de 2016 des ouvrages de franchissement pour les ouvrages G01 à G03, G05 à G10 sur le Giessen et les ouvrages L01 à L03 pour la Lièpvrette,
- Le modèle numérique de terrain (MNT) de la zone d'étude,
- Le plan de prévention risque inondation (PPRI) du Giessen,
- Le rapport de franchissabilité de l'Association Saumon Rhin.

1.3.7. Phases préliminaires

Cette intervention s'inscrit dans le prolongement d'une étude préliminaire qu'a menée le bureau d'études Fluvial.IS en 2017 pour le rétablissement de la continuité écologique sur le Giessen et la Lièpvrette et l'aménagement d'une annexe hydraulique. Cette étude comprend notamment :

- Une analyse hydromorphologique des cours d'eau afin de mesurer l'impact des ouvrages actuels et des interventions projetées sur la qualité physique du cours d'eau et le transport sédimentaire,
- Un diagnostic complet de la continuité piscicole et sédimentaire au droit de chaque ouvrage,
- Un bilan du contexte foncier, d'usages, de protection contre les inondations, et des réseaux traversant les cours d'eau,
- Une analyse des potentialités restauratrices du secteur du Giessenwald à partir d'une étude faune-flore réalisée au préalable par Climax en 2015,
- Des propositions d'action, validées en COPIL pour chacun des ouvrages, avec détail des différentes options envisagées et justification des choix.

1.3.8. Logiciel et outils utilisés

Le logiciel utilisé pour la conception des aménagements est Cassiopée. Il a été développé par M. Larinier et J-P. Rocher de l'ONEMA. Ce logiciel regroupe un ensemble d'outils permettant d'étudier différents types de dispositifs de franchissement, tels que des passes à bassins, des passes à ralentisseurs et des prébarrages. Dans le cadre de cette étude, le logiciel a été utilisé pour la

conception de prébarrages et a permis de simuler le fonctionnement hydraulique d'une série de prébarrages avec une géométrie donnée. Son outil « Dever », qui permet d'obtenir les relations cote de niveau d'eau amont/débit au droit d'un seuil a également été utilisé. L'avantage de cet outil est qu'il permet de compiler plusieurs déversoirs avec des caractéristiques différentes. Toutefois Cassiopée ne permet pas la conception de passes dites « naturelles » comme par exemple des enrochements jointifs ou une rampe en enrochements régulièrement répartis.

Cette étude a également nécessité l'utilisation d'un outil Excel réalisé par l'AFB. Il permet le dimensionnement d'une rampe en enrochements régulièrement répartis. L'outil est basé sur le guide technique pour la conception des passes « naturelles », réalisés par M. Larinier, D. Courret et P. Gomes en 2006. Il permet d'avoir une vision rapide des caractéristiques hydrauliques de la rampe en enrochement (vitesses, puissances volumiques dissipées, hauteur d'eau, ...) dont les paramètres ont été entrés dans l'outil. Un code couleur permet de visualiser rapidement la franchissabilité ou non de la rampe en fonction des critères hydrauliques de franchissements imposés pour les espèces ciblées.

Une description de l'outil est disponible en annexe 1.

1.3.9. Espèces ciblées

Le Giessen et la Lièpvrette sont classés en 1^{ère} catégorie piscicole, excepté en aval de l'ouvrage G02 et jusqu'à la confluence avec l'Ill où le Giessen est classé en 2^{nde} catégorie. Les espèces cibles sont donc les salmonidés et espèces accompagnatrices (Saumon, Truite, Chabot, Lamproie) ainsi que l'Anguille, et au niveau du G01, le Brochet.

Remarque : A la réunion de démarrage, il a été convenu en accord avec la Fédération de Pêche du Bas-Rhin et l'AFB qu'étant donné la faible attractivité du bassin amont, le Brochet ne sera finalement pas prioritaire sur le G01.

Puisque cela était possible techniquement, les dimensionnements des opérations projetées ont systématiquement été réalisés pour assurer le franchissement de toutes espèces.

2. Etat des lieux et diagnostic

2.1. Hydrologie sur la zone d'étude

Les débits du Giessen utilisés pour l'aménagement des ouvrages G01 à G03 sont ceux mesurés à la station hydrométrique de Sélestat. Les débits de crue se sont eux basés sur l'étude Hydratec de l'aléa inondation sur le bassin-versant du Giessen réalisée en 2015.

Situation	Débits (m ³ /s)
Q2	47
Q10	102
Q100	188
2,5xmodule	8,100
module	3,240
QMNA2	0,250
QMNA5	0,130

Tableau 4 : Débits caractéristiques à la station du Giessen à Sélestat

Au niveau des ouvrages G01, G02 et G03 les apports en eau sont faibles, puisque les bassins versants de l'Aubach et du Brunnwasser sont proches du bassin du Giessen à ce niveau. L'hypothèse faite est que les variations sur les débits par rapport à la station de Sélestat sont négligeables. Nous avons vérifié cette hypothèse en réalisant le calcul au prorata du bassin-versant pour les ouvrages G01, G02 et G03. Nous avons donc choisi d'utiliser les données de la station de Sélestat pour ces ouvrages.

Les Salmonidés remontant le Giessen sur la période d'octobre à mars, les dimensionnements se sont basés sur les données suivantes :

Le débit moyen mensuel d'octobre a été pris comme débit de référence pour octobre, soit 1,48 m³/s. Le débit de mars correspond à un débit intermédiaire entre le module et 2,5x le module.

L'AFB préconise que les aménagements doivent être franchissables de l'étiage à 2,5 fois le module ou 80% du temps. Les dimensionnements ont donc cherché à assurer la franchissabilité entre l'étiage QMNA5 si possible, sinon QMNA2, et 2,5 fois le module.

De plus, d'après les débits classés présentés dans le tableau ci-dessous, la plage de franchissement assurée est de 80% du temps :

0.98	0.95	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01
18.30	11.90	7.860(environ 2,5 x le module)	4.760	3.160	2.180	1.510	1.050	0.707	0.440	0.221 (environ QMNA2)	0.117	0.050	0.01

Tableau 5 : Débits à la station du Giessen à Sélestat (hydro.eaufrance.fr, 2019)

La Lièpvrette étant alimentée par des affluents entre la station et les ouvrages L01 et L02, les débits de la rivière utilisés pour l'aménagement des ouvrages L01 et L02 ont été calculés au

prorata du bassin-versant sur la base de la station hydrométrique de Lièpvre (125,6 km² au L01, et 108 km² à la station). La méthode de Myer été appliquée via la formule suivante :

$$QT = QT_{BV\ connu} \times \frac{SBV}{SBV\ connue}$$

QT : Débit de fréquence T du bassin-versant à étudier (m³/s)

QT : Débit de fréquence T du bassin-versant connu (issu de la station de Sélestat)

SBV : Surface du bassin-versant à étudier (m²) (mesurée sur geoportail.gouv.fr)

SBV connue : Surface du BV connu (donnée à la station de Sélestat)

Les débits obtenus sont les suivants :

Situation/fréquence	Débits (m ³ /s)
Q2	28
Q10	51
Q100	95
2,5xmodule	5,23
module	2,09
QMNA2	0,4
QMNA5	0,27

Tableau 6 : Estimation des débits caractéristiques

Pour les mêmes raisons que précédemment, les dimensionnements ont cherché à assurer la franchissabilité entre l'étiage QMNA5 si possible, sinon le QMNA2, et 2,5x le module. Cette plage de débit comprend l'ensemble des périodes de mobilité.

D'après les débits classés présentés dans le tableau ci-dessous, la plage de franchissement assurée est de 80% du temps :

0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01
3.990 (environ 2,5 fois le module)	2.580	1.860	1.380	1.020	0.800	0.619	0.458	0.306 (environ QMNA2)	0.224	0.161	0.137

Tableau 7 : Débits à la station de la Lièpvrette à Lièpvre (hydro.eaufrance.fr, 2019)

2.2. Présentation des ouvrages et diagnostics

Les ouvrages présentés sont ceux étudiés pour le travail de fin d'études.

2.2.1. Ouvrage G01

L'ouvrage G01 est situé en aval d'un pont agricole au Sud d'Ebersheim. Il servait autrefois à l'irrigation et joue aujourd'hui un rôle essentiellement de maintien du profil en long. L'ouvrage

présente également un rôle de calage du niveau d'eau pour le débordement dans le chenal de crue en amont (seuil déversoir latéral en période de crue du Giessen en rive droite).

Ce seuil bétonné est constitué de trois portiques fixes. Les pièces mobiles ne sont plus visibles.



Figure 3 : Vues sur l'ouvrage G01 depuis l'aval (à gauche) et depuis l'amont (à droite)

Selon la classification Saumon Rhin cet ouvrage est infranchissable pour le brochet, espèce repère sur le secteur (bien que les habitats en amont ne soient pas propices à cette espèce) et les truites, et plus ou moins franchissable pour les grands salmonidés migrateurs et les anguilles (ASR, 2010a). Son emplacement très en aval par rapport aux autres ouvrages en fait un obstacle sur lequel il est important d'intervenir prioritairement afin de décroiser d'un coup une grande partie du linéaire (environ 5,5 km).

ID Ouvrage	Commune	Code ROE	Usage actuel	Ancien usage	Dénivelée ligne d'eau (m)
G01	Ebersheim (67)	16808	Stabilisation du lit Lutte contre inondation	Prise d'eau pour irrigation	0,65
Estimation du linéaire morphodynamique impactée (m)	Type de matériau	Franchissabilité sédimentaire	Franchissabilité piscicole (espèces repères)		
478	Enrochement liaisonné	Franchissable	Salmonidés : Difficilement franchissable en eaux moyennes	Anguilles : Difficilement franchissable en eaux moyennes	Brochet : Franchissable en crue

Tableau 8 : Caractéristiques de l'ouvrage G01

Solution retenue en COPIL durant l'étude préalable (EP) : Compte tenu des enjeux de stabilité du pont et de la faible attractivité du bassin amont pour le brochet, la solution retenue est l'aménagement d'une rampe en enrochements, couplée avec l'aménagement d'un dispositif facilitant la remontée de l'Anguille par reptation.

La solution finalement retenue dans ce projet, suite aux échanges avec les partenaires techniques, est la mise en place d'une rampe en enrochements régulièrement répartis sur le portique gauche.



Figure 4 : Rampe en enrochements régulièrement répartis à la Combe de Lancey (38) (source : ARRA, 2015)

Ce type d'aménagement permettra de s'adapter à la plage de débits importante observée sur ce secteur (assecs à l'étiage en aval contre 8.1 m³/s à 2,5 x module) et sera franchissable pour toutes espèces (y compris Anguilles). L'intervention uniquement sur le portique gauche permet de limiter les coûts d'intervention et a été jugé comme suffisante lors de la visite de terrain avec le COPIL.

2.2.2. Ouvrage G02 – Pont SNCF route Sélestat-Scherwiller

L'ouvrage G02 se situe en aval immédiat du pont de la route Sélestat-Scherwiller et de la voie ferrée, dont il assure actuellement la stabilité. Il est composé de deux chutes successives, dont une non significative, formées par des matériaux divers : enrochements, parties bétonnées, maintien par des barres acier IPN.

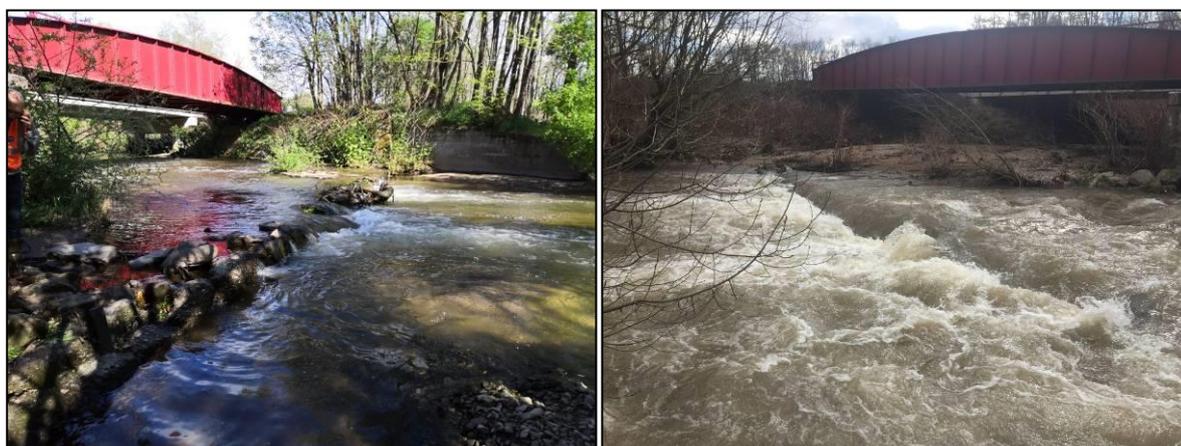


Figure 5 : Vues sur l'ouvrage G02 depuis la rive droite (à gauche) et depuis la rive gauche (à droite)

Selon la classification Saumon Rhin, cet ouvrage est considéré comme franchissable (ASR, 2010a). En effet son état très vétuste le rend globalement franchissable via plusieurs échancrures liées à la déstabilisation des pavés.

ID Ouvrage	Commune	Code ROE	Usage actuel	Ancien usage	Dénivelée ligne d'eau (m)
G02	Scherwiller (67)	61788	Stabilisation du lit Lutte contre inondation	Pêche de loisir (incertain)	0,70
Estimation du linéaire morphodynamique impactée (m)	Type de matériau	Franchissabilité sédimentaire	Espèces repères		
119	M	Franchissable	Salmonidés : obstacle franchissable	Anguilles : obstacle franchissable	

Tableau 9 : Caractéristiques de l'ouvrage G02

L'arasement total de l'ouvrage n'a pas été retenu afin de rétablir des hauteurs d'eau suffisantes sur un secteur où la lame d'eau s'étale sur une largeur importante.

La solution retenue dans ce projet est ainsi la création d'une échancrure centrale dans le radier jusqu'au fond du lit.

La SNCF devra dans la suite être associée aux échanges sur cet ouvrage.

2.2.3. Ouvrage G03

L'ouvrage G03 correspond au seuil d'alimentation des étangs de l'AAPPMA de Scherwiller. Il est constitué d'une rampe en enrochements de 1,50 m de chute, maintenant le niveau d'eau amont pour l'alimentation des étangs via une vanne latérale. Cette vanne était fermée lors des différentes visites de terrain.



Figure 6 : Vues sur l'ouvrage G03 depuis la rive gauche (à gauche) et depuis l'amont (à droite)

Selon la classification Saumon Rhin, cet ouvrage est considéré comme plus ou moins franchissable pour les espèces cibles (difficilement pour l'Anguille). (ASR, 2010a)

Si la plupart du linéaire de la rampe est franchissable, ce sont les deux premières rangées de blocs en amont qui posent essentiellement un problème (rupture de pente à ce niveau). En effet celles-ci forment une chute de 25 cm chacune, et des turbulences à leur aval. Depuis l'aval, la rupture de

pente à ce niveau est bien visible, en comparaison à l'aspect homogène du reste de la rampe. Il semble que ces blocs aient été rajoutés dans un second temps.

L'analyse des levés topographiques corrobore cette hypothèse : la crête de l'ouvrage a été levée à la cote d'environ 182.95 mNGF, soit 45 cm au-dessus de la cote TN juste en aval de la vanne. Les rangées de blocs sur l'ouvrage mesurant 20 à 25 cm de hauteur, ce différentiel correspond bien à deux rangées.

Une difficulté de franchissement supplémentaire a été observée à l'entrée de la rampe lorsque le niveau d'eau à l'aval n'est pas suffisant. En effet une chute notable est observée sur la partie rive droite de la rampe.

ID Ouvrage	Commune	Code ROE	Usage actuel	Ancien usage	Dénivelée ligne d'eau (m)
G03	Scherwiller(67)	18884	Prise d'eau étang de pêche	/	1,45
Estimation du linéaire morphodynamique impactée (m)	Type de matériau	Franchissabilité sédimentaire	Espèces repères		
305	Blocs de roches	Franchissable	Salmonidés : Difficilement franchissable en eaux moyennes	Anguilles : Difficilement franchissable en eaux moyennes	

Tableau 10 : caractéristiques de l'ouvrage G03



Figure 7 : Identifications des difficultés de franchissement de l'ouvrage G03

Prise d'eau des étangs de Scherwiller :

Selon l'Arrêté Préfectoral de 1976 donné en Annexe, l'étang de Scherwiller est autorisé depuis cette date. Le prélèvement est limité au un tiers du débit dans le Giessen, soit 40 L/s en étiage QMNA5 et 80 L/s en étiage QMNA2. Noter cependant que les débits d'étiage QMNA5 et QMNA2 sont inférieurs au débit réservé du Giessen, correspondant à 1/10 du module (325 L/s). En théorie tout prélèvement est interdit en période d'étiage.

L'Arrêté Préfectoral précise que la prise d'eau doit être effectuée à l'aide de tuyaux de diamètre 400 mm équipés d'une vanne, sans barrage ni saillie dans le profil d'écoulement des eaux.

La prise actuelle n'est donc pas conforme et l'ouvrage transversal non autorisé.

L'autorisation de prélèvement est valable 6 ans et renouvelable.

Réseaux traversant :

Plusieurs réseaux sont enfouis en amont du seuil pour la traversée du Giessen, dans le prolongement du chemin, dont ENEDIS et GRDF. L'implantation de ces réseaux est connue de manière relativement précise (à 40 cm près). Selon les gestionnaires les conduites et fourreaux sont enfouis a priori 80cm en dessous du TN, ce qui correspond à la profondeur réglementaire.

Une détection des conduites par les gestionnaires est prévue afin de confirmer ce recouvrement. En effet si celles-ci ont été posées préalablement au rehaussement du seuil, le recouvrement est peut-être en réalité de plus de 80 cm et l'abaissement de la crête pourrait être facilement envisagé. Dans le cas contraire, les impacts sur ces conduites devront être précisément définis et une protection des conduites devra être étudiée si l'on souhaite tout de même intervenir sur la crête.

L'implantation des réseaux gérés par SFR n'est pas connue précisément mais elle passe vraisemblablement également en amont de l'ouvrage (dans le prolongement du chemin). Sinbio est en attente de retour de leur part pour confirmer ce point. Orange a lui indiqué que ses réseaux sont enfouis entre 0,8 m et 1,5m de profondeur.

Solution retenue en COPIL EP: Adaptation de l'ouvrage sous forme de rampe rugueuse avec prébarrages.

La difficulté ici réside dans la présence des réseaux traversant le Giessen à ce niveau. En fonction de leur implantation, les scénarios d'aménagements envisageables varient.

Les scénarios proposés dans ce projet sont ainsi les suivants, dans l'attente des retours des gestionnaires :

- Reprise de la crête du seuil pour abaissement de la hauteur de chute de 40 cm environ, reprise de l'entrée de la passe en rive droite pour supprimer la chute existante et redistribution de quelques blocs dans la rampe afin d'y limiter les turbulences et de faciliter la création de couloirs d'écoulements préférentiels
- Conservation de la crête du seuil dans le cas d'une impossibilité de l'abaisser, et reprise de l'ensemble de la rampe (déconstruction/reconstruction) afin de recréer une pente homogène d'environ 9%, sous réserve de pouvoir obtenir des hauteurs d'eau suffisantes. Dans ce cas l'ouvrage ne serait pas franchissable pour les espèces accompagnatrices.

Remarque : L'AFB a demandé à ce que la rampe, déjà longue, ne soit pas rallongée.

Remarque : Compte tenu de la non-conformité de cet ouvrage, une solution d'arasement, partiel ou maximum, pourrait être envisagée pour des objectifs plus ambitieux en terme de gains piscicole et hydromorphologique. Dans ce cas, il devra être envisagé la reprise des étangs et de la prise d'eau, et l'enfouissement plus en profondeur des réseaux.

Compte tenu des incertitudes encore existantes, sur la prise d'eau et sur les réseaux en amont, il a été étudié dans un premier temps l'abaissement de la crête de l'ouvrage et la reprise de quelques blocs afin d'y concentrer les écoulements et d'y limiter les turbulences.

Noter cependant, que compte tenu du fait que l'ouvrage ne soit pas autorisé, une solution plus ambitieuse pourrait être envisagée qui consisterait en un arasement total.

Ceci serait un vrai gain tant pour la continuité piscicole que pour la qualité hydromorphologique du cours d'eau. Cela impliquerait cependant la reprise de la prise d'eau.

2.2.4. Ouvrages L01-L02 – Alimentation du Muehlbach

Ces deux ouvrages sont situés à environ 345 m l'un de l'autre. Un pont permet le franchissement de la Lièpvrette en amont du L01.

Ces deux ouvrages sont à considérer ensemble du fait de leur proximité, et de l'impact potentiel de l'arasement de l'un sur la franchissabilité de l'autre.

Ouvrage L01 :

L'ouvrage L01 correspond à un ancien ouvrage d'alimentation d'un chenal d'irrigation (vanne d'alimentation encore présente en rive gauche). Il joue aujourd'hui un rôle essentiellement dans la stabilisation du fond du lit. Il est constitué de blocs en enrochements sur 2,40 m de hauteur et sur 35 m de long.



Figure 8 : Vues sur l'ouvrage L01 (à gauche) et depuis l'amont (à droite)

Selon la classification Saumon Rhin, cet ouvrage est considéré comme infranchissable pour les espèces cibles (très difficilement pour l'Anguille). (ASR, 2010b)

L'effacement a été écarté du fait, d'une part de la présence du pont en amont (potentiel risque de déstabilisation) et d'autre part du caractère déjà encaissé de la Lièpvrette à ce niveau (merlons de curage visibles de part et d'autre). Un effacement reviendrait à totalement déconnecter la rivière de son lit majeur.

Solution retenue en COPIL EP: Arasement de l'ouvrage d'un mètre, et partition de la chute restante (1,4 m) en 4 chutes.

Dans la suite de cette première solution retenue, et selon ce qui a été convenu avec les partenaires techniques lors de la visite sur site, l'arasement de la crête de l'ouvrage de 90 cm, avec la disposition de prébarrages en aval pour rattraper la chute restante (1,5 m) a été étudiée.

Néanmoins la difficulté ici réside en l'aménagement de l'ouvrage tout en identifiant précisément les ajustements hydromorphologiques induits et leurs impacts sur l'ouvrage L02 et sur le pont en amont, ainsi que sur les berges (mobilité latérale).

Ainsi un second scénario a également été étudié, avec l'arasement de la crête de l'ouvrage de seulement 30 cm, si l'on souhaite pouvoir maîtriser ces ajustements du lit.

ID Ouvrage	Commune	Code ROE	Usage actuel	Ancien usage	Dénivelée ligne d'eau (m)
L01	La Vancelle / Châtenois	18866	Irrigation et stabilisation du fond	/	2,2
Estimation du linéaire morphodynamique impactée (m)	Type de matériau	Franchissabilité sédimentaire	Espèces repères		
370	Blocs et béton	Franchissable	Salmonidés : Infranchissable même en crue	Anguilles : Infranchissable même en crue	

Tableau 11 : Caractéristiques de l'ouvrage L01

Ouvrage L02 :

L'ouvrage L02 est constitué d'un pylône électrique couché en travers du Giessen. Il permet l'alimentation du Muhlbach en rive droite par l'intermédiaire d'une vanne. Le Muhlbach présente un intérêt écologique dans le lit mineur plus en aval de cette vanne d'alimentation, avec des substrats diversifiés et non envasés. Une alimentation plus en aval permet de le mettre en eau de manière temporaire.

Plusieurs prises d'eau existent avec des droits d'eau pour l'alimentation depuis le Muhlbach, notamment des lavoirs et de la fontaine de la commune de Châtenois, dont les exutoires alimentent ensuite le « cours d'eau » qui sort de Châtenois à l'Est de la commune et qui longe l'autoroute jusqu'au Giessen.



Figure 10 : Vue sur l'ouvrage L02 et la prise du Muhlbach



Figure 9 : Vue sur le pylône électrique faisant obstacle à l'écoulement

Selon la classification Saumon Rhin, cet ouvrage est considéré comme franchissable pour toutes les espèces (ASR, 2010b).

La mairie de Châtenois a explicitement demandé que cet ouvrage L02 ne soit pas touché. Aucune intervention n'est donc prévue dans cet AVP sur cet ouvrage, conformément à ce qui était prévu dans l'étude préalable. Néanmoins, la DDT identifie cet ouvrage comme un déchet. Après l'aménagement du L01, en fonction du scénario choisi, le lit va plus ou moins évoluer. Il est donc préférable d'intervenir, dans un second temps, à la suite d'évolution du lit après arasement du L01, de reconsidérer cet ouvrage et allier continuité piscicole et usage.

ID Ouvrage	Commune	Code ROE	Usage actuel	Ancien usage	Dénivelée ligne d'eau (m)
L02	La Vancelle / Châtenois	18792/18798	Alimentation du Muhlbach	/	0,1
Estimation du linéaire morphodynamique impacté (m)	Type de matériau	Franchissabilité sédimentaire	Espèces repères		
17	Métal et béton	Franchissable	Salmonidés : Obstacle franchissable	Anguilles : obstacle franchissable	

Tableau 12 : Caractéristiques de l'ouvrage L02

2.2.5. Secteur du Giessenwald

La diversification du lit du Giessen

Le linéaire concerné représente environ un kilomètre, le long du parcours de santé du Giessenwald. Sur ce secteur, entre les ponts de l'A35 et du chemin de fer, le Giessen est très banalisé, et comporte des surlageurs importantes, avec une largeur variante globalement entre 12 à 15 m. Les écoulements et donc les habitats disponibles sont donc relativement homogènes et peu intéressants. Par conséquent, le milieu se caractérise par une diversité de faciès très faible et un tracé très linéaire. En rive droite, le Giessen est de plus contraint par la digue, qu'il longe sur l'ensemble du site. En rive gauche, les berges sont plus naturelles mais sont envahies par la Renouée du Japon.

Une diversification naturelle des écoulements a néanmoins pu être observée, grâce à des embâcles bloqués en berge ou des souches dépassant dans le lit (souvent des saules). Un phénomène de dépôt se forme systématiquement à l'aval et vient rétrécir la section localement et diversifier les écoulements.

