

CONSERVATOIRE DU LITTORAL

Etang du Pont de Fer, communes d'Assérac (44)
et de Camoël (56)

Etude préalable à la restauration de la continuité écologique et de l'ouvrage hydraulique de l'étang du Pont de Fer

Phase 3 : AVP

Rapport

Réf : LB6000008 / 1014228-01/CV_CEAULB205184

SKI / OLG / JMLC

29/03/2023



CONSERVATOIRE DU LITTORAL

Etang du Pont de Fer, communes d'Assérac (44) et de Camoël (56)

Phase 3 : AVP

Ce rapport a été rédigé avec la collaboration de :

Objet de l'indice	Date	Indice	Rédaction Nom / signature	Vérification Nom / signature	Validation Nom / signature
Rapport	29/03/2023	01	S. KILLIAN (BURGEAP) 	O. GAZELLE (BURGEAP) 	JM. LE COËNT (BURGEAP) 
			F. SLIMANE 	F. GALANTAI (CEBTP) 	F. GALANTAI (CEBTP) 

Numéro de contrat / de rapport :	Réf : LB6000008 / 1014228-01/CV_CEAULB205184
Numéro d'affaire :	A43622
Domaine technique :	BV06

Agence Loire-Bretagne • 24 quater, rue Jan Palach • 44220 Coueron
Tél. 33 (0) 2 40 38 67 06 • Fax 33 (0) 2 40 85 68 50 • agence.de.nantes@burgeap.fr

SOMMAIRE

CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE	5
PHASAGE ET METHODOLOGIE	6
1. L'étang du Pont de Fer	7
1.1 Situation de l'étang du Pont de Fer	7
1.2 Principales caractéristiques	7
2. Données de conception – contraintes techniques	13
2.1 Relevés topographiques complémentaires	13
2.2 Sondages géotechniques complémentaires	15
2.3 Données hydrologiques et hydrométriques	16
2.3.1 Les hauteurs d'eau dans l'étang	16
2.3.2 Les débits caractéristiques	18
2.4 Rappels des éléments de continuité piscicole	18
2.5 Rappels des éléments de continuité sédimentaire	19
2.5.1 Epaisseurs de sédiments et estimation des quantités	19
2.5.2 Qualité des sédiments	20
2.6 Récapitulatif des contraintes techniques ayant influencées la conception du projet	20
3. Rappels du scénario n°3 retenu	21
3.1 Rappels des objectifs d'aménagement et/ou de gestion	21
3.2 Le scénario retenu (n°3)	21
3.2.1 Principes généraux	21
3.2.2 Gestion des niveaux d'eau	22
4. Description détaillée des travaux retenus	28
4.1 Travaux hydrauliques	28
4.1.1 Démolition et reconstruction des ouvrages hydrauliques existants / Reconstruction d'un ouvrage de type moine	28
4.1.2 Restauration de la digue de l'étang	32
4.1.3 Création d'un nouveau seuil et d'une rampe à anguilles	33
4.1.4 Démolition de la pêcherie en aval et restauration hydromorphologique de l'Etier de Foy	36
4.2 Travaux annexes	39
4.2.1 Travaux préalables	39
4.2.2 Modifications des ouvrages sous la RD83	40
4.3 Organisation des travaux	42
4.3.1 Les contraintes d'accès et d'intervention	42
4.3.2 Principes d'accès	42
4.3.3 Principes d'interventions	44
4.3.4 Principes de mise à sec	44
5. Calendrier prévisionnel des travaux et principes de restauration hydraulique	47
6. Coûts prévisionnels des travaux	48

ANNEXES

Annexe 1. Dossier de plans

TABLEAUX

Tableau 1 : Principales caractéristiques de l'étang du Pont de Fer	8
Tableau 2 : Evolution des hauteurs d'eau dans l'étang sur la période 2017-2022 (Source : Suivis Département 44)	16
Tableau 3 : Débits caractéristiques retenus dans le cadre des études	18
Tableau 4 : Capacités de nage et de saut des espèces cibles	18
Tableau 5 : périodes de migration des espèces cibles	19
Tableau 6 : Débits et hauteurs d'eau visés à ce stade au droit des différents ouvrages	27
Tableau 7 : Coûts prévisionnels des travaux	48