L'objectif est ici de diversifier les écoulements pour diversifier les habitats disponibles sur ce secteur, tout en préservant l'intégrité de la digue et du parcours de santé.



Figure 11 : Vues sur le Giessen au Giessenwald et ses atterrissements

Solution retenue en COPIL EP : Mise en place d'épis peignes, fixation d'embâcles et renforcement de radiers afin de ralentir le transport solide et de diversifier le tracé rectiligne du lit.

Il a été choisi de se baser sur les phénomènes de diversification naturellement en cours sur le Giessen et de chercher à les renforcer. Des embâcles seront ainsi fixés afin de former des épis et resserrer le lit. Les embâcles déjà relevés sur le linéaire seront fixés en berge afin de pérenniser leur effet. Ces aménagements auront pour but de favoriser le dépôt de sédiment en aval et de former des resserrments locaux de la largeur du lit.

Il aurait été envisageable de réaliser un aménagement qui engendre une reprise de la mobilité. Toutefois, il s'agit ici de conserver les digues en place, ainsi que le parcours de santé en rive droite. Le souhait du SDEA est donc de diversifier les habitats sans reprise de la mobilité.

Sur certains secteurs des plantations de boutures de saules sont également prévues afin de pérenniser les atterrissements en place.

Annexes du Giessenwald

En arrière de la digue en rive droite, des anciennes dépressions sont encore visibles, dont certaines sont en eau de manière temporaire à quasi permanente pour celles plus en aval. À proximité du pont du chemin de fer, elles présentent déjà en l'état une colonisation par des amphibiens sur les zones dégagées. Les annexes en amont du site ne présentent, elles, pas de caractère humide particulier mais restent néanmoins visibles.

Toutefois le milieu dans son ensemble est très dégradé et peu propice à l'installation d'une biodiversité intéressante. En effet celui-ci est très fermé, par un couvert arboré composé en majeure partie de Robinier. De plus, au sol, la strate herbacée est très dense et nitrophile (enchevêtrement de ronces, orties...).

L'objectif est ici de créer des habitats pour la reproduction des batraciens dans les annexes du Giessenwald, en créant et en préservant des dépressions humides fonctionnelles.

Précision : il été validé en réunion de démarrage que l'objectif est de créer des habitats pour la reproduction des batraciens uniquement. En effet les milieux sont trop ombragés pour être propices à la fraie piscicole.



Figure 12 : Vues sur les annexes du Giessenwald en rive droite du Giessen

Solution retenue en COPIL EP : Renforcement du caractère humide de certaines zones du Giessenwald par recreusement de certaines annexes et création d'autres annexes, tout en limitant les travaux de terrassement au strict nécessaire afin de ne pas favoriser le développement des plantes indésirables, création de deux connexions (amont et aval) au Giessen.

Au vu de la différence de budget de travaux envisagés sur le secteur G05 à G09 (bras de contournement initialement prévus, remplacés par des échancrures) le SDEA a demandé que des opérations plus globales et ambitieuses soient étudiées sur ce secteur.

De plus, la connexion initialement proposée a été écartée afin d'éviter tout phénomène de drainage, ou ressuyage plus rapide, d'annexes déjà fonctionnelles.

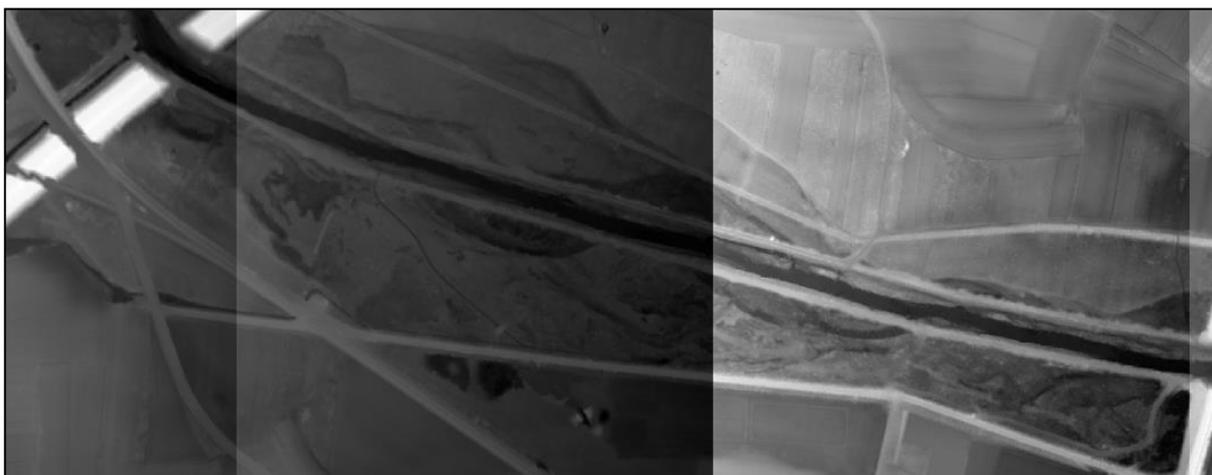


Figure 13 : Vue sur le MNT au niveau du Giessenwald

Le MNT, ci-dessus, permet de mettre en évidence que les annexes hydrauliques identifiées en rive droite sont en réalité des anciens tracés du Giessen. Afin de valoriser ces anciens tracés, il a été étudié la création d'une alimentation par l'amont de ces annexes, via une prise d'eau au niveau du Giessen, la création d'un chenal préférentiel pour diriger l'écoulement sur la partie amont et la

mise en place d'un ouvrage de surverse en aval, de manière à favoriser la surinondation sans perturber le bon usage du parcours de santé.

Cette alimentation pourra donc être caractérisée par deux types d'écoulement :

- Un écoulement par ruissellement qui permettra de dynamiser les milieux sur la partie amont des annexes,
- Une zone de surinondation sur la partie aval.

Dans cette zone les hauteurs d'eau seront plus importantes, ce qui aura pour effet de renforcer les milieux humides annexes et valoriser les zones humides existantes.

Protection de la digue de Sélestat

Des phénomènes d'érosions du pied de digue ont été observés en rive droite en aval du chemin de fer et du Giessenwald.

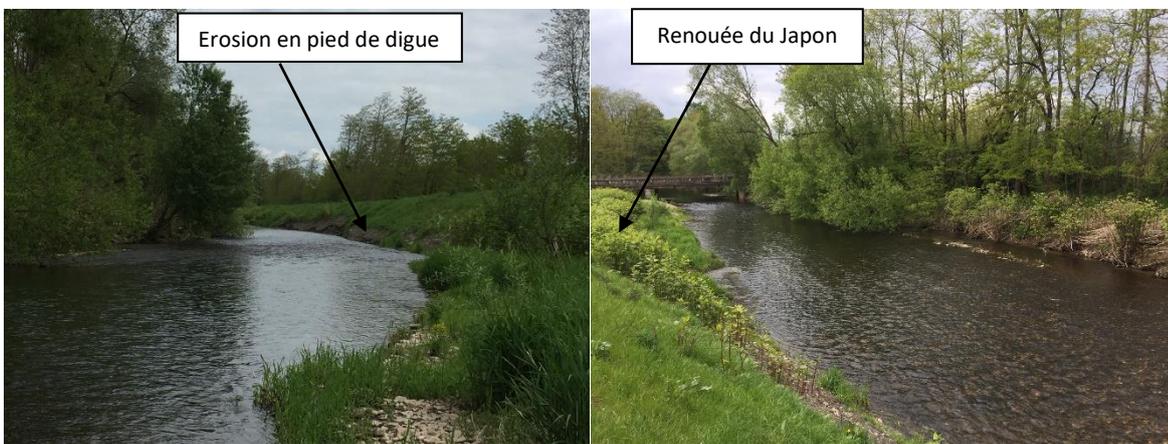


Figure 14 : Vues sur la zone d'érosion de la digue

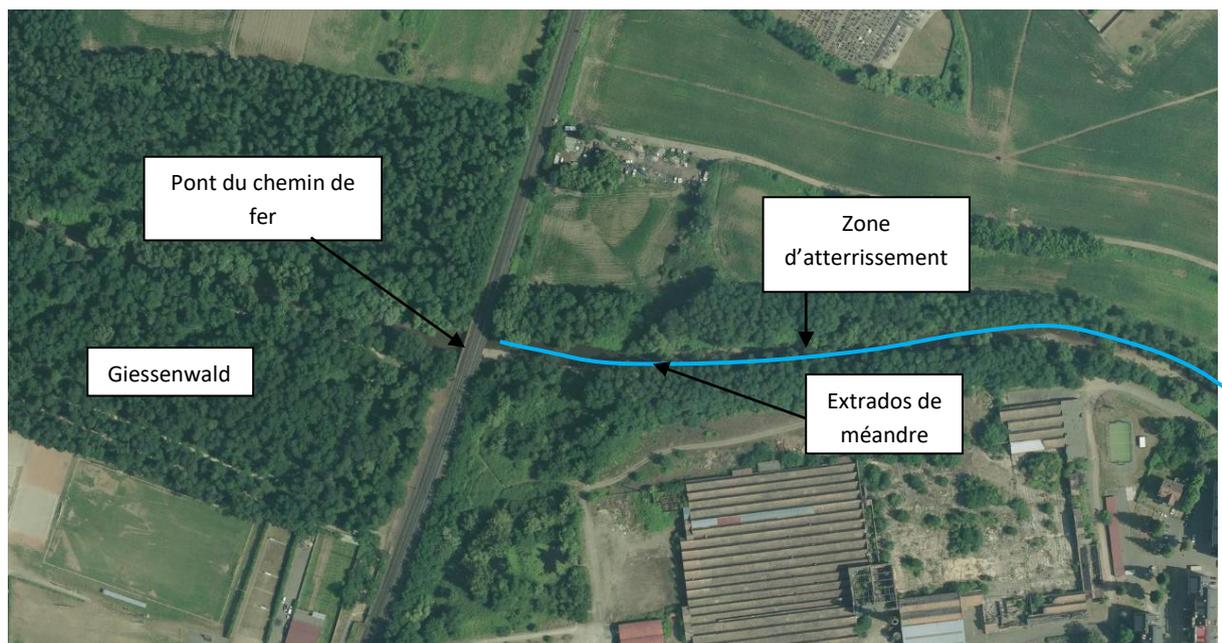


Figure 15 : Vue aérienne du site

La digue se situe en extrados de méandre, ce qui induit des contraintes hydrauliques suffisantes pour éroder le pied de digue dans la mesure où il n'y a pas une protection du pied de berge sur l'ensemble du linéaire.

Un atterrissement se forme en rive gauche et tend à se végétaliser. Celui-ci va continuer à se développer, ce qui va augmenter les contraintes hydrauliques sur la digue au fur et à mesure. En l'état, la digue n'est donc effectivement pas pérenne.

La Renouée du Japon s'est également développée dans le talus de la digue, ce qui peut conduire également à une fragilisation progressive de cette dernière (son système racinaire peut occuper plus de 60 % du volume de terre).

Analyse hydromorphologique (situation actuelle) :

Grâce aux derniers relevés topographiques, une analyse du transport solide a été réalisée. La pente du cours d'eau en aval du pont du chemin de fer est de 0,3%. D'après le calcul du paramètre de Schield, le cours d'eau est stable avec une granulométrie moyenne de 90 mm, soit environ la granulométrie moyenne observée. Sur ce secteur, le fond du lit du cours d'eau est stable et n'est donc pas soumis à une incision du lit.

A l'aide des derniers relevés topographiques réalisés, un calcul des forces tractrices a été réalisé sur un profil en travers du secteur concerné. Pour un débit à plein bord, la force tractrice est de 28 N/m². La résistance à la force d'arrachement d'un simple engazonnement, n'est que 10 N/m² à la finition et de 30 N/m² à la suite de la première végétation (LCHAT, 1992), soit une valeur quasi égale à la force tractrice à plein bord. Au regard du calcul de la force tractrice, un simple ensemencement n'est pas suffisant pour protéger la berge des phénomènes d'érosion.

Le SDEA a demandé que l'étude intègre la création d'épis pour protéger le pied de digue. Ces épis seront destinés à orienter les écoulements vers la rive gauche et à favoriser la protection du pied de berge de la digue en rive droite. La technique à privilégier sera le génie végétal.

3. Opérations projetées

L'ensemble des plans et schémas de chaque aménagement est disponible en annexe 7.

3.1. Ouvrage G01

3.1.1. Dimensionnement de la rampe

Les passes « naturelles » consistent à relier les biefs amont et aval par un chenal plus ou moins large dans lequel l'énergie est dissipée et les vitesses sont réduites par la rugosité du fond et des parois, et/ou par une succession de singularités plus ou moins régulièrement réparties (LARINIER.M et al , 2006).

Dans la configuration d'une rampe en enrochements régulièrement répartis, l'énergie est dissipée par des blocs isolés qui constituent des singularités réparties sur une rampe rugueuse. Cette disposition permet l'obtention d'un écoulement pseudo-uniforme sans singularités hydrauliques tels que des ressauts qui empêcheraient la remontée de certains poissons (LARINIER.M et al , 2006).

Le portique gauche est actuellement plus bas que les deux autres. La hauteur de chute est donc localement plus faible à ce niveau, c'est pourquoi il a été choisi de placer la rampe en enrochements sur cette rive.

Le dimensionnement de la rampe a été réalisé à l'aide de l'outil « Rampe en Enrochements Régulièrement Répartis » fourni par l'AFB.

La méthode appliquée pour le dimensionnement est la suivante :

- 1 Définition de la plage de fonctionnement
- 2 Définir les caractéristiques de la rampe et des blocs (concentration des blocs (C), dimension des blocs (Diamètre, hauteur utile k)
- 3 Calage de la cote la plus basse du dévers latéral avec la hauteur minimale compatible avec l'espèce cible choisie (ici toutes espèces)
- 4 Vérification des conditions hydrauliques pour la cote maximale du niveau d'eau amont pour laquelle les conditions des remontées doivent rester satisfaisantes (ici jusqu'à 2,5 fois le module) et calage de la cote maximale du dévers latéral.
- 5 Vérification de la stabilité des blocs lors de l'exposition aux crues et dimensionnement des blocs de fond et des blocs isolés (ajustement de leur hauteur totale K et de leur hauteur utile k)

(LARINIER.M, COURRET.D, et GOMMES.P, 2006)

Plage de fonctionnement

La passe a été dimensionnée pour des débits entre l'étiage et 2,5x le module.

Le débit d'octobre, début de la remontée des Salmonidés, a été calculé sur la base du débit moyen mensuel d'octobre (Banque Hydro, données entre 1965 et 2018).

Conditions hydrauliques

Différentes variables de la rampe en enrochements sont testées afin d'obtenir les caractéristiques de la rampe enrochement souhaitées (vitesses, puissance volumique dissipées, ...) pour un franchissement optimal de l'ouvrage pour toutes espèces :

Les variables sont les suivantes :

- Largeur de la section d'entrée de la rampe,
- Dévers latéral de la rampe,
- Pente longitudinale de la rampe,
- Diamètres des blocs isolés D,
- Concentration des blocs isolés C,
- Hauteur émergente/utile des blocs k.

Les variables doivent rester dans des gammes d'utilisations courantes préconisées par le « Guide pour la conception des passes naturelles ».

Seule la section d'entrée de la rampe est « modélisée » dans l'outil Excel. En effet le débit s'engageant sur la rampe est contrôlé par la section d'entrée. Il n'y a pas réellement de phase transitoire de l'écoulement. Les conditions de hauteur d'eau et de vitesse d'écoulement sont les mêmes en entrée et le long de la rampe, hors influence du niveau aval.

Le Giessen est caractérisé par une importante plage de débit. Dans le but de s'adapter aux variations importantes des niveaux d'eau amont, il est possible de donner un dévers latéral permettant d'obtenir, pour un niveau d'eau donné, des conditions de passage acceptables sur une partie de l'ouvrage (VNF, 2008).

Afin d'avoir une représentation fine des conditions hydrauliques, la rampe projetée a été divisée en 10 tranches d'écoulement, de 60 cm de large, découpées dans le dévers de la rampe. Ce dernier a été calé à 6,7% pour obtenir les meilleures conditions possibles de franchissement et la plage de fonctionnement la plus large.

Groupe d'espèces	Vitesses maximales dans les jets (m/s)	Hauteur d'eau minimale (m)	Puissances dissipées maximales (W/m ³)
Saumons, truites de mer, lamproies	2.5	0.4	500-600
Aloses	2.0	0.4	300-450
Truites fario	2.0	0.3	500-600
Ombres, cyprinidés rhéophiles	2.0	0.3	300-450
Petites espèces	1.5	0.2	200-300

Tableau 13 : critères hydrauliques à respecter selon les groupes d'espèces pour les enrochements régulièrement répartis – Source Guide pour la conception des passes « naturelles »

Le dimensionnement de la rampe doit permettre le franchissement pour toutes espèces de l'étiage à 2,5 fois le module. Ainsi, pour au moins une tranche d'écoulement, les critères hydrauliques (Cf.

Tableau 13) spécifiques aux petites espèces et aux espèces plus performantes tels que les salmonidés doivent être respectés pour l'étiage à 2,5 fois le module. Les petites espèces (Anguilles, Vairons, Chabots, Loches, Barbeau, Ablette, ...) sont les poissons qui possèdent les plus faibles capacités de franchissement.

Une fois que les variables indiquées, ci-dessus, sont entrées dans l'outil Excel, les paramètres hydrauliques de la rampe (hauteurs, vitesse, puissances volumiques dissipées) sont obtenus pour chaque tranche d'écoulement. L'outil propose des résultats pour des blocs isolés à face plate et à face arrondie, la réalité se trouvant entre les deux.

Suite aux essais réalisés dans le cadre de la réalisation du guide, il s'est avéré que les enrochements à face arrondie montrent une débitance supérieure aux enrochements à face plane. C'est-à-dire que pour obtenir une même hauteur d'eau, il faut un débit supérieur dans le cas de face arrondie (FA) que dans le cas de face plane (FP). La vitesse maximale et la puissance dissipées sont alors également supérieures. Cela est dû au fait que l'écoulement est moins contracté à l'entonnement entre des singularités à face arrondie qu'à face plane (LARINIER.M, COURRET.D, et GOMMES.P, 2006).

Les faces plates sont donc privilégiées pour obtenir des vitesses et des puissances volumiques dissipées plus faibles.

Exemple de résultats fournis par l'outil (ici la variable vitesse maximale dans les jets) :

Répartition des vitesses maximales entre les jets dans chaque tranche d'écoulement en fonction des débits d'entrée :

FP/FA : blocs isolés à la face plate ou à la face arrondie

Les vitesses maximales dans les jets de la rampe en enrochements permettent la remontée piscicole de l'étiage à 2,5 fois le module pour toutes espèces sur au moins une tranche d'écoulement.

Vitesse maximale dans les jets (m/s)			Cote du niveau d'eau amont (m)									
			2,5xmodule		module		QMNA2		QMNA5		Octobre	
Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	166,93		166,68		166,36		166,31		166,55	
			FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA
1	0,6	166,12			1,27	1,57	1,01	1,20	0,95	1,11	1,18	1,44
2	0,6	166,16			1,24	1,53	0,96	1,13	0,89	1,03	1,15	1,40
3	0,6	166,20			1,22	1,49	0,90	1,05	0,82	0,93	1,12	1,35
4	0,6	166,24			1,19	1,45	0,84	0,96	0,72	0,81	1,08	1,30
5	0,6	166,28	1,32	1,65	1,16	1,41	0,75	0,84	0,58	0,62	1,04	1,24
6	0,6	166,32	1,30	1,61	1,13	1,36	0,62	0,67			1,00	1,18
7	0,6	166,36	1,27	1,58	1,09	1,31					0,95	1,11
8	0,6	166,40	1,25	1,54	1,05	1,26					0,89	1,03
9	0,6	166,44	1,22	1,50	1,01	1,20					0,82	0,93
10	0,6	166,48	1,20	1,46	0,96	1,13					0,72	0,81

Figure 16 : Résultats des vitesses maximales dans les jets (m/s)

L'ensemble des résultats détaillés fournis par l'outil sont disponibles en annexe 2.

Le tableau ci-dessous reprend les caractéristiques hydrauliques du fonctionnement de la passe projetée : débit dans la passe, et vitesse, puissance et hauteur d'eau maximales et minimales selon les différentes tranches découpées dans le dévers, pour chaque situation hydrologique entre l'étiage QMNA5 et 2,5x le module.

	2,5X module	module	QMNA2	QMNA5
Débit total- m ³ /s	8,1	3,24	0,25	0,13
Débit dans la rampe FP-FA) - m ³ /s	[3,04-3,39]	[1,22-1,44]	0,25-0,21]	0,13-0,13]
% du débit total	38-40%	38-44%	85-100%	100%
Vitesse maximale dans les jets (max) [FP-FA] - m/s	[1,32-1,65]	[1,27-1,57]	1,01-1,2	0,95-1,11
Vitesse maximale dans les jets (min) [FP-FA]- m/s	[1,2-1,46]	[0,96-1,13]	0,62-0,67]	0,72-0,81
Puissance dissipée max [FP-FA] - W/m ³	[470-470]	[216-286]	[201-195]	[1697-176]
Puissance dissipée min [FP-FA] - W/m ³	[212-259]	[198-180]	[173-87]	[169-77]
Hauteur d'eau max [FP-FA] - m	0,81	0,56	0,24	0,19
Hauteur d'eau min [FP-FA]- m	0,45	0,20	0,04	0,03

Tableau 14 : Caractéristiques de la rampe de l'étiage à 2,5 fois le module

L'outil indique pour chaque tranche si « oui » ou « non » la franchissabilité est assurée pour les critères hydrauliques entrés à respecter. Pour les petites espèces, la franchissabilité est assurée de l'étiage QMNA2 à 2,5 X le module sur au moins une tranche d'écoulement (voir tableau 15).

Rappels des critères hydrauliques à respecter : Critère de vitesse maximale dans les jets : 1,5 m/s
Critère de hauteur d'eau minimale : 0,2 m.

Atteinte des 2 critères de vitesse maximale et hauteur d'eau minimale			Cote du niveau d'eau amont (m)									
			2,5xmodule		module		QMNA2		QMNA5		Octobre	
Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	166,93		166,68		166,36		166,31		166,55	
			FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA
1	0,6	166,12	Non	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui
2	0,6	166,16	Non	Non	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non	Oui	Oui
3	0,6	166,20	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui
4	0,6	166,24	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui
5	0,6	166,28	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui
6	0,6	166,32	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui
7	0,6	166,36	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
8	0,6	166,40	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
9	0,6	166,44	Oui	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
10	0,6	166,48	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Tableau 15 : Franchissabilité pour les petites espèces par tranche d'écoulement en fonction

La franchissabilité est également assurée pour le groupe « Salmonidés, Lamproies, Truites de mer ». Les critères hydrauliques sont respectés sur au moins une tranche d'écoulement dès le débit moyen d'octobre jusqu'à 2,5 fois le module (*voir résultats détaillés en annexe 2*).

Etant donné la plage de débit importante, il n'était pas possible techniquement d'assurer la franchissabilité sur plus de tranches et sur une plus longue période, mais le résultat reste satisfaisant. La largeur de la rampe a été maximisée, ainsi que le dévers latéral, afin de garantir une gamme de critères hydrauliques la plus large possible pour le franchissement toutes espèces.

D'après le guide ICE, il est indiqué que pour des vitesses inférieures à 1,5 m/s, la rampe est franchissable pour toutes espèces. L'ouvrage projeté a été calé au plus juste pour offrir des vitesses entre 0,58 à l'étiage QMNA5 et 1,46 m/s pour 2,5 x le module (Jean-Marc Boudoin et al., 2014).

Noter de plus que le fond de la rampe présentera une rugosité importante, ce qui réduira nettement les vitesses à ce niveau. Les vitesses annoncées sont en effet des vitesses moyennes sur une tranche.

Caractéristiques de la rampe :

Après avoir testé différentes géométries de rampe et différentes dimensions de blocs, les caractéristiques retenues permettant l'obtention des critères hydrauliques à respecter sont les suivantes :

			Domaine d'application	Gamme courante
Diamètre des blocs D :	0,50	m		0.3 - 0.6
Hauteur émergente des blocs k :	0,60	m		0.4 - 0.8
Concentration des blocs C :	16,0%	%	6% - 16%	
Pente longitudinale de la rampe l :	4,0%	%	1% - 10%	

Tableau 16 : Caractéristiques des blocs isolés

Après analyse, la largeur de 6 m assure de bonnes conditions de franchissabilité tout en limitant l'emprise sur la rive. Le dévers latéral retenu est de 6,7 %.

La méthode de dimensionnement de la rampe enrochements via l'outil fournis par l'AFB est disponible en annexe 1.

Stabilité des blocs isolés :

Une fois que la géométrie de la rampe a été retenue, il faut s'assurer de la stabilité des blocs isolés. La méthode utilisée ici est basée sur le Guide Technique pour la conception des Passes « naturelles ». Le guide recommande que la hauteur hors sol (ou hauteur utile : k) du bloc représente la moitié de la hauteur totale K, afin de s'assurer qu'il n'y ait aucun risque de basculement du bloc. La vitesse critique est un paramètre qui est calculé afin de s'assurer la tenue des blocs.

La vitesse critique de stabilité pour les blocs à ne pas dépasser est calculée de la manière suivante :

$$V_{\text{critique}} = \sqrt{\frac{((2 * (\rho_s - \rho)) * g * \text{Volumedubloc} * L_p)}{\rho * C_T * S * L_f}}$$

La note de calcul est disponible en annexe 2.

La vitesse critique du bloc est de 4,7 m/s. La vitesse critique est très élevée et ne sera pas dépassée, quel que soit le débit passant par la passe. La vitesse critique est bien supérieure à la vitesse moyenne dans la rampe à plein bord qui est de 1,4 m/s. La stabilité dans le temps des blocs isolés est assurée.

Stabilité des enrochements dans le fond de la rampe :

Une fois la stabilité des blocs isolés vérifiée, il faut s'assurer que la stabilité des blocs de fond est assurée quel que soit le débit passant par la rampe.

La formule de permettant d'obtenir le débit permmissible avant déstabilisation des blocs donne :

$$q_{\text{max}} = 1,24 * D65^{1,5} * I^{\frac{-7}{6}} \text{ (Wittaker et Jäggi, 1986)}$$

D65 des enrochements : 300 mm
I : pente= 0,04 m/m = 4 %
qmax : débit unitaire maximal permmissible

Cette formule contient une marge de sécurité de 20 %.

D'après le guide technique pour la conception des « passes naturelles », si les blocs sont disposés de manière compacte on peut adopter par sécurité la même formule. Le débit maximal permmissible peut être multiplié dans ce cas par un facteur allant de 1,7 à 2 (Gebler, 1991).

Stabilité des enrochements	
D65	0,3
pente (m/m)	0,04
Débit unitaire permmissible (qmax) (m3/s/m)	8,7
Débit unitaire permmissible si compacté (qmax) (m3/s/m)	15
Débit total max permmissible non compacté (m3/s)	52
Débit total max permmissible si compacté (Gebler) (m3/s)	89

Tableau 17 : Limites de la stabilité des blocs du fond de la rampe

A plein bord, sur la totalité de la largeur du cours d'eau, le débit est de 20 m³/s et sur la rampe en enrochement le débit est de 9,6 m³/s. Au regard des débits totaux permmissibles, le risque de déstabilisation sera minime. Ainsi, des blocs de 30 cm de diamètre seront mis en œuvre dans le fond de la rampe.

3.1.2. Influence hydraulique

Une analyse hydraulique sur le profil en long actuel de la crête a été effectuée, afin de connaître les hauteurs d'eau amont actuelles en fonction des débits caractéristiques. Une même analyse a été faite dans une situation projetée avec la rampe en enrochements, afin d'estimer l'influence de l'aménagement sur le niveau d'eau amont.

Influence sur la hauteur d'eau à l'amont :

Les hauteurs d'eau actuelles ont été calculées avec une loi de seuil dénoyée. En période projetée, les hauteurs d'eau amont ont été calculées par une combinaison du débit calculé passant par la passe et des débits passant par les deux autres portiques avec une loi de seuil dénoyée.

	Débits (m ³ /s)	Niveau d'eau amont projeté (mNGF)	Différence cote niveau d'eau (cote amont actuelle- cote amont projetée) (m)
QMNA5	0,130	166,31	0,13
QMNA2	0,250	166,37	0,09
module	3,240	166,68	0,2
2,5 x module	8,1	166,92	0,01
Q2	47	Débordement	Débordement
Q10	102	Débordement	Débordement
Q100	188	Débordement	Débordement

Tableau 18 : Niveau d'eau amont en fonction des débits caractéristiques

Ainsi l'influence de l'ouvrage projeté en crue sera négligeable.

La différence à l'étiage est simplement due à l'échancrure formée dans le portique gauche pour créer le dévers de la rampe.

La hauteur d'eau aval a été déterminée via une formule la Manning Strickler, le profil en travers de l'aval étant fourni dans les levées topographiques complémentaires. Ainsi, le dénivelé d'eau entre l'amont et l'aval de la rampe a pu être déterminé. *Voir résultats des calculs en annexe 2.*

Le dénivelé d'eau maximal est de 73 cm est en période d'étiage sévère. Cette donnée permet de dimensionner la longueur de la rampe qui correspond au rapport du dénivelé d'eau maximal par la pente longitudinale (4%). Ainsi la rampe aura une longueur de 18,25 m.

3.1.3. Opérations projetées

Il s'agit de créer une rampe en enrochements régulièrement répartis sur le portique gauche de l'ouvrage existant présentant les caractéristiques suivantes :

- Longueur de 18,25 m ;
- Pente longitudinale de 4% ;
- Dévers latéral de 6,7% sur une largeur totale de 6 m.

Cette rampe sera constituée d'un enrochement de fond de 60 cm d'épaisseur composé de blocs de 30cm de diamètre (D65), disposés de manière la plus compacte possible. Ces enrochements seront liaisonnés pour sécuriser leur tenue.

Au sein de cette rampe seront disposés des blocs isolés de diamètre 50 cm et de 1,2 m de hauteur. La hauteur émergente, soit la hauteur face à l'écoulement, sera de 60 cm (enfouissement de moitié afin d'assurer leur stabilité). L'espacement entre chaque bloc isolé sera de 1,25 m, d'axe à axe, soit 75 cm bloc à bloc, ce qui correspond à une concentration de 16%. Au total 67 blocs seront nécessaires.

Les blocs présentant des faces plates seront à privilégier afin d'assurer les meilleures conditions de franchissement.

Un géotextile synthétique sera mis en œuvre sous les blocs afin d'éviter les phénomènes d'affouillement qui pourraient déstabiliser l'ouvrage.

La rampe sera prolongée à l'aval par une fosse de dissipation (blocs en para fouille) sur 6,2 m de longueur, de manière à favoriser l'attrait piscicole et éviter tout phénomène d'affouillement. Cette fosse sera profonde de 15-20 cm.

Des blocs en para fouille seront également mis en œuvre sur la partie amont sur 2,80 ml. Ceux-ci seront disposés de manière inclinée vers l'amont afin de prévenir toute érosion par l'amont qui pourrait déstabiliser la rampe.

Les matériaux alluvionnaires décaissés seront remis en œuvre dans la rampe afin de colmater interstices entre les blocs.

Le pilier actuel rive gauche sera supprimé en partie afin d'obtenir les 6m de largeur nécessaire, et le béton restant sera ragréé.

Le second pilier en partant de la rive gauche sera supprimé et remplacé par un mur en enrochements liaisonnés de section trapézoïdale, avec 50 cm de largeur en crête, et 4 m en fond (ancrage 80 cm).

Ce mur sera prolongé sur toute la longueur de la rampe, soit sur 18,25 ml et servira d'appui à la rampe.

La berge rive gauche sera retalutée en 3H/1V afin d'y limiter les contraintes, et protégée avec un géotextile biodégradable. Le pied de berge sera lui enroché, dans la continuité de la rampe, avec des enrochements de 30 cm de diamètre, sur 60 cm d'épaisseur (ancrage dans le fond et dans la berge). Les enrochements seront prolongés jusqu'à la cote correspondant à 2,5x le module.

L'ensemble des surfaces travaillées sera ensemencé avec un mélange grainier adapté (30g/m²).

Un pare embâcles en bois sera placé en entrée de la rampe selon disposition indiquée sur le plan masse. Les pieux, de 5m de longueur, présenteront un diamètre de 20 cm. Les pieux seront battus de manière à obtenir une hauteur émergente de 2m.

On cherchera à intervenir en période d'assec afin de faciliter la mise en œuvre des travaux et de limiter au maximum les incidences sur le milieu (ce secteur est justement propice à des asssecs réguliers et ce, sur de plus en plus longues périodes).

Remarque quant à l'entretien :

Malgré le pare embâcle, il est important de noter qu'une concentration en blocs isolés de 16% est susceptible d'impliquer un entretien régulier pour dégager les embâcles qui auraient passé le pare embâcles et qui se seraient bloqués entre les blocs.

La réalisation de l'aménagement sur la partie gauche de l'ouvrage permet néanmoins, de par l'axe d'écoulement naturel dirigé vers la rive droite, de limiter le blocage d'embâcles dans la passe.

Remarque : Selon les coûts et délais de fourniture des blocs isolés, il pourra être envisagé de les remplacer par des obstacles plus construits, en béton ou en métal préfabriqué.

Remarque : L'échancrure dans le fond actuel du portique pour créer le dévers de la rampe ne sera pas à même de former une érosion régressive susceptible de fragiliser les fondations du pont ou de mettre en péril la traversée de la conduite d'eau potable. En effet, le fond de l'échancrure au droit de la crête est calé au-dessus du TN actuel présent en amont de l'ouvrage.

Le coût total de ces travaux a été estimé à 55 802 € HT.

3.2. Ouvrage G02

3.2.1. Opérations projetées

Il s'agit de créer une échancrure dans la chute principale de l'ouvrage actuel, sur 4 m de largeur (largeur totale de l'ouvrage : 17 m) en supprimant quelques blocs. Cette échancrure sera réalisée jusqu'au fond du lit, soit sur 70 cm de hauteur.

On cherchera tant que possible à conserver sur 2,5 m de largeur au sein de l'échancrure réalisée une hauteur de blocs de 15 cm environ dépassant du fond du lit afin de pincer réellement les écoulements à l'étiage.

Remarque : La largeur de 4 m a été définie de manière à pincer significativement les écoulements et obtenir des hauteurs d'eau satisfaisantes au droit d'une zone où le lit présente une surlargeur importante, tout en étant suffisamment importante pour limiter le risque de blocage d'embâcles.

L'échancrure sera réalisée de manière centrale dans le seuil.

Remarque : Le fond de l'échancrure se basera sur le fond du lit en amont. L'aménagement n'est donc a priori pas sujet à créer un phénomène d'érosion régressive marqué.

3.2.2. Fonctionnement en fonction des débits du Giessen

Le tableau ci-dessous reprend, en fonction des différentes situations hydrologiques du Giessen, les hauteurs d'eau dans l'échancrure. Les vitesses sont données à titre indicatif, il s'agit de vitesses moyennes calculées sur la section globale, de l'échancrure jusqu'au module, sur la totalité de la largeur du lit pour des débits supérieurs.

Fréquence	Débits (m3/s)	hamont mNGF	Hauteur d'eau dans l'échancrure (m)	Vitesse moyenne (m/s)
QMNA5	0,130	177,91	0,08	0,42
QMNA2	0,250	177,95	0,12	0,56
module	3,240	178,47	0,64	1,06
2,5 x module	8,1	178,72	0,89	1,11
Septembre	0,63	178,03	0,2	0,78
Octobre	1,48	178,17	0,34	1,11

Tableau 19 : Caractéristiques de l'écoulement au niveau de l'échancrure

Remarque : Les mois de septembre et octobre sont des moyennes mensuelles (Banque Hydro entre 1965 et 2018).

Ces résultats correspondent à une situation avec une échancrure de 70 cm de profondeur sur 4 m de large. Des calculs ont également été réalisés en conservant une partie des enrochements en fond sur une hauteur de 15 cm et sur 2,5m de largeur. Les hauteurs d'eau obtenues sont de 14 cm au QMNA5 et 21 cm au QMNA2.

Ainsi, si l'échancrure simple permettra un franchissement satisfaisant (remontée hors de ces périodes d'étiage et hauteurs d'eau qui pourront déjà être limitantes à l'amont), on cherchera selon les possibilités en phase chantier à conserver un rebord tel que défini précédemment dans le fond de l'échancrure afin d'optimiser les hauteurs d'eau à l'étiage.

Le coût total de ces travaux a été estimé à 6 820 € HT.

3.3. Ouvrage G03

3.3.1. Scénario d'abaissement de la crête (scénario 1)

Il s'agit ici d'abaisser l'ouvrage en supprimant deux rangées de blocs constituant la crête du seuil, jusqu'à la côte 182,50 mNGF. Cette cote correspond au fond du lit en amont direct de la vanne d'alimentation des étangs de pêche.

Au sein de la rampe, les blocs seront redispesés de manière à concentrer les écoulements dans une veine d'eau principale sinueuse, ce qui permettra d'avoir des hauteurs d'eau suffisantes, sur une pente amoindrie. La pente générale de la rampe sera également homogénéisée. Cette solution permet ainsi de minimiser les turbulences et les forces de cisaillement.

Sur la partie aval, des blocs supplémentaires seront mis en œuvre dans le lit afin de supprimer la chute créée.

Remarque : Les échanges avec les gestionnaires permettront de mesurer précisément l'impact de ces opérations sur les réseaux traversant le Giessen à ce niveau.

En fonction de cet impact, il pourra être envisagé plusieurs possibilités :

- Conservation de la crête de l'ouvrage et ajustement de la rampe en arrière (ceci impliquera certainement un rallongement de celle-ci, ce qui a été déconseillé par l'AFB),
- Mise en place de protections superficielles et pérennes (type matelas gabions etc.),

- Abaissement de la cote d'implantation de ces réseaux.

Le coût total des travaux a été estimé à 12 672 € HT.

Fonctionnement en fonction des débits du Giessen

Une estimation des niveaux d'eau en amont la crête a été effectuée via la formule de Manning Strickler. D'après cette approche hydraulique, une hauteur d'eau d'environ 20 cm serait conservée devant la vanne durant une période d'étiage sévère (QMNA5) en cas d'abaissement contre actuellement 53 cm.

Les résultats de ces calculs sont disponibles en annexe 3.

Remarque : Ces calculs ne prennent pas en compte la part d'infiltration dans les sédiments qui peut influencer le niveau d'eau effectivement présent, notamment en période d'étiage.

3.3.2. Scénario d'effacement de l'ouvrage

Le scénario d'effacement de l'ouvrage a également été étudié afin de s'inscrire au mieux dans les objectifs du SAGE. Cette solution rétablirait une pente plus naturelle du cours d'eau, évaluée à environ 4,8 ‰ (qui correspond à la pente générale du Giessen sur sa partie aval (en comptant l'ensemble des ouvrages présents dans le profil en long)) (pente actuelle 2,8 ‰).

Ceci impliquerait une reprise de mobilité latérale sur plus de 1 km pour l'ajustement du lit et le retour à une situation antérieure à la mise en place de l'ouvrage. Sur la base des fuseaux de mobilité fonctionnels tels que définis dans le SAGE Giessen Lièpvrette, le Giessen est susceptible de bouger à terme sur un espace d'environ 60 m de part et d'autre de son axe actuel.

Les parcelles environnantes sont essentiellement forestières mais il sera nécessaire de préciser les usages et les propriétaires, ainsi que l'implantation des réseaux (notamment HTA) sur les zones potentiellement impactées si l'on souhaite approfondir cette réflexion.



Figure 17 : Localisation de l'ouvrage G03

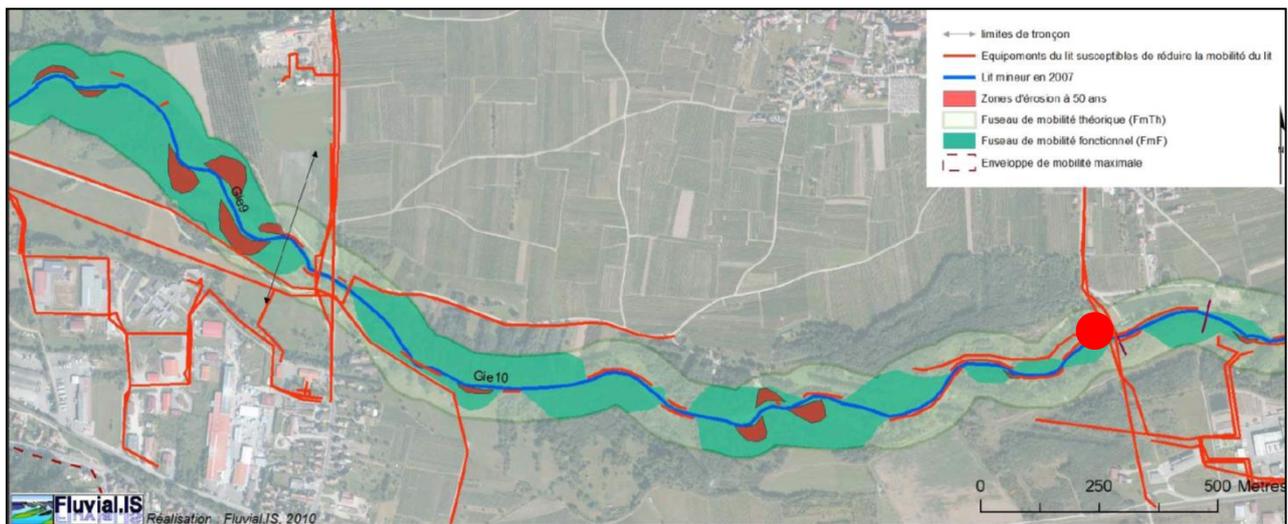


Figure 18 : Vue aérienne du secteur en amont de l'ouvrage G03 (source : Géoportail) et cartographie des fuseaux de mobilité fonctionnel et théorique sur le secteur (source : SAGE Giessen-Lièpvrette)

Si elle permettait un réel gain en termes de qualité du milieu, cette solution nécessiterait la reprise complète des réseaux situés en amont du seuil (enfouissement) et l'adaptation de la prise d'eau des étangs, voire leur aménagement global. Des mesures d'accompagnement (travail sur la hauteur des berges pour éviter un encaissement trop important, protections locales selon les enjeux) pourront également être nécessaires.

Cette dernière solution est plus ambitieuse. L'ouvrage n'étant pas en règle, la DDT veut faire en sorte que cet aménagement soit effacé ou abaissé. Néanmoins, cet aménagement est un frein politique qui fera l'objet d'échanges, notamment avec l'AAPPMA qui est opposée à l'abaissement du seuil.

Le coût total des travaux a été estimé à 40 150 € HT.

3.4. Ouvrages L01 et L02

Les ouvrages L01 et L02 sont traités ensemble, du fait de leur proximité dans le profil en long.

Noter cependant que dans un premier temps, seul l'ouvrage L01 sera aménagé. L'ouvrage L02 restera tel quel puisqu'il existe un usage et qu'il est actuellement franchissable.

L'évolution du lit sera cependant à surveiller car l'érosion régressive induite par l'arasement de l'ouvrage L01 sera certainement susceptible de créer une déstabilisation de l'ouvrage L02 qui favoriserait la déconnexion du Muhlbach et/ou en diminuerait la capacité de franchissement. Auquel cas, une intervention dans un second temps sera à prévoir afin de renforcer cet ouvrage et le rendre franchissable, tout en maintenant la cote de prise du Muhlbach conformément au droit d'eau.

Deux scénarios ont été étudiés. Ils diffèrent par la distance d'arasement de la crête de l'ouvrage actuel. Dans les deux scénarios la solution proposée est la mise en œuvre de prébarrages en aval de la . Ces derniers sont formés de plusieurs murs ou seuils créant à l'aval de l'obstacle des grands bassins qui fractionnent la chute à franchir (Larinier, 1992).

3.4.1. Dimensionnement L01 : scénario 1

Scénario 1 : abaissement de la crête de 90 cm

Calcul du nombre de bassins

Il s'agissait dans un premier temps de définir le nombre de bassins constituant l'aménagement. Pour se faire, le dénivelé d'eau maximal entre l'amont et l'aval a été déterminé. Chaque bassin aura une chute maximale de 25 cm.

Nombre bassins = Dénivelé d'eau maximal (m) / chute maximale souhaitée (m) = 1, 77 / 0,25 = 7 bassins

L'outil pré barrage de Cassiopé a permis de dimensionner hydrauliquement les pré barrages. Cet outil permet d'obtenir dans chaque bassin la profondeur moyenne, le niveau d'eau et la puissance volumique dissipée (P/V). Trois situations hydrologiques ont été testées afin de correspondre au plus grand panel de débit possible lors des périodes de remontée :

- QMNA2
- Module
- 2,5 x le module

Pour se faire il faut entrer pour chaque bassin : la surface, la cote de fond et la géométrie de l'échancrure.

Exemple de résultats Cassiopée : caractéristiques hydrauliques à 2,5 x le module :

P/V : puissance volumique dissipée

	1	2	3	4	5	6	7	Aval	Surface	Cote fond	Niveau d'eau	P/V	Prof. Moy.
Amont	▣	•	•	•	•	•	•	•		220.90	221.97		1.07
1	▣	•	•	•	•	•	•	•	1 78.86	220.65	221.72	150	1.07
2		▣	•	•	•	•	•	•	2 78.86	220.40	221.47	150	1.07
3			▣	•	•	•	•	•	3 78.86	220.15	221.22	150	1.07
4				▣	•	•	•	•	4 78.86	219.90	220.97	149	1.07
5					▣	•	•	•	5 78.86	219.65	220.72	149	1.07
6						▣	•	•	6 78.86	219.40	220.47	148	1.07
7							▣	•	7 78.86	219.15	220.26	121	1.11
											Niveau d'eau aval : 220.20		

Exe : 1 pré barrage entre bassin 3 et 4

Figure 19 : Résultats issus de Cassiopé pour 2,5 X le module

L'ouvrage a été dimensionné de manière que la puissance volumique dissipée ne dépasse pas 150 W/m³ (critère hydraulique pour les petites espèces) sur toute la plage de débit de manière, à ce que l'aménagement soit adapté à toutes espèces. Différentes géométries d'échancrure et bassins ont été testés jusqu'à l'obtention d'une puissance volumique dissipée satisfaisante.

Les résultats pour QMNA2 et le module sont disponibles en annexe 4.

Le niveau d'eau moyen minimum variera entre 72 cm à l'étiage courant et 1,07 m à 2,5x le module.

Remarques : L'outil pré barrage n'est pas adapté pour l'étiage QMNA5. Avec ce très faible débit, le logiciel ne bouclait pas les calculs. Néanmoins le franchissement est assuré pour ce débit. En effet,

un calcul simple de seuil avec échancrure met en évidence une hauteur d'eau d'environ 40 cm, ce qui permet le passage pour toutes espèces.

Stabilité des enrochements dans le fond des bassins :

Une fois l'ouvrage dimensionné hydrauliquement, il faut s'assurer que les enrochements mis en œuvre seront stables quel que soit le débit transitant dans l'aménagement.

La formule de Wittaker et Jäggi (1986) donne :

$$q_{\max} = 1,24 * D65^{1,5} * I^{-7/6}$$

D65 des enrochements : 300 mm
 I : Pente= 0,04 m/m
 qmax : débit unitaire maximal permissible

Stabilité des enrochements					
D65	Pente (m/m)	Débit unitaire permissible (qmax) m3/s/l	Débit unitaire permissible (qmax) si compacté m3/s/l	Débit total max permissible non compacté m3/s	Débit total max permissible si compacté m3/s
0,3	0,04	8,7	15	115	195

Tableau 20 : Etude de la stabilité des enrochements

Le débit à plein bord est de 72 m³/s et le débit Q100 est de 95 m³/s. Au regard des débits totaux permis, le risque de déstabilisation sera minime avec un diamètre des blocs D65 de 30 cm.

Influence hydraulique

Le niveau d'eau amont projet (abaissement de la crête de 90 cm et création de l'échancrure) a été calculé à l'aide d'une formule de seuil dénoyé grâce à l'outil Dever du logiciel Cassiopé. Il est en lien avec l'abaissement de la crête et la création de l'échancrure. Cette échancrure prend en charge les débits jusqu'au module. Pour des débits supérieurs, c'est la crête du premier prébarrage qui maintient la ligne d'eau en amont.

Les niveaux d'eau amont en fonction des débits caractéristiques sont disponibles en annexe 5.

Le dénivelé d'eau projeté : hauteur d'eau amont projetée – hauteur d'eau aval est indiqué dans le tableau ci-dessous :

Fréquence	Débits (m ³ /s)	Niveau d'eau aval (mNGF)	Dénivelé d'eau actuel (m)	Dénivelé d'eau projeté (m)
2,5xmodule	5,23	220,2	2,74	1,77
Module	2,09	220,12	2,63	1,66

QMNA2	0,40	220,05	2,57	1,31
-------	------	--------	------	------

Tableau 21 : Etude des dénivelés d'eau en fonction des débits caractéristiques

Opérations projetées

Le premier scénario consiste à abaisser la crête de 90 cm jusqu' à la cote 221,7 mNGF. Le dénivelé d'eau restant sera divisé en créant 7 bassins de 6 m de longueur, formant ainsi des chutes de 25 cm de hauteur au maximum.

L'aménagement total présentera donc une longueur totale de 48m.

Afin d'assurer des hauteurs d'eau suffisantes, une échancrure triangulaire de 3 m de largeur, 80 cm de hauteur et 70 cm d'épaisseur sera créée dans chaque pré barrage, en alternance rive gauche rive droite, de façon à privilégier des zones de repos durant la remontée des espèces piscicoles.

Ces échancrures permettront la prise en charge du module. Pour des débits supérieurs, l'ouvrage présentera un déversement au-dessus des pré-barrages.

Les murs formant les prébarrages seront formés en enrochements liaisonnés (30 cm de diamètre (D65)) et présenteront une section trapézoïdale, la plus petite base sera d'une épaisseur d'1m et la plus grande base de 2,6 m. La largeur totale des prébarrages sera de 13,2 m, avec un ancrage en berge de 80 cm.

Entre les prébarrages le fond du lit sera constitué de blocs en enrochements libres de 30 cm de diamètre (D65). La pente entre chaque bassin est de 4%

Du géotextile synthétique sera systématiquement mis en œuvre sous les blocs afin d'éviter tout phénomène d'affouillement. On utilisera tant que possible les blocs formant la rampe actuelle pour former le dispositif et ainsi diminuer les coûts.

Les échancrures sont disposées au fil de l'eau et ne constituent pas de chute afin de prendre en compte tous les débits, dont les très faibles débits à l'étiage qu'il faut concentrer. Ainsi, un fond du lit se reconstituera naturellement au sein des prébarrages.

Les berges seront retalutées en 3H/1V sur tout le linéaire et protégées avec un géotextile biodégradable. L'ensemble des surfaces travaillées sera ensemencé avec un mélange grainier adapté (30g/m²).

Remarque : Les échancrures ont été dimensionnées afin de limiter au maximum le blocage d'embâcles dans la passe qui pourraient en diminuer l'efficacité. Néanmoins un entretien régulier sera nécessaire pour assurer le bon fonctionnement du dispositif.

Analyse hydromorphologique

L'analyse de terrain a permis de mettre en valeur peu de marques de mobilité du cours d'eau ou d'incision, malgré des berges composées de matériaux globalement facilement mobilisables et peu végétalisés. La Lièpvrette est donc à ce niveau actuellement en situation d'équilibre, et ce, pour une pente de 4 ‰.

Après analyse du transport solide, la stabilité du fond du lit sur la base de la granulométrie observée peut être assurée avec une pente de 5‰ (granulométrie de 10 cm).

L'arasement de l'ouvrage de 90 cm formera lui une pente projetée de 7 ‰, soit une pente d'équilibre correspondant à un diamètre de 15 cm, ce qui n'est pas en adéquation avec les caractéristiques du milieu. Ainsi il est inévitable que le lit de la Lièpvrette à ce niveau soit susceptible de s'adapter.