FIGURES

Figure 1 : L'étang du Pont de Fer (source : Conservatoire du Littoral)	7
Figure 2 : Les ouvrages hydrauliques de l'Etang du Pont de Fer	11
Figure 3 : Les ouvrages annexes sous la RD93 et la pêcherie	12
Figure 4 : Ancienne cote repère (Source : Extrait des plans VTA, BRL Ingénierie 2012)	14
Figure 5 : Localisation des sondages et coupe géologique schématique (Source : GINGER CEBTP)	15
Figure 6 : Calendrier annuel des besoins en matière de niveaux d'eau dans l'étang du Pont de Fer	25
Figure 7 : Profil en long au droit du moine hydraulique (GINGER BURGEAP)	30
Figure 8 : Coupes en travers du moine et de l'ouvrage de vidange (P01 et PO2)	31
Figure 9 : Vue en plan au droit du moine et de l'ouvrage de vidange sous la digue	32
Figure 10 : <i>Principe de fonctionnement hydraulique au droit du seuil</i>	33
Figure 11 : Profil en travers de la rampe en enrochements libres (PR02)	35
Figure 12 : Vue en plan du seuil et de la rampe en enrochements libres servant de rampe à anguilles	35
Figure 13 : Profil en long existant en aval de l'Etang du Pont de Fer et profil en long restauré de l'Etier de Foy	37
Figure 14 : Vue en plan de la restauration de l'Etier de Foy en aval de la RD83	38
Figure 15 : Coupes types du futur ouvrage sous la RD83	41
Figure 16 : Principes envisagés d'accès et d'interventions sur le seuil et la rampe à anguille depuis la RD83	44
Figure 17 : Dispositifs de mise à sec envisagés	45

CONTEXTE ET OBJECTIF DE L'ETUDE

L'étang du Pont de Fer s'étend sur près de 45 ha, en arrière du littoral Atlantique et en tête de bassin de l'Étier du Foy sur la commune d'Assérac et en limite de Camoël. De par son rôle de zone tampon, sa diversité écologique et son positionnement, cette ancienne pisciculture constitue un refuge idéal pour l'avifaune et un site remarquable à plusieurs titres. Afin de la préserver, le Conservatoire du littoral en fit l'acquisition dans les années 2004 et 2005.

L'étang du Pont de Fer fut labellisé en tant que première **Réserve Naturelle Interrégionale** en 2008.

La **continuité écologique**, qui comprend la libre circulation des espèces et du transit sédimentaire, est un paramètre essentiel au bon fonctionnement des milieux aquatiques. Actuellement, les indicateurs environnementaux indiquent que la détérioration de la continuité écologique est l'un des facteurs les plus déclassant de l'état des cours d'eau français au sens de la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), et c'est pourquoi elle constitue un objectif majeur des documents de planification (SAGE, SDAGE).

Les services de l'Etat s'intéressent également à la continuité écologique dont notamment l'OFB, qui s'applique depuis plusieurs années à recenser les obstacles à l'écoulement (ROE) et plus récemment à relever pour ces ouvrages un certain nombre de paramètres influant sur la continuité écologique (protocole ICE). Cet intérêt des services de l'Etat pour la continuité écologique traduit bien l'importance que cette dernière revêt pour atteindre les objectifs de bon état fixés par la Directive Cadre sur l'Eau.

Or, le barrage de l'étang du Pont de Fer a été identifié comme étant un obstacle à la continuité écologique (code ROE : 16988).

L'étang du Pont de Fer, ainsi que l'étier du Foy et l'étier de Pont Mahé à l'aval sont inscrits dans les listes 1 et 2¹ selon l'arrêté du 10 juillet 2012 du bassin Loire-Bretagne au titre de l'Art L.214-17 du Code de l'environnement.

L'étang du Pont de Fer présente donc un fort enjeu patrimonial et s'intègre dans la logique de restauration de la continuité écologique sur les ouvrages existants sans remise en cause des usages existants avérés.

Dans ce contexte réglementaire et comme visé au Plan de Gestion de l'étang du Pont de Fer sur la période 2017-2028, le Conservatoire du Littoral a souhaité que soit menée une étude de restauration de la continuité écologique de cet ouvrage tout en s'inscrivant dans une démarche cohérente et concertée à l'échelle du bassin versant et en concertation avec les différents acteurs intervenant sur l'étang.

¹ Sur la liste 1, il est indiqué : « l'étier de Pont Mahé du Pont de Fer inclus jusqu'à la mer » et sur la liste 2 : « l'étier du Foy du Pont de Fer inclus jusqu'à la confluence avec l'étier de Pont Mahé ».

PHASAGE ET METHODOLOGIE

La mission se décompose comme suit :

- **Phase 1 : Etat des lieux et diagnostic**

Cette phase avait pour objectif d'acquérir les connaissances générales, techniques et administratives de la zone d'étude afin d'établir un diagnostic de la situation actuelle. Cette phase a permis également de collecter l'ensemble des données nécessaires à l'étude et à la détermination des solutions techniques (scénarii) de restauration de la continuité écologique.