Remarque : L'échancrure supplémentaire créée, de par sa forme triangulaire et sa taille, n'est pas prise en compte dans la pente annoncée, car c'est bien la crête des prébarrages qui maintiendra la ligne d'eau en amont et qui conditionnera le transport solide.

Cette évolution va se traduire par une incision du lit, puis par une reprise de mobilité latérale pour compenser le déficit de transport sédimentaire en lien avec l'augmentation de pente. En effet, les contraintes seront augmentées sur des berges déjà hautes, peu ou mal végétalisées, là où les matériaux alluvionnaires sont facilement mobilisables. L'incision du lit en amont direct du seuil L02 provoquerait un abaissement du lit estimé à 70 cm pour une pente à l'équilibre de 5 ‰.

Le coût total des travaux a été estimé à 153 439 € HT.

Compte tenu de ces éléments, un scénario 2 est proposé dans le cas où une incidence hydromorphologique de cette ampleur sur l'amont n'est pas souhaitée ou ne peut être permise du fait du contexte notamment foncier.

Ce scénario 2 comprend un arasement de seulement 30 cm, afin de minimiser le réajustement hydromorphologique en amont du seuil. La pente en amont après abaissement de la crête sera de 5,1 ‰, soit une pente quasi équivalente à la pente d'équilibre. L'incision du lit se fera sur environ 50 ml. L'ouvrage L02 étant situé à 350m de l'ouvrage L01, il ne sera pas impacté par cet abaissement du lit.

3.4.2. Dimensionnement L01 : scénario 2

Scénario 2 : abaissement de la crête de 30 cm

De la même manière que dans le scénario 1, le nombre de bassins a été calculé :

Calcul du nombre de bassins :

= Dénivelé d'eau maximal (m)/chute maximale souhaitées) = 1,36 / 0,25 = 9,44 bassins soit 10 bassins.

L'outil prébarrage de Cassiopé a permis de dimensionner hydrauliquement les prébarrages. L'outil est adapté seulement pour 7 bassins. Ainsi les 7 premiers bassins d'aval en amont ont été entrés dans l'outil. Les bassins n'étant dans tous les cas pas noyés par l'aval au-delà du 7^{ème} bassin, la chute reste de 25 cm au-delà. Les paramètres hydrauliques sont donc les mêmes au-delà du 7^e bassin. Ainsi les caractéristiques des 3 barrages non entrés ont pu être déduites par différence de hauteur.

De même que pour le scénario 1, trois situations hydrologiques ont été testées :

- Etiage courant
- Module
- 2,5 x le module

Les résultats fournis pas Cassiopée sont disponibles en annexe 5.

La profondeur moyenne va de 53 cm à l'étiage courant à 1,2 m à 2,5 x le module. Les puissances volumiques dissipées permettent la remontée pour toutes espèces sur cette gamme de débit. En effet, l'ouvrage a été dimensionné de manière à ce que la puissance volumique dissipée ne dépasse pas 150 W/m³ sur toute la gamme de débit de manière à ce qu'il soit adapté à toutes espèces tel que dans le scénario 1.

Stabilité des enrochements dans le fond des bassins :

Les caractéristiques de blocs sont les mêmes que dans le premier scénario.

Influence hydraulique

Dans un premier temps, le niveau d'eau amont projet (abaissement de la crête de 30 cm et création de l'échancrure) a été calculé à l'aide de d'une formule de seuil dénoyé via l'outil Dever du logiciel Cassiopé (voir résultats en annexe 5). Le niveau d'eau aval a été déterminé par la formule de Manning-Strickler. À la suite de cela le dénivelé d'eau a été déterminé.

Le dénivelé d'eau projeté : hauteur d'eau amont projetée – hauteur d'eau aval est indiqué dans le tableau ci-dessous :

Fréquence	Débits (m ³ /s)	Niveau d'eau aval (mNGF)	Dénivelé d'eau actuel	Dénivelé d'eau projeté (m)
2,5xmodule	5,23	220,2	2,74	1,77
Module	2,09	220,12	2,63	1,66
QMNA2	0,40	220,05	2,57	1,31

Tableau 22 : Etude des dénivelés d'eau en fonction des débits caractéristiques

Opérations projetées

Le second scénario consiste à abaisser la crête de 30 cm jusqu' à la cote 222,30 mNGF. Le dénivelé d'eau sera divisé en 10 bassins de 6 m de longueur, créant ainsi des chutes de 25 cm de hauteur maximum. Les caractéristiques des prébarrages et du fond du lit entre les bassins sont les mêmes que dans le premier scénario. Il en est de même pour la disposition et les dimensions des échancrures. Les berges seront retalutées en 3H/1V sur tout le linéaire et protégées avec un géotextile biodégradable. L'ensemble des surfaces travaillées sera ensemencé avec un mélange grainier adapté (30g/m²) pour assurer leur tenue.

Le coût total des travaux a été estimé à 160 693 € HT.

3.5. Secteur Giessenwald

3.5.1. Diversification du Giessen

Les épis seront disposés soit en rive droite, soit en rive gauche, soit sur les deux rives pour former des déflecteurs, selon disposition indiquée sur le plan masse donné en annexe 7. La disposition

des épis varie en effet afin d'éviter les contraintes érosives en berge et ne conserver qu'un effet de diversification des écoulements et des habitats. Les épis permettront de concentrer les écoulements et de resserrer la largeur à 10 m, comme ce qui a été observé sur les zones les plus diversifiées.

Les rémanents seront orientés vers l'aval avec un angle de 25°. Ainsi la longueur des épis sera variable en fonction de la largeur du lit actuel. Ils seront ancrés de 1 à 1,5 m en berge et fixés à l'aide de pieux en bois imputrescible.

Les arbres seront issus du traitement de la végétation (saule de préférence afin de favoriser leur rejet). Des embâcles sont déjà présents dans le lit et jouent déjà un rôle de déflecteur. Ces derniers seront fixés à l'aide de pieux en bois imputrescibles afin de pérenniser leur effet.

Deux zones de plantations de boutures de saule sont prévues sur 20 ml chacune, à raison de 4 boutures / m², afin de chercher à fixer les atterrissements déjà présents.

Le coût total des travaux a été estimé à 14 755 € HT.

3.5.2. Annexes du Giessenwald

Dimensionnement de la prise d'eau

Sur la base du nouveau profil en travers du cours d'eau au droit de la prise d'eau projetée, les hauteurs d'eau ont été estimées pour les différents débits caractéristiques à partir de la formule de Manning Strickler.

Fréquence	Débit (m ³ /s)	Cote niveau d'eau (mNGF)
QMNA5	0,130	176,9
QMNA2	0,250	176,94
Module	3,240	177,21
Q2	47	178,61
Q5	75	178,92

Tableau 23 : Etude du niveau d'eau en fonction du débit

La prise d'eau alimentera un chenal d'écoulement préférentiel entre une crue Q2 et une crue Q5 du Giessen, afin de limiter les apports de sédiments dans le Giessenwald.

Le chenal sera alimenté soit par un ouvrage cadre, soit par une buse.

Le SDEA fera le choix entre les deux types de prise. La buse a pour avantage d'être moins coûteuse et plus simple à mettre en œuvre. Néanmoins, l'entretien avec une prise d'eau est plus simple du fait de ses sections d'entrée et de sortie plus grande.

La prise d'eau sera calée à la cote de 178,61 mNGF, ce qui correspond à la cote de crue Q2. La prise d'eau aura une pente de 5% sur 10 m puis de 3% sur 12 m, soit jusqu'à l'annexe D. Ces pentes ont été déterminées de façon à ce que la capacité hydraulique du tronçon soit suffisante pour contenir le débit d'alimentation maximal et acheminer l'eau jusqu'à l'annexe D sans débordement.

Différents scénarios ont été étudiés. Ils diffèrent par leur débit d'alimentation maximale correspondant à une crue Q5 du Giessen.

Dans le cas d'une alimentation par une buse, différentes dimensions de conduites ont été dimensionnées en fonction des débits d'alimentation maximum souhaités.

Dimension - prise d'eau (buses)					
Débit maximum d'alimentation (l/s)	100	200	400	600	600
Diamètre buse (mm)	300	300	400	400	400
Nombre de buses	1	2	2	3	3

Tableau 24 : Dimensionnement des buses en fonction du débit d'alimentation

Dans le cas d'une alimentation par un ouvrage cadre, ce dernier aura une dimension de 1,10 x 0,5 m. Afin de limiter l'alimentation de la prise d'eau au débit maximal souhaité, une vanne sera mise en œuvre afin d'obstruer la prise à partir d'une crue Q5.

Un débit d'alimentation faible permettrait une montée des eaux plus lente dans les annexes. Un tel débit améliorerait la sécurité du lieu en cas de remontée des eaux rapides du Giessen. Néanmoins, un débit d'alimentation plus important (exemple : 600 l/s) améliorerait le caractère humide du milieu en inondant plus rapidement le milieu durant la crue. Le SDEA choisira le débit souhaité en fonction de l'ambition envisagée pour les annexes et de l'acceptation du projet par la commune de Sélestat, propriétaire des lieux.

Une grille sera mise en œuvre en amont direct de la prise afin d'empêcher l'entrée d'embâcles. La grille sera accompagnée d'un caillebotis afin de faciliter l'accès à la grille pour l'entretien.

Exemple de gestion de la vanne sur un ouvrage cadre (débit maximal d'alimentation 600 l/s)

Dans le cas d'une alimentation maximale de 600 l/s avec un ouvrage cadre, une hauteur d'eau de l'ordre de 28 cm au niveau de la prise, correspond à un écoulement de 600 l/s sans gestion de l'écoulement par la vanne. Au delà de cette hauteur d'eau, il s'agira de réguler le débit via la gestion de l'ouverture de vanne, de manière à ce que le débit ne dépasse pas 600 l/s.

Le tableau ci-dessous décrit par exemple l'ouverture nécessaire au maintien d'un débit d'alimentation de 600 l/s en fonction des niveaux d'eau en amont.

Hauteur d'eau (m) en amont de l'ouvrage de régulation	Ouverture de la vanne (m) pour 600 l/s
0,8	0,23
0,7	0,25
0,6	0,28
0,5	0,33
0,4	0,45

Tableau 25 : Ouverture de la vanne en fonction des niveaux d'eau en amont de l'ouvrage de régulation de manière à garantir un débit d'alimentation de 600 l/s

En dessous d'une hauteur d'eau de 0,29 m en amont, on peut ouvrir la vanne totalement, il ne transitera pas plus que 600L/s.

Le tableau ci-dessous donne une estimation des débits transitant par la vanne d'alimentation dans le cas où celle-ci serait totalement ouverte.

Niveau eau amont (m NGF)	Hauteur d'eau sur la prise d'eau	Débit Giessen (m ³ /s)	Débit prise (m ³ /s)
178,60	0	47 (Q2)	0
178,65	0,04	51	0,03
178,70	0,09	55,7	0,10
178,9	0,29	65,5	0,6

Tableau 26 : Débit d'alimentation du chenal vanne ouverte

Tout cela reste une approche généraliste et pragmatique. Néanmoins cela donne une idée des débits et des hauteurs d'eau potentielles avec l'ouvrage de prise d'eau projeté.

Dimensionnement du chenal d'écoulement préférentiel

Remarque : Le dimensionnement du chenal a été effectué sur la base du MNT fourni par le SDEA.

En aval de la prise d'eau un chenal d'écoulement préférentiel sera terrassé en réutilisant au maximum les dépressions existantes. Il permettra de diriger l'écoulement et de connecter les annexes B, C et D existantes ensembles (voir figure en page suivante). Les annexes connectées au chenal seront entretenues naturellement via la chasse des sédiments accumulés lors de la mise en eau du chenal.

Concernant le dimensionnement du chenal d'écoulement préférentiel, quatre tronçons homogènes ont été conçus. Ils sont présentés sur la figure en page suivante :

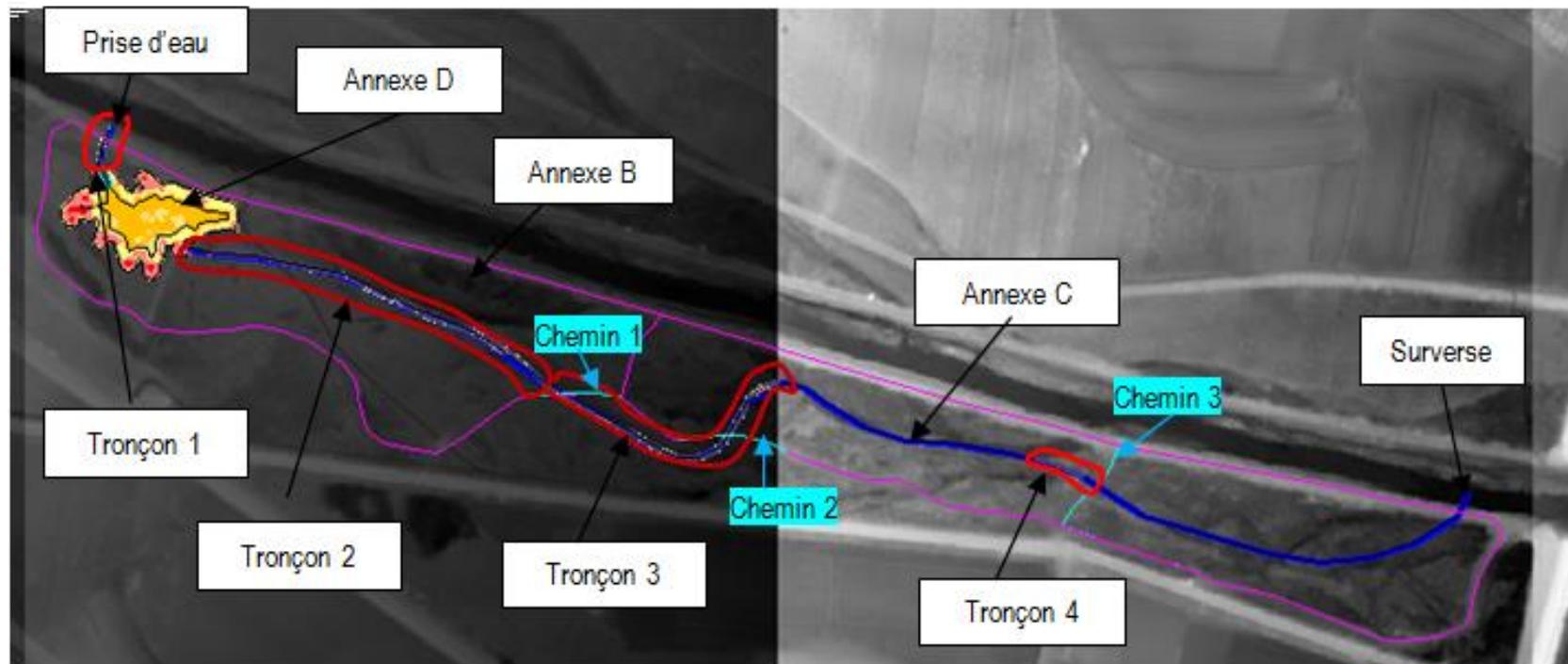


Figure 20 : Localisation des aménagements projetés

Tronçon 1 : Prise d'eau – Annexe D

La prise d'eau est constituée d'un ouvrage cadre de 5 m de long, puis se poursuit sous la forme d'un chenal d'écoulement préférentiel avec des berges en 2H/1V. Afin de garantir une capacité hydraulique suffisante du début de chenal jusqu'à l'annexe D. Les pentes de ce premier tronçon sont les suivantes :

- Une pente de 5% sur 10 ml,
- Une pente de 3 % sur 11,5 ml.

Débits max (l/s)	Hauteur d'eau (m)	Force tractrice (N/m ²)
100	0,12	45
200	0,21	71
400	0,25	82
600	0,3	95

Tableau 27 : Etude des contraintes érosives pour une pente de 5 %

:

Débits max (l/s)	Hauteur d'eau (m)	Force tractrice (N/m ²)
100	0,12	45
200	0,21	71
400	0,25	82
600	0,3	95

Tableau 28 : Etude des contraintes érosives pour une pente de 3 %

Sur ce tronçon les forces tractrices vont de 45 N/m² à 128 N/m². Une protection des berges est donc nécessaire afin d'assurer leur tenue. Le tronçon est perché par rapport à la nappe. La solution du génie végétal pour la tenue des berges n'est pas envisageable, car il n'y a pas de garantie quant à la reprise des végétaux. La solution proposée pour la tenue des berges est donc l'enrochement.

Débits max (l/s)	Taille des blocs (m)
100	0,2
200	0,3
400	0,4
600	0,4

Tableau 29 : Diamètre moyen des blocs pour une pente de 5 %

Débits max (l/s)	Taille des blocs (m)
100	0,15
200	0,2
400	0,3
600	0,3

Tableau 30 : Diamètre moyen des blocs pour une pente de 3 %

Exemple : Pour un débit maximal de 600 l/s, le diamètre moyen estimé des enrochements à mettre en place pour assurer la tenue du lit est de 40 cm sur le linéaire avec 5% de pente et de 30 cm sur le linéaire avec 3% de pente.

Les berges seront enrochées jusqu'à la hauteur d'eau correspondant au débit maximal. Ainsi, pour un débit d'alimentation de 600 l/s, la hauteur d'enrochement sera de 30 cm.

Annexe D

L'annexe D est actuellement perchée par rapport à la nappe. D'après les données de l'APRONA, le niveau de moyennes eaux de la nappe phréatique au niveau de l'annexe D est à 176,5 mNGF. Or, la cote du terrain naturel actuel au niveau de l'annexe est de 177,5 m, soit 1 m au dessus des moyennes eaux. Il est donc proposé de terrasser l'annexe D afin de l'abaisser d'un mètre et ainsi créer un milieu humide. Après modélisation du terrassement sous Mensura, le volume de déblais calculé est de 2860 m³.



Figure 21: Carte des moyennes eaux de la nappe phréatique (Mai 2009) – Source APRONA

Le tronçon 2 sera connecté à l'annexe D à la cote 178,33 mNGF. Ainsi, l'annexe sera remplie jusqu'à cette cote avant la poursuite de l'écoulement dans le tronçon 2. En faisant l'hypothèse que l'annexe D ne soit pas en partie remplie par les eaux de la nappe au moment de l'alimentation, le volume de remplissage estimé grâce au logiciel Mensura est de 4810 m³.

Débits (l/s)	100	200	400	600
Temps de remplissage (h)	10	5	2,5	1,7

Tableau 31 : Temps de remplissage de l'annexe D en fonction du débit d'alimentation

Si le volume disponible de l'annexe est de 4810 m³ au moment de l'alimentation, lors d'une crue Q5 du Giessen, le temps de remplissage de l'annexe sera entre environ 2 et 10h en fonction du débit choisi.

Tronçon 2 : Annexe D – chemin 1

Entre l'annexe D et le chemin 1, un tronçon avec une pente de 0,58 % et des berges en 2H/1V sera terrassé.

	Pente 0,58%	
Débits (l/s)	100	600
Taille des blocs (m)	0,05	0,09
Force tractrice (N/m ²)	9	19

Tableau 32 : Etude des forces tractrices

Les forces tractrices vont de 9 à 19 N/m² en fonction du débit choisi. D'après le guide du génie végétal de B. Lachat, un simple ensemencement peut résister à une force tractrice de 30 N/m² dès la première période de végétation. Il sera donc préconisé d'ensemencer la zone afin d'assurer la tenue des berges. L'alimentation pourra être stoppée via la fermeture de la vanne, pour assurer une bonne prise de la végétation.

Afin d'assurer le passage du chenal sous le chemin 1, la solution proposée est la mise en place d'un caniveau. Cette solution facilite l'entretien car l'accès à l'ouvrage pour le dégagement des embâcles est simplifié.

Le caniveau est dimensionné de façon à avoir la capacité hydraulique nécessaire pour l'écoulement du débit maximal d'alimentation.

En fonction du débit, les dimensions du caniveau sont les suivantes :

Débits (l/s)	100	200	400	600
Hauteur (m)	0,4	0,4	0,4	0,5
Largeur (m)	0,5	0,8	1,4	1,5

Tableau 33 : Dimensions du caniveau en fonction du débit d'alimentation

L'installation de ce caniveau nécessitera un rehaussement localisé du chemin 1. Par exemple, avec un caniveau dimensionné pour un débit de 600 l/s, la cote de surélévation sera de 177,04 mNGF. Afin de connecter le rehaussement localisé avec le TN actuel du chemin une pente de 4% sera mise en œuvre. Cette pente est compatible avec les normes PMR.

Tronçon 3 : Chemin 1 – Annexe C

Le tronçon 3 débute après le premier caniveau du chemin 1 et se termine en amont direct de l'Annexe C. Le tronçon sera terrassé de façon à avoir une pente de 0,31 % avec des berges en 2H/1V. Ce tronçon passe sous le chemin 2. Tout comme sous le chemin 1, un caniveau sera mis en œuvre afin d'assurer la continuité du chemin 2.

Le caniveau est dimensionné de façon à posséder la capacité hydraulique nécessaire pour l'écoulement du débit maximal d'alimentation.

En fonction du débit, les dimensions du caniveau seront les suivantes :

Débits (l/s)	100	200	400	600
Hauteur (m)	0,6	0,6	0,6	0,6
Largeur (m)	0,6	0,9	1,4	1,8

Tableau 34 : Dimensions du caniveau en fonction du débit d'alimentation

L'installation de ce caniveau nécessitera un rehaussement localisé du chemin 2. La cote de surélévation sera de 176,80 mNGF. Afin de connecter le rehaussement localisé avec le TN actuel du chemin, une pente de 4% sera créée.

Le tracé du tronçon 3 se termine en se raccordant à l'annexe C afin de l'alimenter.

Tronçon 4 : Annexe C – zone de surinondation

Le tronçon 4 débute à l'aval de l'annexe C à la cote de 175,82 mNGF, afin de permettre le remplissage de l'annexe C jusqu'à ce niveau. Le tronçon aura une pente de 0,66 % avec des berges en 2H/1V. Ce tronçon se finit au niveau du chemin 3, où 4 caniveaux seront mis en place afin d'assurer la continuité du chemin et la zone de surinondation.

Les caniveaux sont dimensionnés de façon à avoir la capacité hydraulique nécessaire pour l'écoulement du débit maximal d'alimentation.

En fonction du débit, les dimensions des caniveaux sont les suivantes :

Débits (l/s)	100	200	400	600
Hauteur (m)	0,3	0,3	0,3	0,3
Largeur (m)	0,3	0,5	0,7	1

Tableau 35 : Dimensions des caniveaux en fonction du débit d'alimentation

L'installation de ces caniveaux nécessitera un rehaussement localisé du chemin 3. La cote de surélévation sera de 176,20 mNGF. Afin de connecter le rehaussement localisé avec le TN actuel du chemin, une pente de 4% sera créée. .

Zone de surinondation - Déversoir

La surinondation en aval, et l'écoulement en crue en amont, associés à un réseau de zones humides, permettra de diversifier au maximum les écoulements et les habitats disponibles. Cette zone alimentée en eau sera moins favorable au développement des Robiniers, et accueillera une végétation plus caractéristique d'un milieu humide.

Sur la base du nouveau profil en travers du cours d'eau au droit de la surverse, les hauteurs d'eau du Giessen à proximité de la surverse ont été estimées pour les différents débits caractéristiques à partir de la formule de Manning Strickler.

Loi - niveau d'eau/débit		
Fréquence	Débit (m ³ /s)	Cote niveau d'eau aval (mNGF)
QMNA5	0,130	174,38
QMNA2	0,250	174,4
module	3,240	174,61
2,5xmodule	8,100	174,81
Q2	47	175,65
Q5	75	175,96

Tableau 36 : Etude des niveaux d'eau en fonction des débits caractéristiques

En aval du chemin 3, la surinondation de la zone est assurée par un déversoir situé à la cote de 175,96 mNGF. Cette cote correspond à une crue Q5 au niveau de la zone de surverse. Ce calage a été défini de façon à favoriser une zone de surinondation juste en amont.

Le déversoir se présentera sous la forme d'un ouvrage cadre. Cette mise en œuvre nécessitera un rehaussement localisé du chemin longeant le Giessen à la cote de 176,41 mNGF, afin d'assurer la

continuité du passage emprunté par le parcours de santé. Dans le but de connecter le rehaussement localisé avec le TN actuel, une pente de 4% sera créée. Cette pente est compatible avec les normes PMR.

Le volume représenté par la surinondation est d'environ 19000 m³.

Débits	100	200	400	600
Temps de remplissage (h)	53	26	13	9

Tableau 37 : Temps de remplissage de zone sur-inondée en fonction du débit d'alimentation maximal

Le temps de remplissage sera de 9h pour un débit de 600 l/s et s'étalera sur plus de deux jours pour un débit de 100 l/s.

En cas de crue supérieure à une Q5, le Giessen alimentera par la surverse la zone aménagée, jusqu'à atteindre un équilibre avec l'alimentation par la prise.

D'après l'analyse hydraulique effectuée, le Giessenwald dans l'état actuel est inondé à partir d'une crue se trouvant entre une Q5 et une Q10.

La zone sur-inondée se désengorgera par infiltration de l'eau.

Types de sols	Sable avec gravier Sable épais à fin		Sable très fin Limon grossier à limon argileux
	Vitesse d'infiltration (m/s) –ordre de grandeur	10 ⁻⁴	10 ⁻⁵
Temps Infiltration de la zone de surinondation (h)	2,7	26,9	268,7
Temps Infiltration de la zone de surinondation (j)	0,1	1,1	11,2

Tableau 38 : Temps d'infiltration de la zone de surinondation en fonction du type de sols

En fonction du type de sol, les ordres de grandeur de la conductivité hydraulique diffèrent. En considérant un volume de surinondation d'environ 19000 m³, les temps d'infiltration varient entre environ 3h et 11j en fonction du type de sol en place.

Conservation du parcours de santé et de la continuité de ses chemins

Différents chemins entourent la zone de surinondation. Afin d'assurer la continuité du parcours de santé, il est proposé de rehausser les chemins entourant la zone de surinondation au-dessus du niveau de la surverse. Ainsi, les chemins et parties de chemin non concernés par la mise en œuvre de caniveau ou d'ouvrages cadre seront calés à la cote de 176,06 m NGF. En effet, au niveau des ouvrages cadres et caniveaux, les cotes des chemins surélevés seront supérieures à la cote de surinondation de 175.96 mNGF.

	Volume de déblais (m3)
Tronçon 1	19
Tronçon 2	418
Tronçon 3	11
Tronçon 4	6
Sous-total : terrassement des tronçons	454
Terrassement annexe D	2860
TOTAL DEBLAIS	3314

Tableau 39 : Détails des volumes de déblais (issus de la modélisation sur Mensura)

Le terrassement du chenal et de l'annexe D représente un volume de déblais total estimé à 3265 m³.

Une partie de ces matériaux peut être utilisée pour le remblaiement des chemins, ce qui représente un volume d'environ 481 m³.

Un volume de 93 m³ peut être remblayé entre les épis constituant la protection de la digue (voir partie 3.5.3). Les matériaux issus du terrassement de l'annexe D et du chenal devront être soumis à des analyses sédimentaires afin de définir leur destination.

Solution alternative au rehaussement des chemins

En cas d'une montée des eaux rapides du Giessen, les chemins qui entourent la zone de surinondation (hors chemin de la digue) seraient également inondés sans rehaussement de ces derniers.

En cas d'une montée des eaux rapides du Giessen, et une inondation des chemins, un chemin BIS passant par un chemin longeant le chemin de fer pourrait être prévu (avec mise en place d'une clôture) (voir schéma ci-dessous).

Dans le but également d'améliorer la sécurité une sonde de niveau peut être mise en place au niveau de la prise d'eau et être associée à un avertisseur sonore en cas de montée rapide des eaux.

La solution envisagée sera choisie par le SDEA.

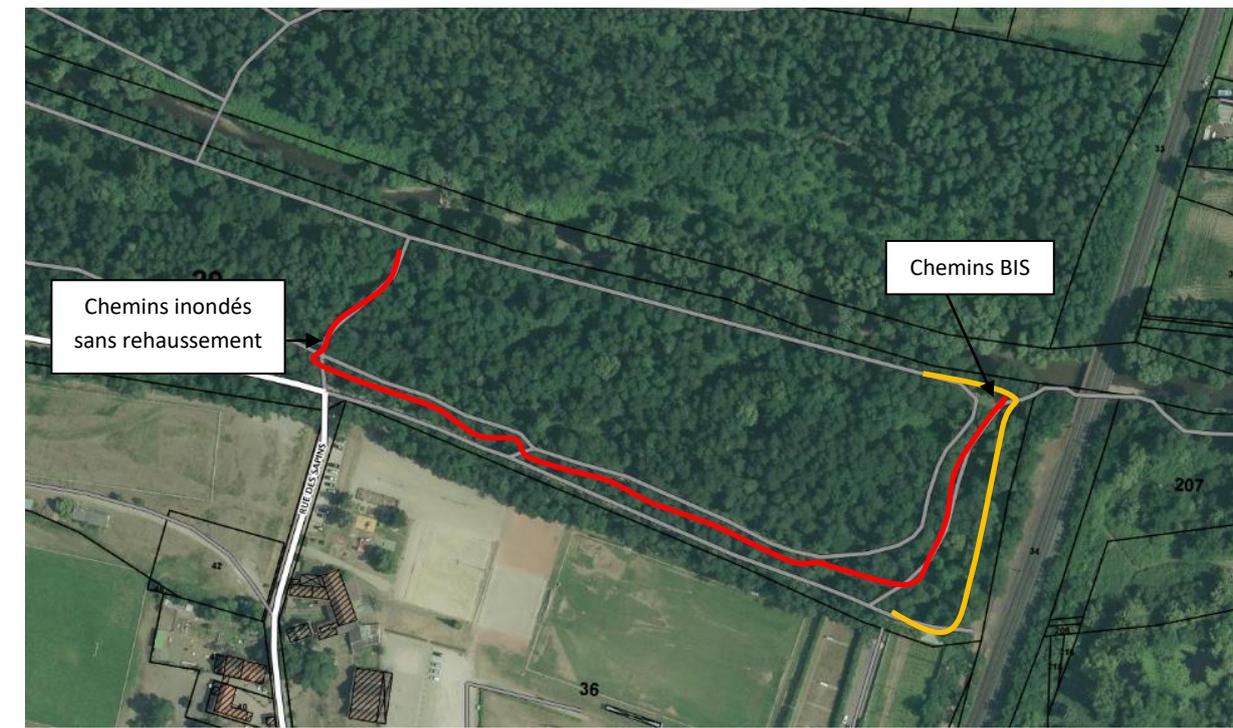


Figure 22 : Localisation du chemin BIS

Traitement de la végétation

Un traitement de la végétation sera nécessaire pour réaliser les travaux. Cela permettra d'ouvrir le milieu, et ainsi de le rendre plus propice à l'installation d'une diversité d'espèces floristiques et faunistiques. Les coupes seront dirigées préférentiellement sur les Robiniers, omniprésents sur le site.

Le traitement de la végétation se localisera au niveau de l'Annexe D et au niveau du terrassement du chenal. Ces coupes seront accompagnées de plantations d'arbustes (Aubépine, Viorne, Cornouiller, Noisetier, Bourdaine, Pruneliers, Merisiers, ...) pour éviter le développement d'espèces invasives.

L'apport plus fréquent d'eau permettra également de limiter le développement des Robiniers et favorisera d'autres essences plus adaptées comme le Saule et l'Aulne.

Le chiffrage de ces travaux est en cours. Des devis pour la fourniture des ouvrages cadres et des caniveaux ont été demandés.

3.5.3. Protection en rive droite de la digue

Des épis végétaux issus du traitement de la végétation seront mis en œuvre en pied de berge avec un angle de 45° par rapport à la berge. Les épis seront constitués de saules vivants issus du traitement de la végétation. L'ensemble des épis sera disposé en rive droite afin de rectifier la courbure actuelle et ainsi diminuer les contraintes érosives en extrados de méandre.

Afin que l'opération soit la plus fonctionnelle possible, l'atterrissement en rive gauche sera dévégétalisé et arasé. Ces matériaux alluvionnaires seront remis en œuvre entre les épis de

manière à réduire les contraintes sur la rive droite et former une banquette dont le maintien sera possible via les épis et la végétalisation de cet atterrissement.

Une modélisation du terrain avec le logiciel Mensura a été effectuée sur l'ensemble du secteur en aval du chemin de fer. Celle-ci permet d'estimer le volume de matériaux alluvionnaires issus de l'arasement de l'atterrissement. Le volume obtenu est de 59 m³. Ce volume permet la création d'une banquette de matériaux alluvionnaires sur une bande de 1 m depuis le pied de berge de 40 cm de hauteur sur 145 ml. Un calcul des forces tractrices a été effectué sur la situation projetée. La force tractrice est de 26 N/m². La force tractrice est donc équivalente, voire légèrement plus faible que dans la situation actuelle.

La mise en œuvre d'épis va induire le dépôt de matériaux alluvionnaires qui formeront progressivement un atterrissement en rive droite. Noter que celui-ci se végétalisera de manière inévitable. En ce sens, il nous apparaît nécessaire de favoriser le développement de saules afin d'éviter l'implantation de la Renouée du Japon qui elle, posera des problèmes de stabilité de la digue sur le long terme de part son système racinaire.

Le développement du saule, s'il renforcera la protection de la digue, nécessitera toutefois un entretien pour éviter des contraintes sur la digue en crue et le limiter à l'atterrissement.

Cet aménagement permettra donc de répondre à l'objectif fixé de préservation du pied de digue des érosions courantes. Noter cependant que le reste du talus de la digue pourra être sujet à une érosion lente mais progressive au fur et à mesure des crues. Tel que vu précédemment un simple ensemencement n'est pas suffisant pour assurer la tenue de la berge, il est donc préconisé d'adapter la protection de la digue au-dessus des épis, via un dispositif de protection adapté (exemple : géogrilles).

Le coût total des travaux a été estimé à 13 608 € HT.

4. Phase réglementaire

Durant le TFE, le dossier de déclaration a été rédigé pour les ouvrages G01, G02 et les diversifications du Giessen au Giessenwald. La rédaction de ce dernier a nécessité l'évaluation des incidences des aménagements durant les travaux et après les travaux.

4.1. Incidences durant les travaux

4.1.1. Impacts des travaux sur la qualité des eaux superficielles

En termes de qualité d'eau, la seule problématique existante est la mise en suspension de matériaux lors des travaux.

Au niveau de l'ouvrage G01, les travaux seront réalisés obligatoirement en période d'assec du cours d'eau. Cela permettra également de faciliter les travaux, notamment de bétonnage. En cas de fortes précipitations, puis de venues d'eau un batardage et une pompe d'épuisement seront mis en place. De plus, un bassin de décantation en aval sera formé afin de diminuer la turbidité de l'eau pompée avant rejet dans le Giessen.

Au niveau de l'ouvrage G02, les travaux seront réalisés de préférence en période d'assec du cours d'eau. Si l'entreprise prévoit de travailler en eau, un batardage avec un barrage filtrant, et un pompage d'épuisement seront mis en place. Une pêche de sauvegarde sera réalisée avant les mises à sec.

Concernant les opérations de diversification au Giessenwald, la mise en œuvre des épis se fera obligatoirement depuis les berges, sauf en période d'assec. Ces travaux générant une turbidité négligeable, la mise en place d'un barrage filtrant ne sera pas nécessaire.

Ainsi, sur l'ensemble des secteurs concernés l'impact sur la turbidité sera minimisé.

Quelles que soient les opérations, l'écoulement des cours d'eau sera maintenu en permanence (continuité hydraulique).

D'une manière générale, concernant l'ensemble des opérations, l'incidence des travaux sur la qualité des eaux sera minime et se limitera à une augmentation temporaire et ponctuelle de la turbidité en phase travaux. De plus, à terme, les opérations projetées permettront d'améliorer la qualité des eaux et du milieu aquatique et seront donc positives pour les cours d'eau.

4.1.2. Incidences sur les habitats naturels, sur la faune et la flore

Les opérations prévues ne seront de nature à perturber le milieu naturel que de manière ponctuelle pendant les travaux. De plus, la faune aura toujours accès à des sites de refuge et d'abris, en amont et en aval, à proximité des zones de chantier.

Les accès en berge seront limités afin de perturber le milieu naturel que de manière ponctuelle.

Le traitement de la végétation pour permettre les accès sera limité et concernera essentiellement la Renouée du Japon. Afin de ne pas disperser des morceaux de Renouée du Japon, il faudra s'assurer que les engins et le matériel soient propres à l'arrivée sur le site et à leur sortie.

L'opération sera effectuée hors période de reproduction piscicole. Le Giessen est classé en 1^{ère} catégorie piscicole, excepté en aval de l'ouvrage G02 et jusqu'à la confluence avec l'III où le Giessen est classé en 2^{nde} catégorie.

Sur cours d'eau de 1^{ère} catégorie, les travaux dans le lit mineur sont interdits du 1^{er} novembre au 31 mars. Sur cours d'eau de 2^{nde} catégorie, les travaux dans le lit mineur sont non recommandés du 15 mars au 1^{er} août.

D'après l'arrêté du 15 mars 2002 portant réglementation de l'entretien des haies et des végétaux ligneux sur pied, les travaux de traitement de la végétation sont interdits entre le 15 mars et le 31 juillet inclus.

Au vu de ces éléments, l'ensemble des travaux projetés dans le cadre de l'aménagement de l'ouvrage G01 se feront obligatoirement : entre le 1^{er} août 2020 et le 31 octobre 2020.

Au vu de ces éléments, l'ensemble des travaux projetés dans le cadre des aménagements sur le G02 et dans le secteur du Giessenwald se feront : entre le 2 août 2019 et le 14 mars 2020.

En ce qui concerne les opérations au Giessenwald, les arbres à abattre seront désignés par un écologue qui les marquera pour qu'aucune confusion ne soit possible par l'entreprise de travaux. Les voies d'accès devront être prévues en fonction des arbres les moins biologiquement intéressants et ne comportant pas de site de nidification.

4.2. Incidences après les travaux

4.2.1. Incidences du projet sur le milieu aquatique

Les opérations de diversification du lit sur le secteur du Giessenwald sont réalisées en techniques végétales.

Au niveau de l'ouvrage G01, la mise en œuvre d'enrochements est locale et uniquement en pied de berge et au niveau des para-fouilles (soit sur des faibles linéaires).

Les aménagements projetés ne sont pas de nature à impacter le milieu aquatique mais répondent à des objectifs de :

- rétablissement de la continuité écologique (ouvrages G01 et G02),
- diversification du lit du Giessen (secteur Giessenwald).

Les opérations de restauration de la continuité écologique vont permettre de restaurer le franchissement de la faune aquatique. De plus, le transit des sédiments est conservé, voire amélioré. Les opérations de diversification au Giessenwald diversifieront les écoulements dans le lit du Giessen et donc les habitats.

Au vu de ces éléments, l'incidence du projet sur le milieu aquatique est très positive.

4.2.2. Incidences du projet sur l'écoulement

Ouvrage G01 :

La reprise du portique gauche et la mise en œuvre d'une rampe en enrochements régulièrement répartis ne modifiera pas significativement l'écoulement. En effet l'écoulement se fait déjà

actuellement de manière préférentielle via le portique gauche, puisque celui-ci est légèrement abaissé par rapport aux autres. L'influence hydraulique en crue sera de plus négligeable (voir paragraphe 5.1.3.).

Ouvrage G02 :

La création d'une échancrure va favoriser la concentration des écoulements en périodes de basses eaux de manière à favoriser la remontée piscicole pour toutes espèces. Compte tenu des dimensions réduites de l'échancrure, il n'y aura pas d'impact significatif sur la ligne d'eau en crue.

Diversification du Giessen :

La mise en place d'épis dans le lit du Giessen va resserrer localement le lit et des dépôts de sédiments se formeront en arrière des rémanents fixés en berge. L'objectif de cette opération est de diversifier les écoulements en moyennes eaux, actuellement très homogènes, sur le secteur du Giessenwald. L'incidence sera donc positive.

L'incidence de ces opérations sera donc positive pour l'écoulement et pour le milieu aquatique dans son ensemble.

4.2.3. Incidences du projet sur le niveau et la qualité des eaux, y compris de ruissellement

Le projet n'est pas à même d'avoir d'incidence négative sur les eaux de ruissellement.

Les travaux dans le lit (du lit) seront réalisés en période d'assec du cours d'eau, ainsi les aménagements en phase travaux ne modifieront pas la qualité de l'eau, par une augmentation de la turbidité de l'eau.

L'ouvrage G01 a été dimensionné pour augmenter les hauteurs d'eau sur le portique gauche pour faciliter la remontée piscicole. Au niveau de l'ouvrage G02, les niveaux d'eau seront plus importants dans l'échancrure pour faciliter le franchissement piscicole dans un secteur où l'étalement de la section en eau est important. Concernant les aménagements du Giessenwald, les épis permettront un resserrement des tirants d'eau en période de basses eaux. L'ensemble des aménagements n'aura pas d'impacts significatifs sur les niveaux d'eau en crue.

Le projet permettra à terme de retrouver des niveaux d'eau garants du rétablissement de la continuité écologique.

Le projet n'a aucune incidence négative sur les niveaux et la qualité des eaux, y compris de ruissellement.

4.3. Incidences sur les zones Natura 2000 et les ZNIEFF

4.3.1. Incidence sur les zones Natura 2000

La distance entre l'ouvrage G02, le secteur du Giessenwald et les sites Natura 2000 étant relativement importante (au moins 1,7 km), les projets de travaux sur ces deux sites n'auront pas d'impact sur le site NATURA 2000 Directive Habitat et Directive Oiseaux situé à proximité.

L'ouvrage G01 se trouve lui dans le périmètre du site NATURA 2000 « Ried de Colmar à Sélestat, Bas-Rhin ». Il est également proche (400 m) du site NATURA 2000 « Secteur Alluvial Rhin-Ried-Bruch, Bas-Rhin ». Au vu de ces éléments, l'évaluation des incidences NATURA 2000 a été effectuée sous la forme d'une notice d'incidence Natura 2000.

Les localisations des zones Natura 2000 par rapports aux aménagements sont disponibles en annexe 6.

4.3.2. Incidence sur les zones naturelles d'intérêt écologique faunistique et floristique (ZNIEFF)

La distance entre l'ouvrage G02, le secteur du Giessenwald et les ZNIEFF étant relativement importante (au moins 1,8 km), les projets sur ces deux sites n'auront pas d'impact sur les ZNIEFF se trouvant à proximité.

L'ouvrage G01 se trouve sur une ZNIEFF de type 2. Les aménagements projetés concernent uniquement le lit et les berges du Giessen au droit d'un site ponctuel (environ 30 m). La zone de travaux est actuellement anthropisée, ainsi l'attractivité du milieu pour la faune et la flore est localement faible. Les accès en berge seront limités afin de perturber le milieu naturel que de manière ponctuelle. Le traitement de la végétation pour permettre les accès sera limité et concernera essentiellement la Renouée du Japon. Ainsi, le projet de travaux n'aura pas d'impact sur la ZNIEFF.

Les localisations des ZNIEFF par rapports aux aménagements sont disponibles en annexe 6.

4.4. Notice d'incidence Natura 2000

L'ouvrage G01 se trouve dans le périmètre du site Natura 2000 (Directive Oiseaux : « Ried de Colmar à Sélestat »).

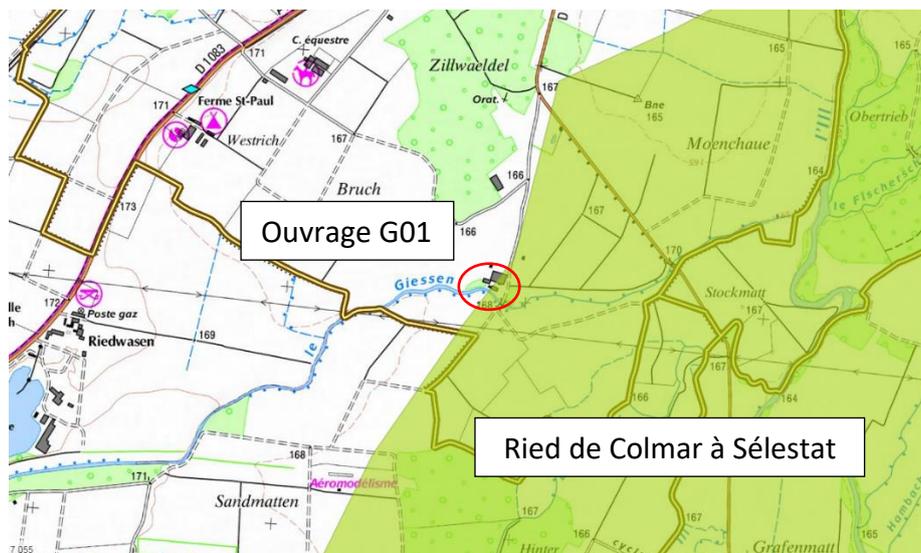


Figure 23 : Localisation du site Natura 2000 par rapport à l'ouvrage G01

Ainsi, il était nécessaire de rédiger une notice N2000 pour que le projet de travaux soit validé par la DDT du Bas-Rhin. Ce travail a donc nécessité l'identification des Zones Natura 2000 situées à proximité en France et en Europe (ici l'Allemagne) et leur localisation par rapport au projet. La notice doit comprendre une présentation des zones Natura 2000 à proximité (-10 km) et identifier

les habitats et espèces. Le document doit montrer que les travaux sont en accord avec le document d'objectif de la zone Natura 2000. La notice doit également comporter une évaluation des incidences et une description des mesures pour éviter tout impact. Enfin le document doit être concluant quant à la présence ou non d'incidence des travaux sur le site.

5. Dossier de consultation des entreprises

Un dossier de consultation des entreprises a été rédigé pour les ouvrages G01, G02 et les diversifications du Giessen au Giessenwald pour des travaux en fin d'année 2019. Au moment de la rédaction de ce mémoire, le dossier a été transmis au SDEA pour avis. N'ayant pas eu de retour du SDEA, les travaux seront très certainement décalés à 2020.

Il s'agissait de réaliser un cahier des clauses techniques particulières (CCTP), un bordereau des prix unitaires (BPU) et un détail quantitatif-estimatif (DQE) soit les pièces techniques du dossier de consultation. Dans le CCTP l'ensemble des opérations projetées sont décrites telles que dimensionnées dans la phase d'étude et accompagnée de recommandations générales. De plus, les prescriptions générales pour la préparation des travaux sont posées telles que

- L'obligation de faire une déclaration d'intention de commencement de travaux,
- L'implantation et piquetage des aménagements,
- La relation avec le maître d'œuvre,
- La planification des travaux.

Les caractéristiques et la provenance des matériaux sont également fixés (tailles de blocs ; caractéristiques du béton, des pieux, des géotextiles, des boutures de saules).

Afin que les travaux se fassent dans les bonnes conditions, il est important de prévoir la manière dont l'eau sera dérivée et de proposer des solutions à l'entrepreneur dans le CCTP.

Les garanties et entretiens des aménagements sont également fixés (garantie des végétaux, contrôle des surfaces travaillées afin de repérer la reprise d'espèces envahissantes).

Le CCTP est accompagné d'un bordereau des prix unitaires qui liste les prix unitaires relatifs à chaque élément par numéro de prix, ainsi que d'un DQE. Le détail quantitatif estimatif est un document destiné à permettre la comparaison des prix. Il effectue la somme des produits des quantités estimées par les prix unitaires. Un tableau sans prix est donc transmis aux entreprises. Une fois remplies ces tableaux permettront de comparer les prix des entreprises consultées.

Conclusion

Les tracés des deux rivières Giessen et Lièpvrette ont été aménagés via la mise en place de seuils et d'une rampe en enrochements en travers du lit. En tant que maître d'œuvre du projet de rétablissement de la continuité écologique sur ces deux rivières a proposé des solutions d'aménagements permettant le franchissement des ouvrages pour toutes espèces pour la première phase technique. Les solutions retenues sont les suivantes :

- L'aménagement d'une rampe en enrochements régulièrement répartis au seuil G01,
- L'arasement du seuil G02,
- L'arasement ou l'effacement du seuil G03,
- L'aménagement de prébarrages au seuil L01.

La mission a également intégré des propositions d'aménagement au Giessenwald afin de diversifier l'écoulement du Giessen, alimenter les annexes aujourd'hui déconnectées et protéger la zone d'érosion de la digue.

Un dossier de déclaration a été réalisé pour les aménagements des ouvrages G01, G02 et des diversifications du lit du Giessen. Ce dossier est accompagné d'une notice d'incidence Natura 2000. L'ensemble a été soumis au SDEA. Sinbio est en attente de retour du SDEA avant le dépôt officiel du dossier à la DDT du Bas-Rhin. Dans le but de pouvoir enchaîner sur les travaux dès que l'autorisation est acquise, les pièces techniques du dossier de consultation des entreprises ont été réalisées en parallèle.

Le dimensionnement des aménagements de la phase technique 2 et la poursuite des discussions des aménagements de la phase technique 1 (G03, L01, L02 alimentation des annexes, protection de la digue) sont en cours et un rendu est prévu courant du mois d'octobre.

L'objectif principal de la mission est le rétablissement de la continuité écologique. C'est un point qui est appuyé par le SDEA. En effet, certains aménagements pourraient être accompagnés par de la restauration hydromorphologique. Or, pour des questions de moyens et la restauration hydromorphologique ne faisant pas partie des axes du PAPI, cela ne fait pas l'objet de base de la mission.

La phase technique 2 sera également contrainte en termes de restauration hydromorphologique. Il était dans un premier temps prévu de réaliser des rivières de contournement autour des seuils G05, G06 et G09 afin de rétablir la continuité écologique. Or, à la suite d'une analyse du site, il s'est avéré que cette solution, portée durant l'étude préalable, impactera les berges opposées en sortie de rivière contournement. Il serait alors nécessaire de protéger les berges, car des réseaux se trouvent en berges. Ces protections nécessiteraient des solutions non végétales, avec des coûts associés importants. De plus, ces rivières créeraient des zones déconnectées du Giessen où la Renouée du Japon, grosse problématique sur le bassin versant, pourrait fortement se développer. Des plantations seraient alors nécessaires sur d'importantes surfaces. Enfin un merlon de terre se trouve en rive gauche des ouvrages G05 à G09. Il est prévu que ce dernier soit décalé plus en retrait du Giessen. Or le phasage de ces travaux n'est pas encore acté. Du fait de l'ensemble de ces éléments, ces contournements qui seraient bénéfiques pour la continuité écologique et l'hydromorphologie ne sont pas retenus pour la phase d'étude AVP 2. Ils sont remplacés par l'arasement de seuils. Cette solution a moins d'impacts sur l'hydromorphologie et est moins

couteuse. Cette économie a permis de proposer des aménagements plus ambitieux au Giessenwald.

Bibliographie

ASR. Estimation de la franchissabilité des seuils sur le Giessen pour les salmonidés migrateurs et l'Anguille (Méthode Steinbach). 2010a.

ASR. Estimation de la franchissabilité des seuils sur la Liepvrette pour les salmonidés migrateurs et l'Anguille (Méthode Steinbach). 2010b.

Association Rivières Rhône Alpes. Continuité biologique - Les aménagements pour le franchissement piscicole. 2015.

BRGM. « VisualiseurInfoTerre ».. Disponible sur : < <http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do#> > (consulté le 19 juillet 2019)

Conseil Départemental du Bas-Rhin. Le bassin-versant du Giessen et de la Liepvrette. Avril 2012.

Conseil Départemental du Bas-Rhin. Plan d'Aménagement et de Gestion Durable de la ressource en eau. 2016.

FLUVIAL.IS. Etude pour le rétablissement de la continuité écologique (Giessen et Liepvrette) et l'aménagement d'une annexe hydraulique. 2010.

Gebler R. J. Sohlrampen und Fischaufstiege. Wasserbau und Umwelt. 1991.