Elle comprend une synthèse de l'ensemble des documents disponibles, la description de l'ouvrage, un diagnostic géotechnique, une évaluation de son fonctionnement hydraulique, une analyse de la qualité des sédiments de l'étang, le recensement des usages, des enjeux écologiques et la synthèse des incidences identifiées.

Des entretiens individuels auprès des principaux acteurs du territoire, usagers et personnes ressources ont également été réalisés afin d'affiner la connaissance du site et de qualifier les enjeux actuels et futurs de l'ensemble de la zone d'étude.

Cette phase 1 a fait l'objet d'un rapport référencé REAULB04753-01 en date du 25/03/2021. Le diagnostic a été présenté en COPIL lors de la réunion du 16 septembre 2021.

Les résultats des entretiens ont quant à eux été intégrés directement au rapport de phase 2.

- **Phase 2 : Scénarii d'aménagement**

Cette deuxième phase avait pour objectif d'identifier les solutions techniques de restauration de la continuité au vu des conclusions du diagnostic précédemment établi. Trois scénarios de restauration de la continuité écologique ont été étudiés.

Cette phase 2 a fait l'objet d'un rapport référencé REAULB05050-VO2 en date du 23/06/2022.

Le scénario n°3 présenté a été retenu par le Conservatoire du Littoral en juillet 2022.

Un premier atelier de concertation sur le règlement d'eau a été réalisé en parallèle de cette phase le 10 mai 2022.

- **Phase 3 : AVP/PRO**

Cette phase consiste en l'étude du scénario validé par le Maître d'Ouvrage et les membres du COPIL afin d'établir un programme de travaux détaillant les points techniques, fonciers, administratifs et financiers dans l'objectif de leur mise en œuvre.

Le second atelier de concertation sur le règlement d'eau a été réalisé en amont de cette phase le 10 janvier 2023.

L'AVP a été présenté en COPIL lors de la réunion du 24 janvier 2023.

Cette phase 3 fait l'objet du présent rapport référencé 1014228-01.

- **Phase 4 : Dossiers réglementaires (dossier loi sur l'eau – règlement d'eau)**

Sur la base de l'avant-projet validé, cette phase vise à établir les dossiers administratifs nécessaires à l'obtention des autorisations pour la réalisation des travaux.

Le présent document constitue le rapport de phase 3 de présentation de l'AVP du scénario n°3 retenu pour la restauration de la continuité écologique pour l'ouvrage de l'étang du Pont de Fer.

1. L'étang du Pont de Fer

1.1 Situation de l'étang du Pont de Fer

L'étang du Pont de Fer est situé au nord du département de la Loire-Atlantique et en limite du Morbihan. Il s'étend sur près de 45 hectares, à cheval sur les communes d'Assérac (44) et de Camoël (56).



Figure 1 : L'étang du Pont de Fer (source : Conservatoire du Littoral)

1.2 Principales caractéristiques

L'état des lieux détaillé de l'étang du Pont de Fer a été présenté dans le rapport de diagnostic (Réf GINGER BURGEAP : REAULB04753-01). Il a été réalisé à partir de recherches bibliographiques et d'investigations de terrain variées (inventaires faune-flore-habitats, de prélèvements et d'analyses de sédiments, de sondages géotechniques, etc.).

Le tableau suivant récapitule les principales caractéristiques relevées de l'ouvrage.