Hydro.eaufrance.fr. « hydroweb ». 2019. Disponible sur : < <http://www.hydro.eaufrance.fr/> > (consulté le 26 septembre 2019)

Jean-Marc Boudoin, Burgun V., Chanseau M., Larinier M. Evaluer le franchissement des obstacles par les poissons - Principe et méthodes. 2014.

Larinier M. « Passes à bassins successifs, prébarrages et rivières artificielles ». Bull. Fr. Pêche Piscic. [En ligne]. 1992. n°326-327, p.45-72. Disponible sur : < <https://doi.org/10.1051/kmae:1992005> >

LARINIER.M, COURRET.D, GOMMES.P. Guide technique pour la CONCEPTION des PASSES «NATURELLES». 2006.

LACHAT.B. Guide de protection des berges de cours d'eau en techniques végétales. 1994.

Malavoi J.-R. Stratégie d'intervention de l'Agence de l'Eau sur les seuils en rivière. 2003.

Malavoi J.-R., Salgues D. « Aide à la définition de Cahier des Charges pour les études de faisabilité Compartiments hydromorphologie et hydroécologie ». 2010. p. 83.

ONEMA. Pourquoi rétablir la continuité écologique des cours d'eau ? 2010.

SDEA. Cahier des clauses techniques particulières (C.C.T.P.) 2018.

VNF. Guide passes à poissons. 2008.

Wittaker J., Jäggi M. Blockschwellen, Zürich, Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, 91. 1986.

Annexes

Annexe 1 : Méthodologie d'utilisation de l'outil fourni par l'AFB

Etape 1 : Saisie de la géométrie de la section d'entrée

La section d'entrée peut être plate et dans ce cas il suffit d'entrer une largeur et une cote moyenne de radier dans l'outil. Mais, la section d'entrée peut aussi présenter un dévers latéral. C'est ce dernier type de section d'entrée qui est utilisée pour l'aménagement de l'ouvrage G01. En effet, un dévers latéral dans une rampe permet d'offrir différentes conditions hydrauliques pour une même section.

La partie haute du dévers présentera une cote moyenne de radier plus faible avec des vitesses et des puissances dissipées plus faibles. Cette zone est donc plus favorable aux petites espèces.

La partie basse du dévers présente des hauteurs, des vitesses et des puissances dissipées plus importantes. Cette zone est plus favorable à une faune piscicole plus performante en termes de franchissement, tels que les salmonidés.

Dans le cas d'un dévers latéral, la section est divisée en plusieurs tranches (ici le choix est de 10 tranches). Cette division permet d'obtenir une description fine des caractéristiques de rampe de la rampe sur toute sa largeur.

Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)
1	0,6	166,12
2	0,6	166,15
3	0,6	166,18
4	0,6	166,21
5	0,6	166,24
6	0,6	166,27
7	0,6	166,30
8	0,6	166,33
9	0,6	166,36
10	0,6	166,39

Etape 2 : Saisie des paramètres des blocs isolés et de la pente de la rampe

Les paramètres choisis doivent être compris dans les gammes d'utilisation courantes fournies par le guide pour la conception des passes « naturelles ».

L'AFB recommande que la longueur d'une rampe en enrochements ne doit pas être supérieure à 20 m.

La formule pour obtenir la longueur de la rampe est la suivante :

Longueur de la rampe (m) = dénivelé d'eau maximal (m) / pente (m/m).

Le dénivelé d'eau maximal est de 0,77 m (voir annexe 3). Ainsi la plus faible pente permettant d'avoir une longueur de rampe inférieure à 20 m est définie. En effet, plus la pente est faible plus la vitesse et l'énergie dissipée dans la rampe en enrochements sont faibles et permettront un meilleur franchissement de la faune piscicole.

Paramètres des blocs :

			Domaine d'application	Gamme courante
Diamètre des blocs D :	0,50	m		0.3 - 0.6
Hauteur émergente des blocs k :	0,60	m		0.4 - 0.8
Concentration des blocs C :	16,0%	%	6% - 16%	
Pente longitudinale de la rampe I :	4,0%	%	1% - 10%	

Etape 3: Saisi des niveaux d'eau amont et calculs de caractéristiques hydrauliques

Une fois les paramètres physiques de la passe et des blocs entrés, le logiciel a besoin des cotes de niveaux d'eau amont des débits souhaités pour l'analyse. Tel que décrit dans le paragraphe 3.1.2, en phase projetée, les hauteurs d'eau amont ont été calculées par une combinaison du débit calculé passant par la passe et des débits passant par les deux autres portiques avec une loi de seuil dénoyée.

Une fois les hauteurs d'eau entrées, l'outil fournit les paramètres hydrauliques pour chaque tranches et niveau d'eau. La valeur réelle est encadrée par la valeur face plate (FP) et la valeur face arrondie (FA). Ci-dessous, un exemple des résultats fournis par l'outil Excel pour la vitesse maximale dans les jets. Les résultats sont également fournis pour : la hauteur d'eau moyenne ; le débit par tranche ; la vitesse dans les passages inter-blocs et la puissance volumique dissipée.

Vitesse maximale dans les jets (m/s)			Cote du niveau d'eau amont (m)									
			2,5 X module		Module		QMNA2		QMNA 5		Octobre	
			166,92		166,66		166,34		166,28		166,53	
Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA
1	0,6	166,12			1,26	1,56	0,99	1,17	0,91	1,06	1,17	1,43
2	0,6	166,15			1,24	1,53	0,95	1,12	0,86	1,00	1,15	1,39
3	0,6	166,18	1,37	1,72	1,22	1,50	0,91	1,06	0,81	0,92	1,12	1,36
4	0,6	166,21	1,36	1,70	1,20	1,47	0,86	1,00	0,74	0,83	1,10	1,32
5	0,6	166,24	1,34	1,67	1,18	1,44	0,81	0,92	0,64	0,70	1,07	1,28
6	0,6	166,27	1,32	1,65	1,15	1,40	0,74	0,83	0,48	0,49	1,04	1,24
7	0,6	166,30	1,31	1,63	1,13	1,37	0,64	0,70			1,00	1,19
8	0,6	166,33	1,29	1,60	1,10	1,33	0,48	0,49			0,97	1,14
9	0,6	166,36	1,27	1,57	1,08	1,29					0,93	1,08
10	0,6	166,39	1,25	1,55	1,05	1,25					0,88	1,02

Etape 4: Choix des critères hydrauliques à respecter et observation des résultats

Afin de visualiser si la passe est franchissable pour un groupe d'espèces donné, les critères hydrauliques (vitesse maximale dans les jets, hauteur d'eau minimale) sont renseignés dans l'outil.

Exemple des critères pour le groupe d'espèces « salmonidés, truites de mers, lamproies » :

Critère de vitesse maximale dans les jets :	2,5	m/s
Critère de hauteur d'eau minimale :	0,40	m

Si les deux critères sont atteints la passe est franchissable pour le groupe d'espèce étudié. L'outil indique pour chaque niveau d'eau et pour chaque tranche si « oui » le franchissement est assuré ou « non ». Exemple ci-dessous :

Atteinte des 2 critères de vitesse maximale et hauteur d'eau minimale			Cote du niveau d'eau amont (m)									
Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	2,5xmodule		module		QMNA2		QMNA5		Octobre	
			166,92		166,66		166,34		166,28		166,53	
			FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA
1	0,6	166,12	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui
2	0,6	166,15	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
3	0,6	166,18	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
4	0,6	166,21	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
5	0,6	166,24	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
6	0,6	166,27	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
7	0,6	166,30	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
8	0,6	166,33	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
9	0,6	166,36	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
10	0,6	166,39	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Annexe 2 : Résultats détaillés du dimensionnement de l'ouvrage G01

- Répartition des hauteurs d'eau dans chaque tranche d'écoulement en fonction des débits d'entrée :

Hauteur d'eau moyenne sur les tranches (m) et submersion des macrorugosités			Cote du niveau d'eau amont (m)									
Tranche d'écoulement sur le dévers (de rive droite à rive gauche)	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	2,5xmodule		module		QMNA2		QMNA5		Octobre	
			heau	Sub	heau	Sub	heau	Sub	heau	Sub	heau	Sub
			166,93		166,68		166,36		166,31		166,55	
1	0,60	166,12	0,81	oui	0,56	non	0,24	non	0,19	non	0,43	non
2	0,60	166,16	0,77	oui	0,52	non	0,20	non	0,15	non	0,39	non
3	0,60	166,20	0,73	oui	0,48	non	0,16	non	0,11	non	0,35	non
4	0,60	166,24	0,69	oui	0,44	non	0,12	non	0,07	non	0,31	non
5	0,60	166,28	0,65	non	0,40	non	0,08	non	0,03	non	0,27	non
6	0,60	166,32	0,61	non	0,36	non	0,04	non	HE		0,23	non
7	0,60	166,36	0,57	non	0,32	non	HE		HE		0,19	non
8	0,6	166,40	0,53	non	0,28	non	HE		HE		0,15	non
9	0,6	166,44	0,49	non	0,24	non	HE		HE		0,11	non
10	0,6	166,48	0,45	non	0,20	non	HE		HE		0,07	non

Les hauteurs d'eau sur la rampe en enrochements permettent la remontée piscicole de l'étiage à 2,5 fois le module pour toutes espèces sur au moins une tranche d'écoulement.

- Répartition de la puissance dissipée dans chaque tranche d'écoulement en fonction des débits d'entrée :

Puissance dissipée (Watt/m ³)			Cote du niveau d'eau amont (m)									
Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	166,93		166,68		166,36		166,31		166,55	
			FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA
1	0,6	166,12	470	470	216	286	201	195	197	176	211	254
2	0,6	166,16	438	438	215	277	198	180	194	158	210	243
3	0,6	166,20	407	407	213	267	195	163	189	138	208	232
4	0,6	166,24	376	376	212	257	190	143	182	112	206	219
5	0,6	166,28	219	306	210	246	184	119	169	77	203	206
6	0,6	166,32	218	297	208	235	173	87			201	192
7	0,6	166,36	217	288	206	222					197	176
8	0,6	166,40	215	279	204	209					194	158
9	0,6	166,44	214	269	201	195					189	138
10	0,6	166,48	212	259	198	180					182	112

Les puissances maximales dissipées sur la rampe en enrochements permettent la remontée piscicole de l'étiage à 2,5 fois le module pour toutes espèces sur au moins une tranche d'écoulement.

Franchissabilité de chaque tranche pour les Saumons, Truites de Mer, Lamproie marine, en fonction des débits d'entrée :

Critère de vitesse maximale dans les jets : 2,5 m/s

Critère de hauteur d'eau minimale : 0,4 m

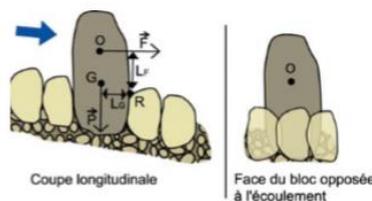
Atteinte des 2 critères de vitesse maximale et hauteur d'eau minimale			Cote du niveau d'eau amont (m)									
Tranche d'écoulement	Largeur (m)	Cote moyenne du radier (m)	2,5xmodule		module		QMNA2		QMNA5		Octobre	
			166,93		166,68		166,36		166,31		166,55	
			FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA	FP	FA
1	0,6	166,12	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Oui	Oui
2	0,6	166,16	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
3	0,6	166,20	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
4	0,6	166,24	Non	Non	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
5	0,6	166,28	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non
6	0,6	166,32	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
7	0,6	166,36	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
8	0,6	166,40	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
9	0,6	166,44	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non
10	0,6	166,48	Oui	Oui	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non	Non

Note de calculs (vitesse critique) :
$$V_{critique} = \sqrt{\frac{((2 * (\rho_s - \rho)) * g * \text{Volumedubloc} * L_p)}{\rho * CT * S * L_f}}$$

Avec : Volume du bloc = $K * D^2 = 1,2 * 0,5^2 = 0,375 \text{ m}^3$

K : Hauteur totale du bloc (m) = $k * 2$; k : hauteur émergente du bloc (ou hauteur utile) (m) = 0,6 – Coefficient de trainée (CT) = 1,2 pour les blocs à face arrondie ; $\rho_s = 2650 \text{ kg/m}^3$ $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ – Diamètre (D) = 0,5 m

L_p = bras de levier du poids P appliqué en G autour de R (m) = $D / 2 = 0,5 / 2 = 0,25 \text{ m}$; L_f = bras de levier de la force F appliqué autour de R (m) = $k / 2 = 0,6 / 2 = 0,3 \text{ m}$; S (Surface) = surface de la face opposée à l'écoulement d'un bloc isolé (m^2) = $k * D = 0,6 * 0,5 = 0,3 \text{ m}^2$



Coupes d'un bloc isolé - source : Guide pour la conception des passes "naturelles"

Différence de dénivelé hauteur d'eau amont-aval (ouvrage G01):

Hauteur d'eau actuelle en aval (calculée à partir d'une formule de Manning Strickler) :

	Débits (m³/s)	Niveau d'eau aval (mNGF)
QMNA5	0,130	165,58
QMNA2	0,250	165,64
module	3,240	166,09
2,5 x module	8,1	166,36
Q2	47	Débordement
Q10	102	Débordement
Q100	188	Débordement

Niveau d'eau aval en fonction des débits caractéristiques

Ainsi le dénivelé d'eau projeté : hauteur d'eau amont projetée – hauteur d'eau aval est indiqué dans le tableau ci-dessous :

	Dénivelé d'eau actuel (m)	Dénivelé d'eau projeté (m)
QMNA5	0,86	0,73
QMNA2	0,82	0,73
Module	0,79	0,59
2,5 x module	0,57	0,56

Dénivelés d'eau actuels et projetés de l'étiage à 2,5 x le module

Annexe 3 : Ouvrages G03 - Résultats des niveaux d'eau amont

Le tableau ci-dessous reprend, en fonction des différentes situations hydrologiques du Giessen, les hauteurs d'eau devant la vanne et les cotes de niveau d'eau en amont du seuil, afin de mesurer l'incidence des travaux sur la prise d'eau.

Les hauteurs d'eau en amont ont été déterminées via une formule de seuil dénoyé pour l'état actuel et projeté après l'abaissement de la crête.

Etat actuel :

Fréquence	Débits (m ³ /s)	Hauteur amont mNGF	Hauteur d'eau devant la vanne fermée (m)
QMNA2	0,250	182,87	0,53
QMNA5	0,130	182,86	0,52
Module	3,240	183,08	0,74
2,5 x module	8,1	183,22	0,73

Etat projeté :

Fréquence	Débits (m ³ /s)	Hauteur amont (mNGF)	Hauteur d'eau devant la vanne fermée (m)
QMNA5	0,130	182,53	0,19
QMNA2	0,250	182,54	0,2
Module	3,240	182,71	0,37
2,5 x module	8,1	182,88	0,54

Annexe 4 : Ouvrage L01 – Résultats - Scénario 1

Caractéristiques hydrauliques au module (Cassiopé) :

	1	2	3	4	5	6	7	Aval	Surface	Cote fond	Niveau d'eau	P/V	Prof. Moy.
Amont	▣	•	•	•	•	•	•	•		220.90	221.78		0.88
1	▣	•	•	•	•	•	•	•	1 78.86	220.65	221.53	75	0.88
2		▣	•	•	•	•	•	•	2 78.86	220.40	221.28	75	0.88
3			▣	•	•	•	•	•	3 78.86	220.15	221.03	75	0.88
4				▣	•	•	•	•	4 78.86	219.90	220.78	75	0.88
5					▣	•	•	•	5 78.86	219.65	220.53	75	0.88
6						▣	•	•	6 78.86	219.40	220.29	74	0.89
7							▣	•	7 78.86	219.15	220.13	42	0.98
Niveau d'eau aval :										220.12			

Caractéristiques hydrauliques à QMNA2 (Cassiopé):

	1	2	3	4	5	6	7	Aval	Surface	Cote fond	Niveau d'eau	P/V	Prof. Moy.
Amont	▣	•	•	•	•	•	•	•		220.90	221.62		0.72
1	▣	•	•	•	•	•	•	•	1 78.86	220.65	221.37	46	0.72
2		▣	•	•	•	•	•	•	2 78.86	220.40	221.12	46	0.72
3			▣	•	•	•	•	•	3 78.86	220.15	220.87	46	0.72
4				▣	•	•	•	•	4 78.86	219.90	220.62	46	0.72
5					▣	•	•	•	5 78.86	219.65	220.37	46	0.72
6						▣	•	•	6 78.86	219.40	220.16	38	0.76
7							▣	•	7 78.86	219.15	220.08	11	0.93
Niveau d'eau aval :										220.08			

Etude : du niveau d'eau amont en fonction des débits caractéristiques

Fréquence	Débits (m3/s)	Niveau d'eau amont (mNGF)	Différence niveau d'eau (cote niveau actuel- cote projeté) (m)
Q2	28	222,78	0.91
Q10	51	223,15	/
Q100	95	/	/
2,5xmodule	5,23	221,97	0.97
Module	2,09	221,78	0.97
QMNA2	0,40	221,36	1.26
QMNA5	0,27	221,32	1.28
Haut de berge (223,8)	71,51	223,8	/

Annexe 5 : Ouvrage L01 –Résultats - Scénario 2

Caractéristiques hydrauliques au module (Cassiopée) :

	1	2	3	4	5	6	7	Aval	Surface	Cote fond	Niveau d'eau	P/V	Prof. Moy.
Amont	▣	•	•	•	•	•	•	•		220.75	221.62		0.87
1		▣	•	•	•	•	•	•	1 78.86	220.50	221.37	72	0.87
2			▣	•	•	•	•	•	2 78.86	220.25	221.12	72	0.87
3				▣	•	•	•	•	3 78.86	220.00	220.87	72	0.87
4					▣	•	•	•	4 78.86	219.75	220.62	72	0.87
5						▣	•	•	5 78.86	219.50	220.37	72	0.87
6							▣	•	6 78.86	219.25	220.16	59	0.91
7								▣	7 78.86	219.00	220.12	9	1.12
Niveau d'eau aval :										220.12			

Caractéristiques hydrauliques à l'étiage courant (Cassiopé)

	1	2	3	4	5	6	7	Aval	Surface	Cote fond	Niveau d'eau	P/V	Prof. Moy.
Amont	▣	•	•	•	•	•	•	•		220.75			0.53
1		▣	•	•	•	•	•	•	1 78.86	220.50	221.03	29	0.53
2			▣	•	•	•	•	•	2 78.86	220.25	220.78	29	0.53
3				▣	•	•	•	•	3 78.86	220.00	220.53	29	0.53
4					▣	•	•	•	4 78.86	219.75	220.28	29	0.53
5						▣	•	•	5 78.86	219.50	220.09	21	0.59
6							▣	•	6 78.86	219.25	220.05	3	0.80
7								▣	7 78.86	219.00	220.05	0	1.05
Niveau d'eau aval :										220.05			

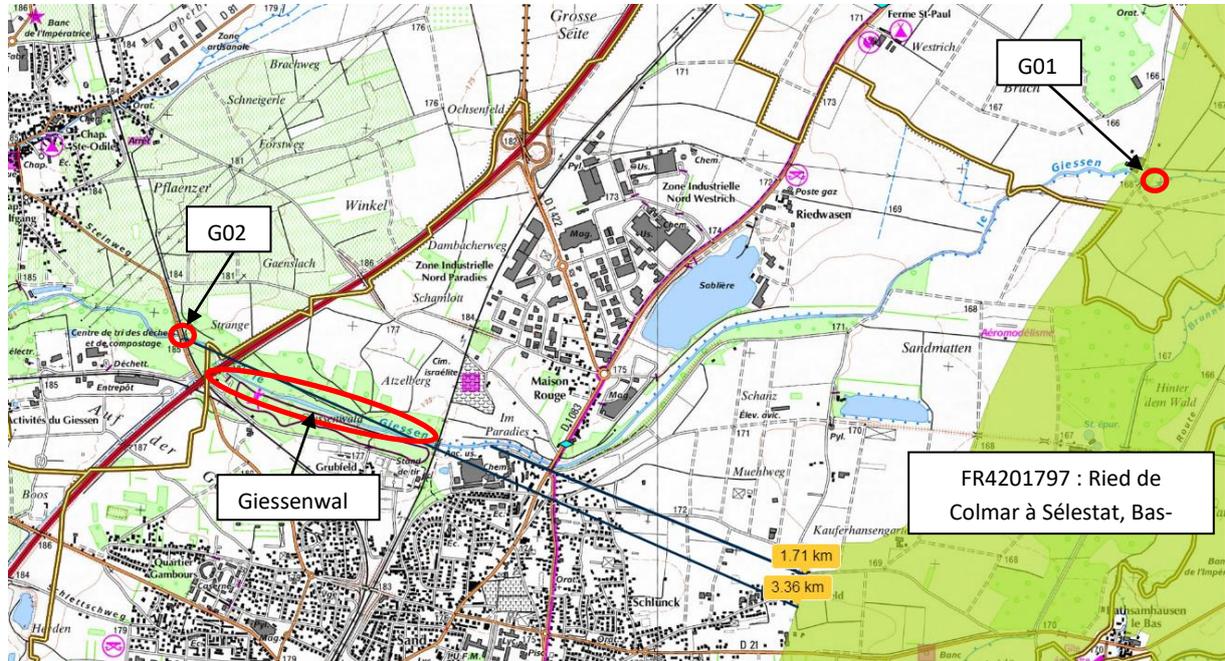
Etude : du niveau d'eau amont en fonction des débits caractéristiques :

Fréquence	Débits (m3/s)	Niveau d'eau amont (mNGF)	Différence niveau d'eau (actuel- projeté) (m)
Q2	28	223,28	0.38
Q10	51	/	/
Q100	95	/	/
2,5xmodule	5,23	222,56	0.38
module	2,09	222,37	0.38
QMNA2	0,40	221,99	0.63
QMNA5	0,27	221,91	0.69
Haut de berge (223,8)	44,30	223,8	/

Annexe 6 : Localisation des zones Natura 2000 et ZNIEFF par rapport aux aménagements

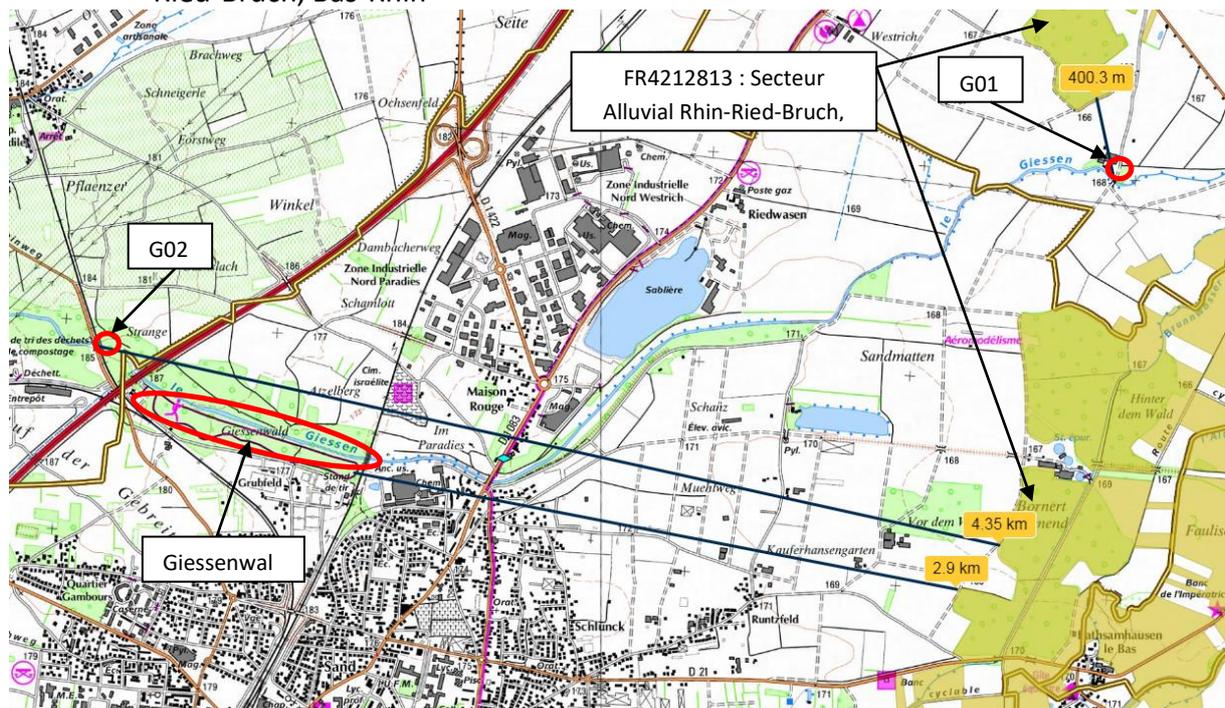
L'ouvrage G01 se trouve sur un site NATURA 2000, Directive Oiseaux, il s'agit de :

- Site NATURA 2000 - Directive Oiseaux (Id : FR4201797) : Ried de Colmar à Sélestat, Bas-Rhin



Les ouvrages G01, G02 et le secteur du Giessenwald se trouvent à proximité d'un site Natura 2000, Directive Habitats, il s'agit de :

- Site NATURA 2000 - Directive Habitats (Id : FR4201797) : Secteur Alluvial Rhin-Ried-Bruch, Bas-Rhin

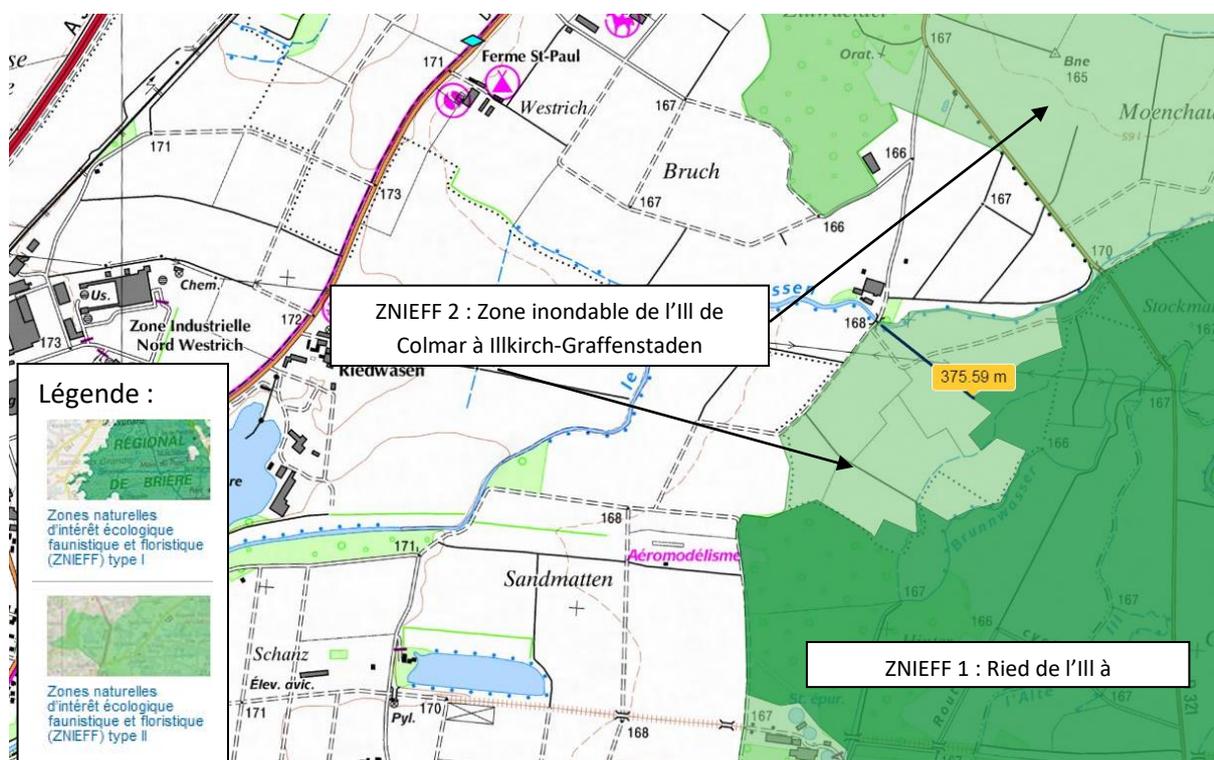


- ZNIEFF de type 2 (Id : 420030443) : Zone inondable de l'III de Colmar à Illkirch-Graffenstaden.

Une ZNIEFF de type 2 réunit des milieux naturels formant un ou plusieurs ensembles possédant une cohésion élevée et entretenant de fortes relations entre eux. Elle se distingue de la moyenne du territoire régional environnant par son contenu patrimonial plus riche et son degré d'artificialisation plus faible. Les ZNIEFF de type 2 sont donc des ensembles géographiques généralement importants, incluant souvent plusieurs ZNIEFF de type 1, et qui désignent un ensemble naturel étendu dont les équilibres généraux doivent être préservés. L'ouvrage G01 se trouve à proximité (375 m) d'une ZNIEFF, il s'agit de :

- ZNIEFF de type 1 (Id : 420007165) : Ried de l'III à Muttersholtz.

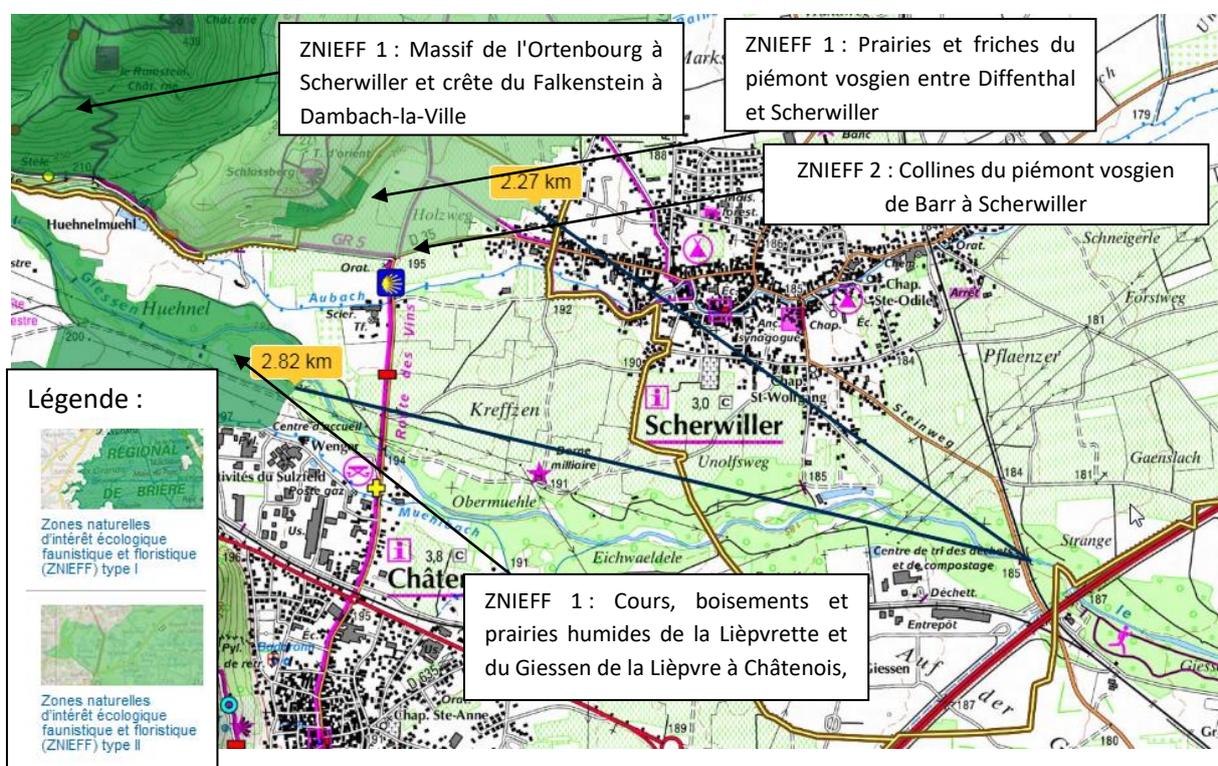
Une ZNIEFF de type 1 correspond à un espace à superficie limitée, caractérisé par la présence d'espèces, d'associations d'espèces ou de milieux rares, remarquables ou caractéristiques du patrimoine naturel national ou régional. Ces zones sont particulièrement sensibles à des équipements ou à des transformations même limitées.



Localisation des ZNIEFF au niveau de l'ouvrage G01 - source : Géoportail (IGN)

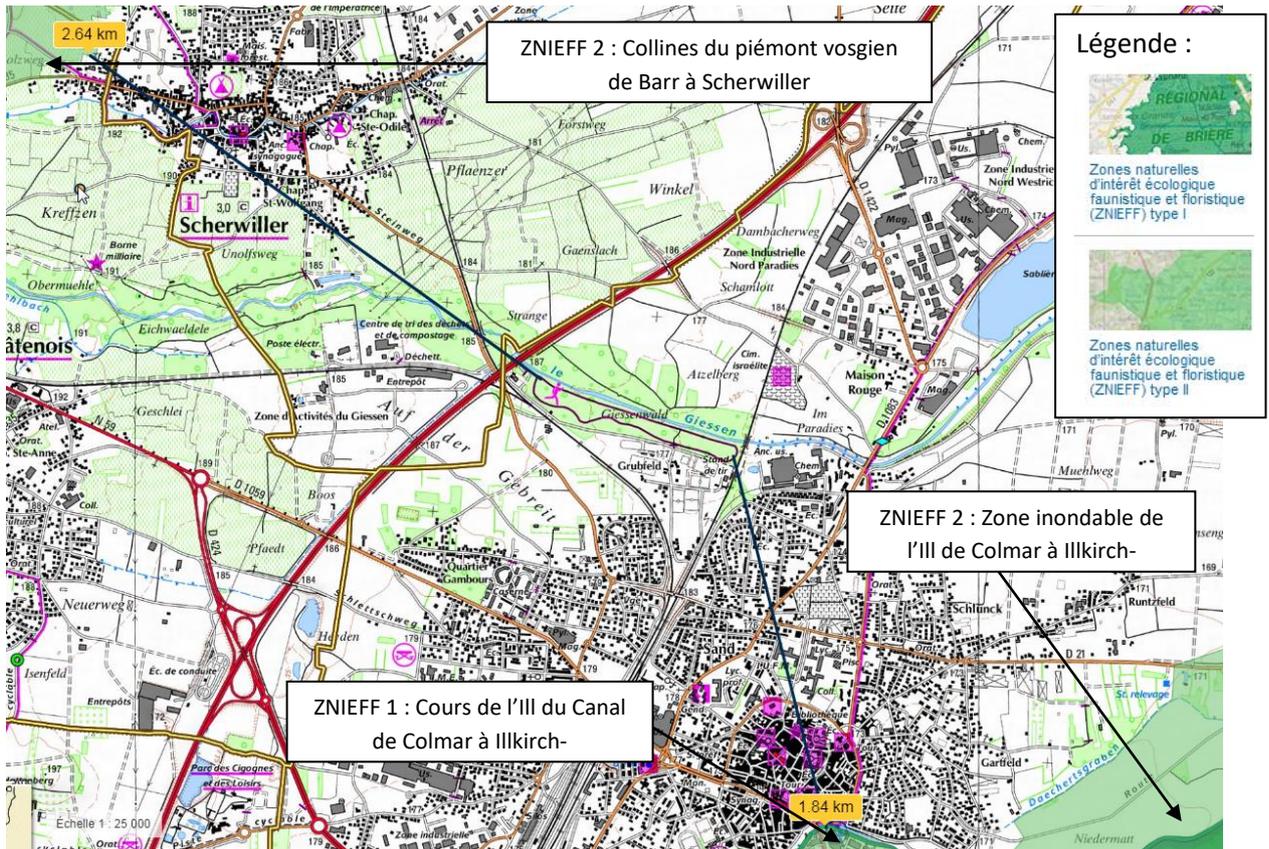
L'ouvrage G02 se trouve à proximité de ZNIEFF de types 1 et 2, il s'agit de :

- ZNIEFF de type 1 (Id : 420030432) : Cours, boisements et prairies humides de la Lièpvrette et du Giessen de la Lièpvre à Châtenois,
- ZNIEFF de type 1 (Id : 4200030441) : Prairies et friches du piémont vosgien entre Diffenthal et Scherwiller,
- ZNIEFF de type 1 (Id : 420007209) : Massif de l'Ortenbourg à Scherwiller et crête du Falkenstein à Dambach-la-Ville,
- ZNIEFF de type 2 (Id : 4200030442) : Collines du piémont vosgien de Barr à Scherwiller.



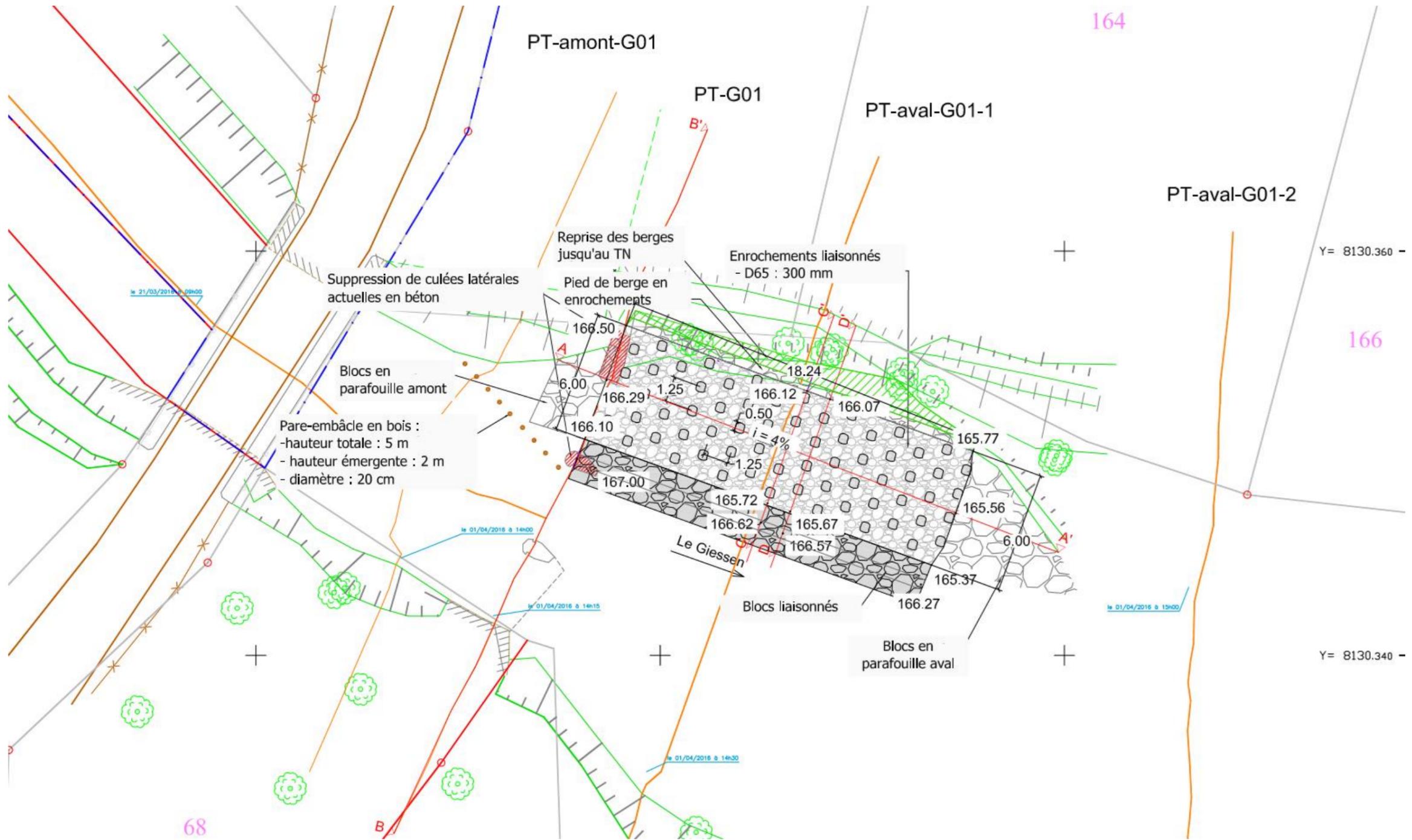
Le secteur du Giessenwald se trouve à proximité de ZNIEFF de types 1 et 2, il s'agit de :

- ZNIEFF de type 1 (Id : 420030420) : Cours de l'Ill du Canal de Colmar à Illkirch-Graffenstaden,
- ZNIEFF de type 2 (Id : 4200030442) : Collines du piémont vosgien de Barr à Scherwiller,
- ZNIEFF de type 2 (Id : 420030443) : Zone inondable de l'Ill de Colmar à Illkirch-Graffenstaden.

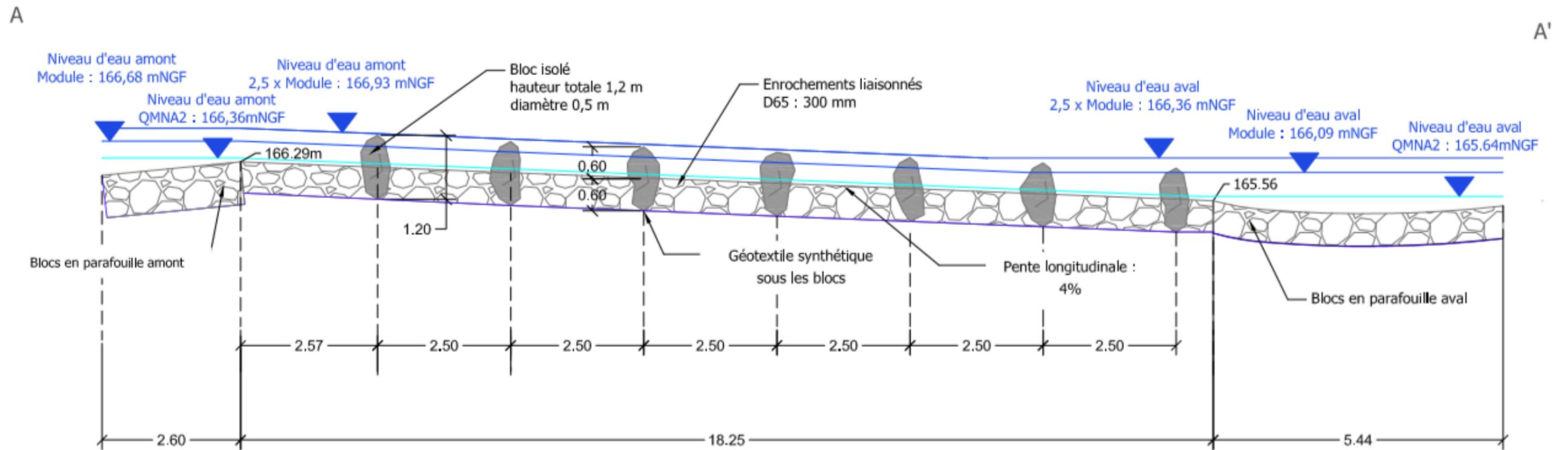


Annexe 7 : Plans et schémas

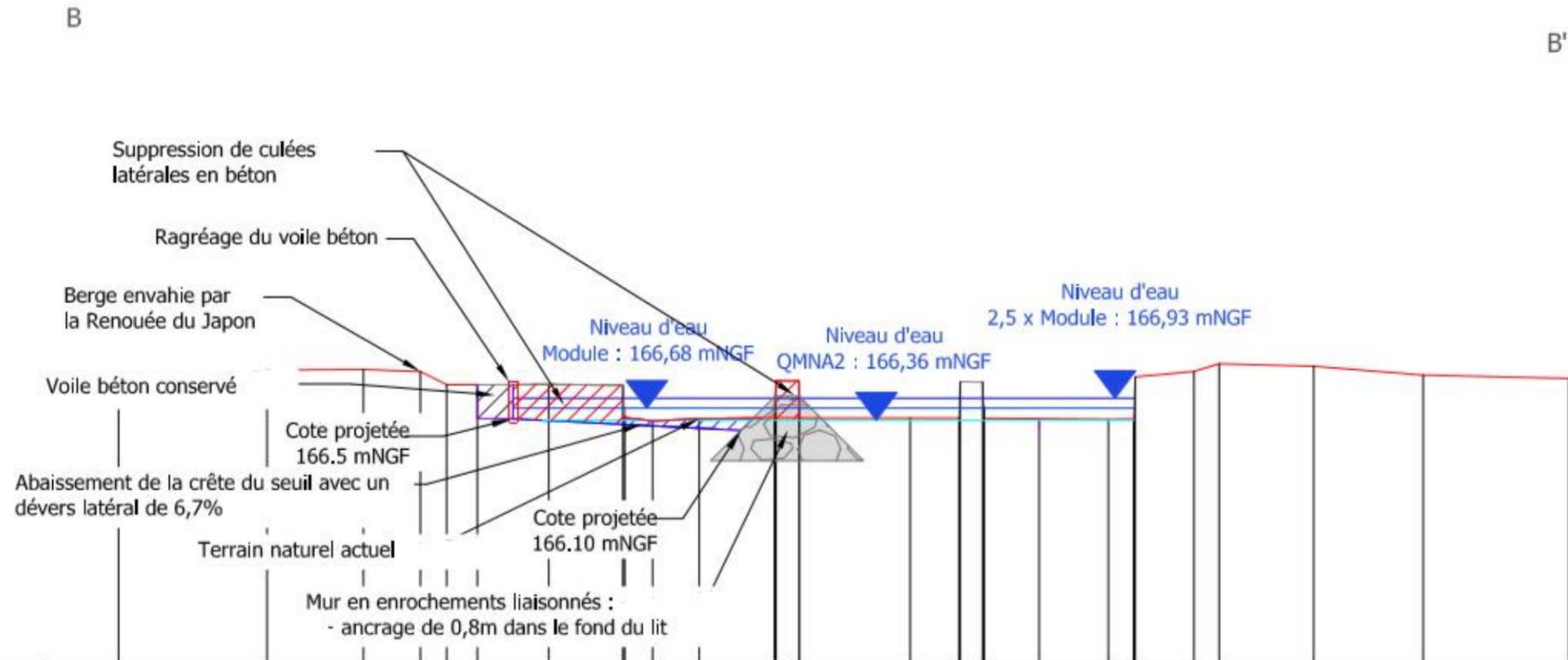
PLAN 1 : Ouvrage G01 – plan masse projeté



PLAN 2 : Ouvrage G01 – profil en long projeté



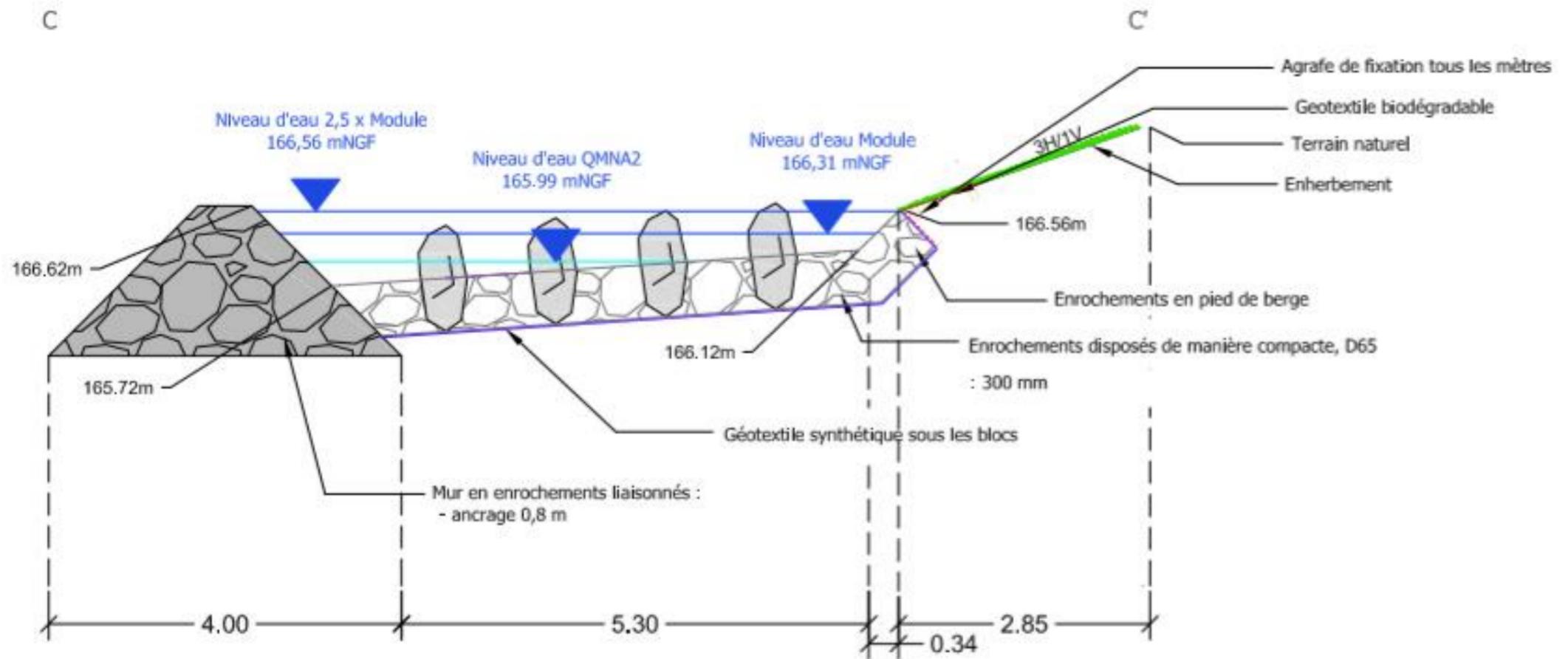
PLAN 3 : Ouvrage G01 – profil en long projeté



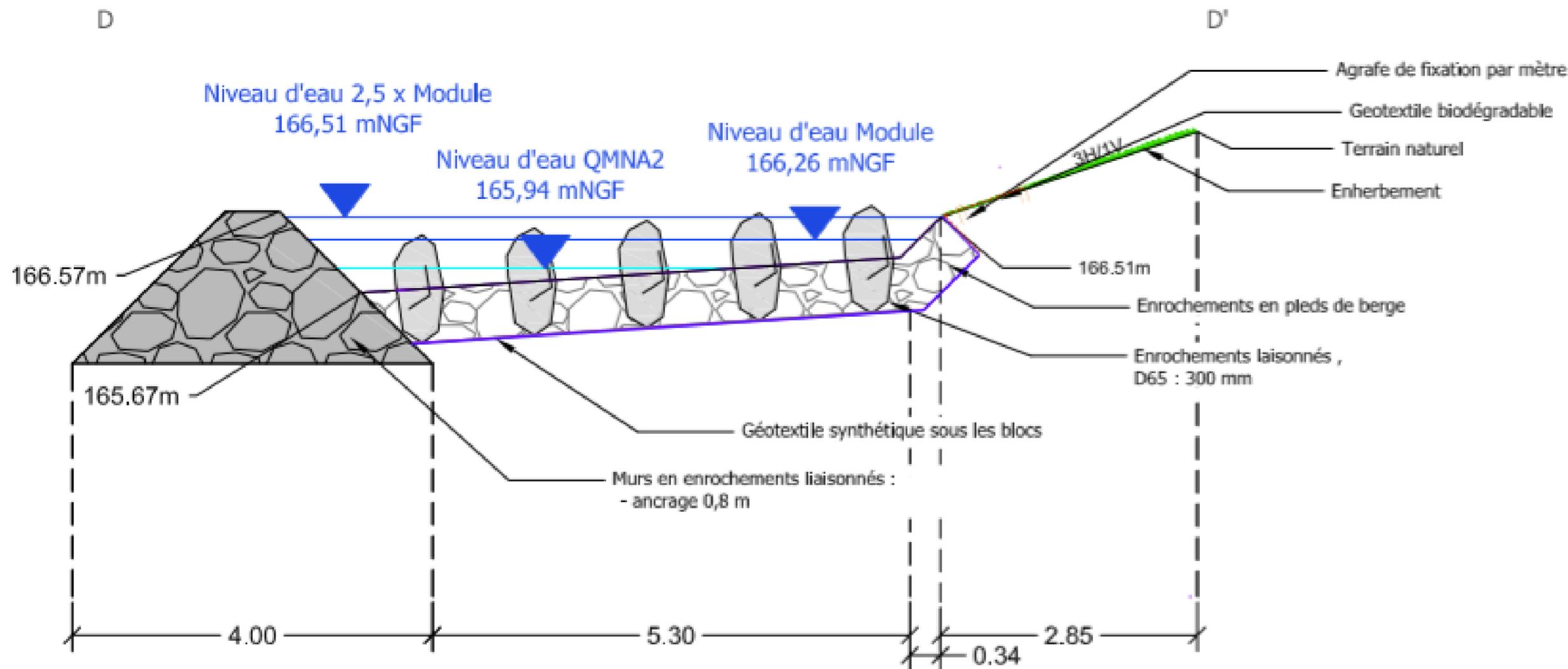
PC : 160.00 m

Altitudes TN actuel	167.64	167.68	167.70	167.65	167.29	167.29	167.31	167.29	166.35	166.40	166.43	167.40	166.42	166.43	167.37	166.41	166.39	166.40	167.64	167.84	167.78	167.55	167.46
Distance partielle	3.91	2.53	1.49	0.69	0.81	1.88	1.94	0.79	1.22	1.98	0.66	2.92	1.28	0.63	1.48	1.82	0.66	1.59	0.66	2.49	2.87	3.83	
Distance Cumulée	0.00	3.91	6.44	7.93	8.63	9.43	11.32	13.26	14.04	15.27	17.25	17.91	20.83	22.12	22.74	24.22	26.04	26.71	28.29	28.96	31.45	34.32	38.15

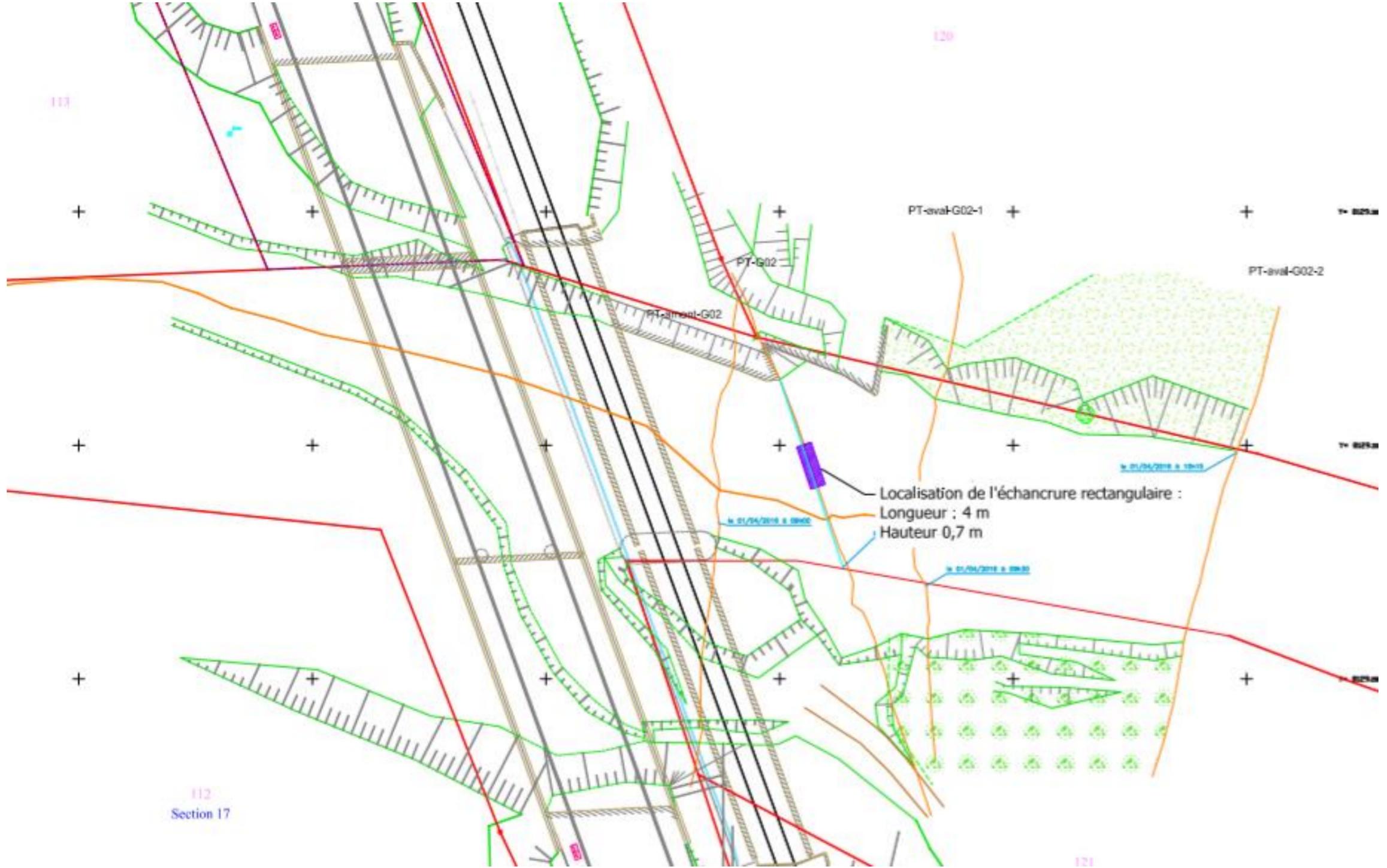
PLAN 4 : Ouvrage G01 – profil en travers de la rampe 1/2



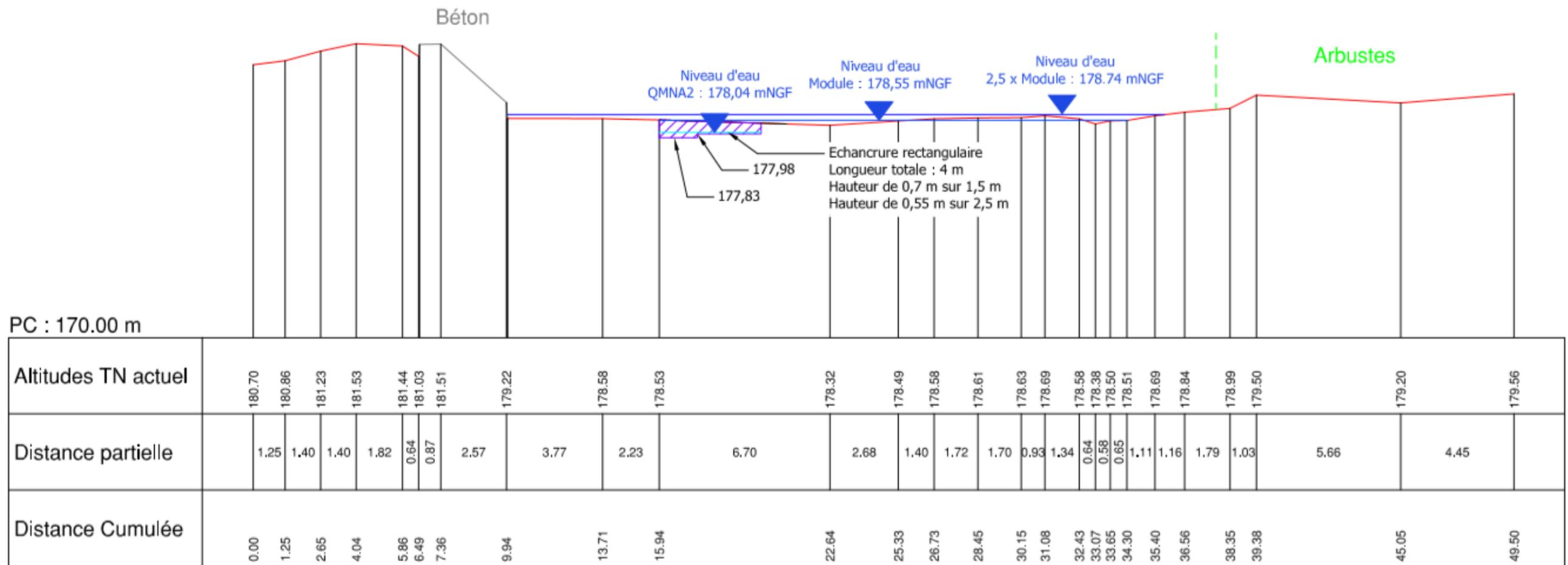
PLAN 5 : Ouvrage G01 – profil en travers de la rampe 2/2



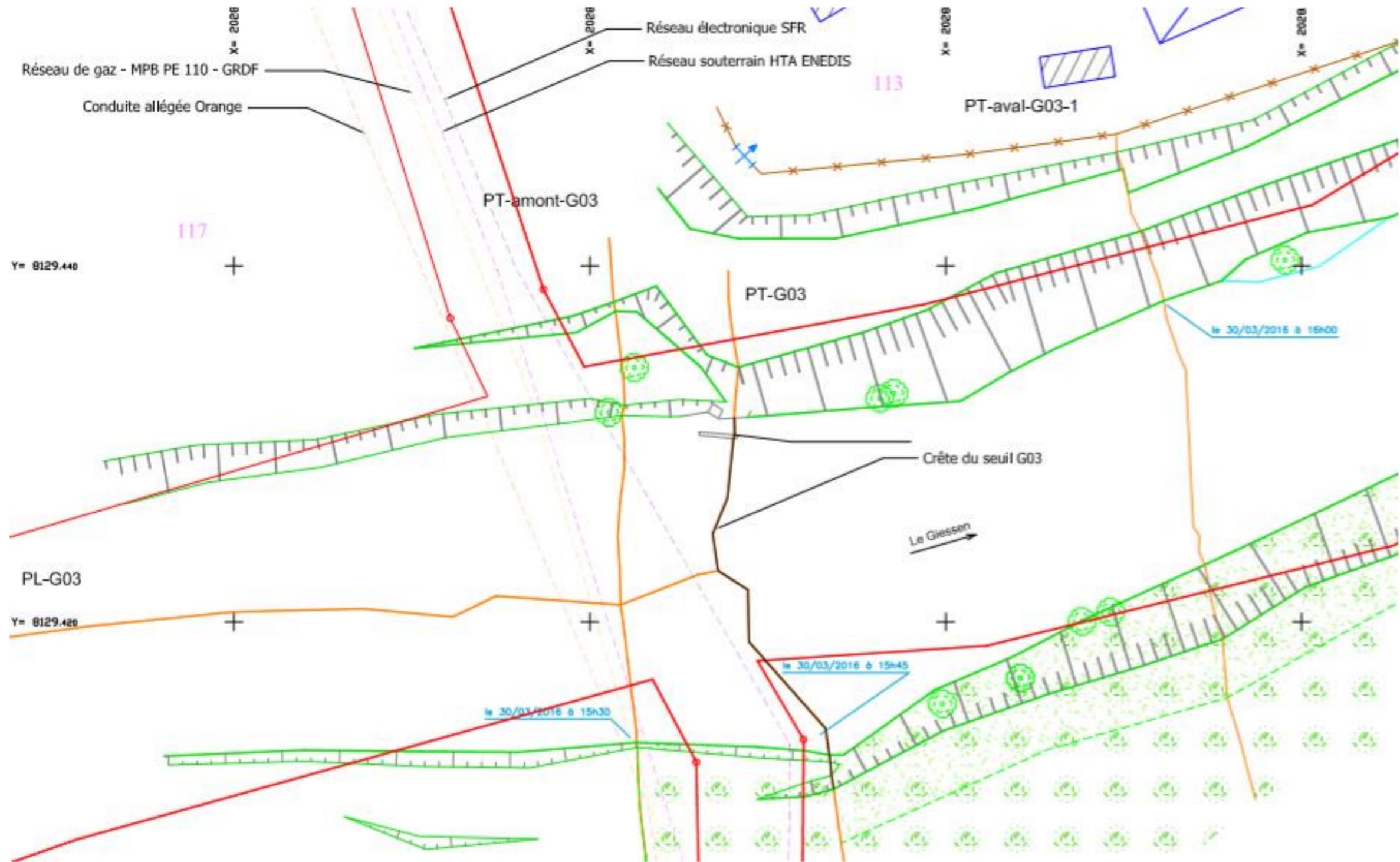
PLAN 6 : Ouvrage G02 – Plan masse projeté de l'échancrure



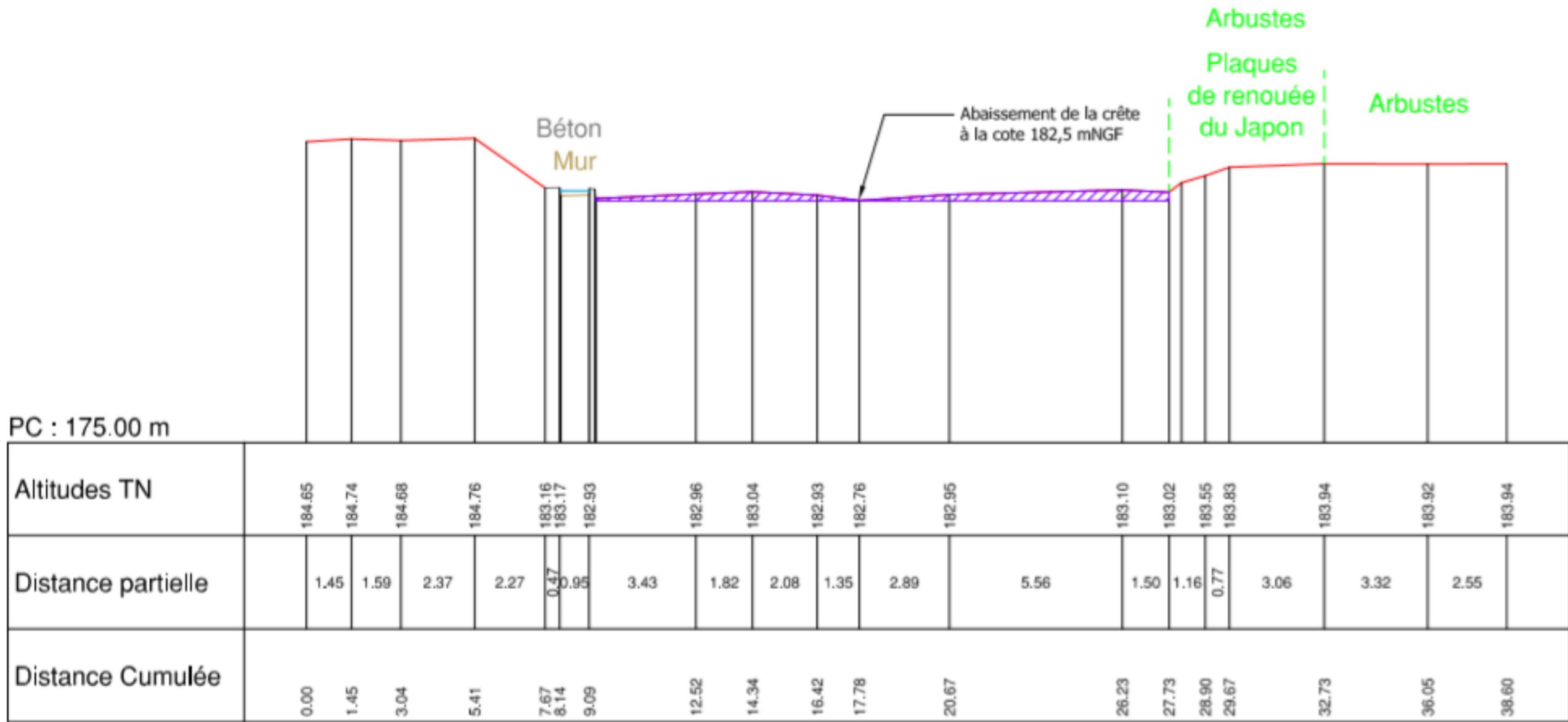
PLAN 7 : Ouvrage G02 – Profil en long projeté



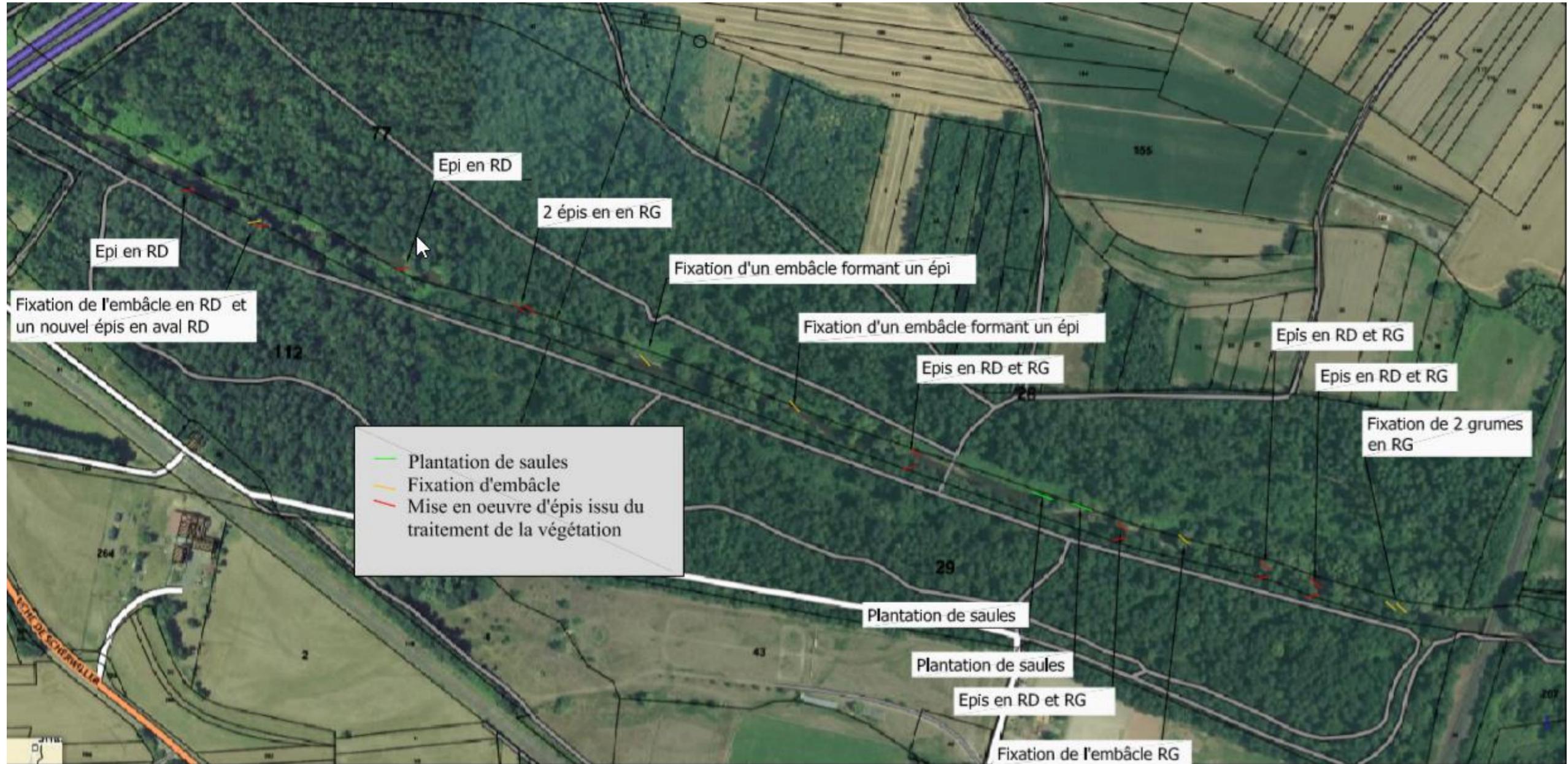
PLAN 8: Ouvrage G03 - Localisation des réseaux passant sous le seuil



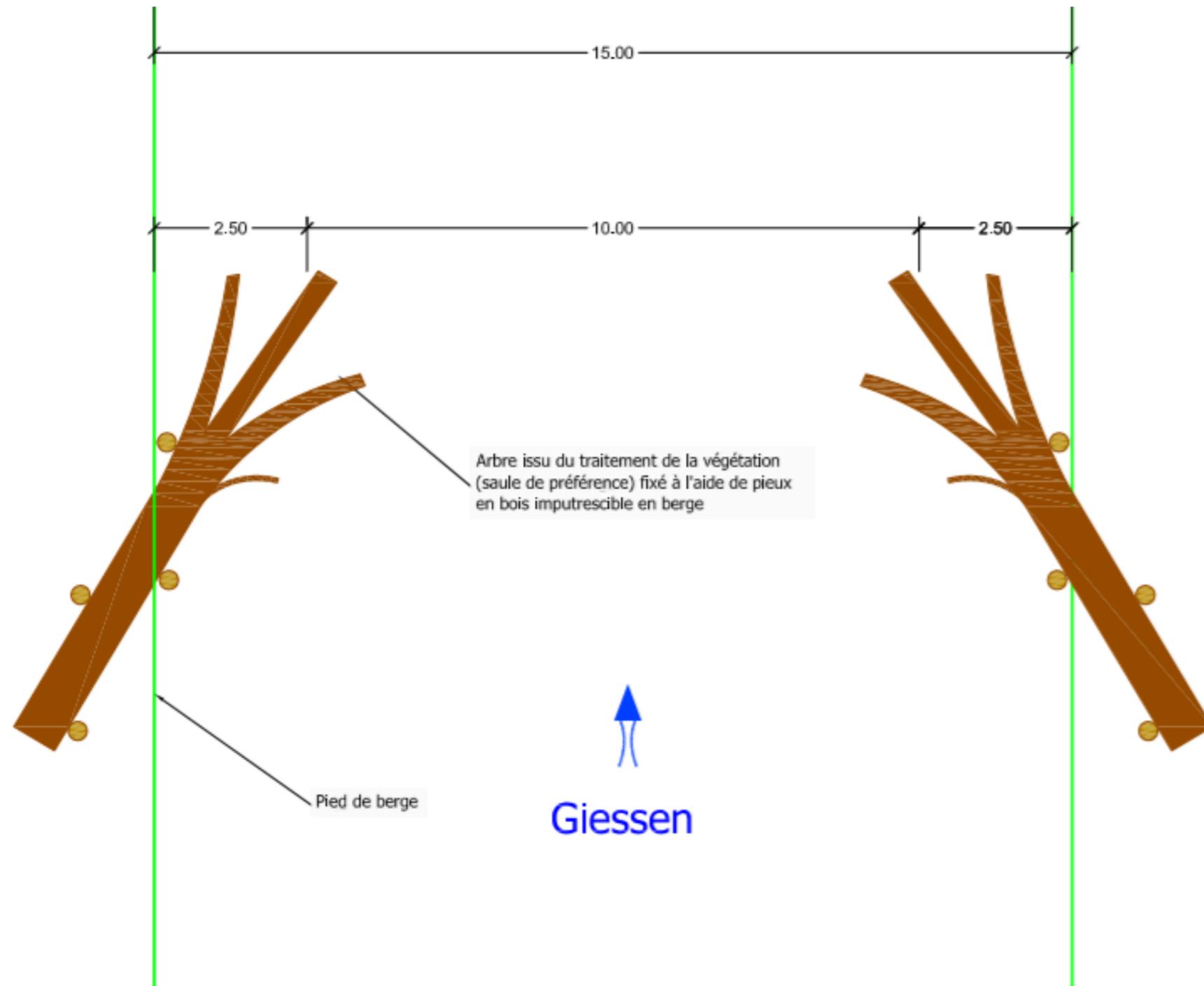
PLAN 9 : Ouvrage G03 – Profil en travers projeté



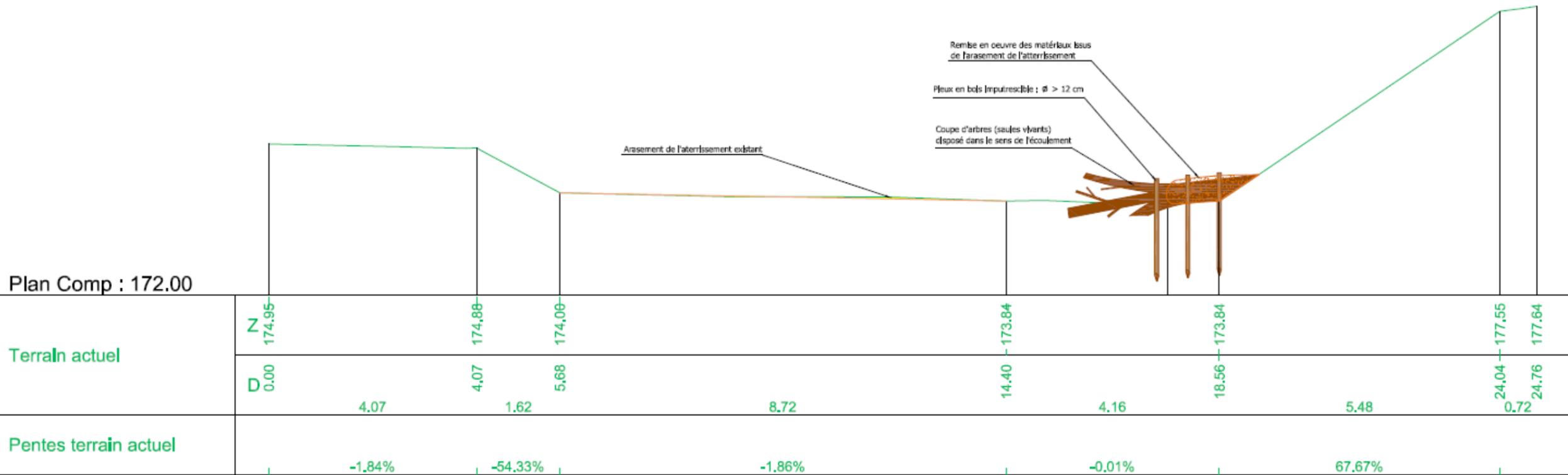
PLAN 10 : Giessenwald – Diversifications du lit du Giessen – Schéma des aménagements projetés



PLAN 11 : Giessenwald – Diversifications du lit du Giessen – Schéma des épis végétaux



PLAN 12 : Giessenwald – Protection de la digue – Schéma des épis végétaux



PLAN 13 : Giessenwald – Protection de la digue – Plan masse projeté de l'aménagement