Tableau 1 : Principales caractéristiques de l'étang du Pont de Fer

PRESENTATION DE L'ETANG DU PONT DE FER	
Localisation	Assérac (44) et Camoël (56) - Communauté d'Agglomération de Cap Atlantique
Propriété foncière	Conservatoire du Littoral (2004-2005)
Parcelles cadastrales concernées	Assérac : B17, B38, B39, B51, B52, B53, B328, B329, ZC4, ZC 5 (50 ha 23 a 01 ca) Camoël : AP1, AP95, AP115, AO4, AO6, AO9, AO10, AO21, AO87, AO90 (11ha 70a 74 ca)
Gestionnaire	Conseil Départemental de Loire-Atlantique
Statut réglementaire	Déclaration d'existence – 22 mars 2019
Règlement d'eau	Absence de règlement d'eau concernant l'étang du Pont de Fer Règlement d'eau au droit de l'ouvrage du Pont-Mahé en aval à l'exutoire en mer depuis 2013 (pas approuvé ni exécuté) : Cote maximale en hiver : 2,70 m NGF. Cote intermédiaire au printemps : 2,10 m NGF. Cote minimum en période estivale : 1,70 m NGF.
Position vis à vis de l'article L.214-7 du Code de l'Environnement	L'étang du Pont de Fer, ainsi que l'étier du Foy et l'étier de Pont Mahé à l'aval sont inscrits dans les listes 1 et 2 selon l'arrêté du 10 juillet 2012 du bassin Loire-Bretagne au titre de l'Art L.214-17 du code de l'environnement. - Sur la liste 1 : « L'étier de Pont Mahé du Pont de Fer inclus jusqu'à la mer » ; - Sur la liste 2 : « L'étier du Foy du Pont de Fer inclus jusqu'à la confluence avec l'étier de Pont Mahé » et « L'étier de Pont Mahé de la confluence avec l'Etier du Foy jusqu'à la mer ». L'étang du Pont de Fer n'est pas considéré comme un réservoir biologique.
Zonage dans les documents d'urbanisme	A et N
Dispositifs de gestion de l'étang du Pont de Fer	Plan de gestion - Période 2017-2028 - Conservatoire du Littoral. Contrat Territorial sur les bassins versants Pont-Mahé – Mès – Période 2018-2022 - Communauté d'Agglomération de la Presqu'île de Guérande – Atlantique.
Gestion des niveaux d'eau	Impossible à ce jour compte tenu de l'état des ouvrages hydrauliques.

HISTORIQUE / GESTION	
Date de création	Plan d'eau sur carte de Cassini – Création de la digue 1750
Travaux connus	1920 (environ) : réfection (partielle ou totale) de la digue. Années 1960 : à sec pendant 6 à 7 ans. Curage des chenaux et approfondissement pour faciliter les pêches. 1965 : création des deux digues existantes en queue d'étang (1965). 1975 : réfection de l'ancienne pêcherie sous la forme de celle existante actuellement.
Curage :	Dernier curage 1960
Vidange :	Jusque 1995-1996, vidanges régulières en moyenne tous les 3 à 4 ans
Evènement historique	n.d
CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES – ORDRES DE GRANDEUR	
Surface en eau	45 ha
Longueur moyenne	1 500 m
Largeur moyenne	350 m
Profondeur en eau :	1 à 2 m
Volume d'eau estimé :	490 000 m ³
Volume estimé de sédiments :	70 000 m ³

► Les ouvrages hydrauliques et connexes

Ancienne pisciculture, l'étang est équipé de nombreux ouvrages servant à la gestion des niveaux d'eau mais également à la pêche.

OUVRAGES	PRINCIPALES CARACTERISTIQUES	ETAT GENERAL
Digue :	L = 65 m ; H = 1 à 2 m	Etat moyen (éboulements et lacunes de pierres localement, développement de systèmes racinaires à travers les parements de maçonneries) OUVRAGE INFRANCHISSABLE

OUVRAGES	PRINCIPALES CARACTERISTIQUES	ETAT GENERAL
Pertuis de fond	<u>Amont</u> : Ouvrage d'entonnement ; Portion enterrée L = 5 m ; H = 0,80 m max ; Cote radier : 2,9 m NGF Chenal étroit à l'air libre : 7 ml X 0,7 à 1,4 m de large max, bordé de deux voiles.	Très mauvais état : effondrement des parements en maçonnerie, affouillement et lacunes de pierres. Nombreuses infiltrations et venues d'eau, affouillements. Plus de vanne de manœuvre. OUVRAGE INFRANCHISSABLE
Pertuis de demi-fond :	3 sections rectangulaires : <u>Amont</u> : L=0,86m * H=0,81 m ; Cote radier : 5,36 m NGF <u>Médiane</u> : L=0,85m * H=1,64 m ; Cote radier : 4,46 m NGF <u>Aval</u> : L=0,955m * H=1,72 m ; Cote radier : Inconnu	Globalement en bon état mais stabilité dépendant de celle des parements du pertuis de fond qui sont en mauvais état. OUVRAGE INFRANCHISSABLE
Fosse de surverse :	En rive droite Cote de surverse : 6,27 m NGF	Assez bon état
Ouvrages de franchissement de la RD192 :	Deux dalots : 1 face au pertuis de demi-fond (L : 12,5 ml ; l : 0,68 à 0,70 m, H : 1,18 à 1,40 m en aval) 1 face au pertuis de fond (L : 12,5 ml ; l : 0,68 m, H : 1,99 à 2,13 en aval) Buse Ø300 dans l'ouvrage	Etat fonctionnel des 2 dalots Etat inconnu de la buse OUVRAGES LIMITANTS
Pêcherie en aval (1975) :	Ouvrage bétonné Exutoire buse Ø900 mm sur 6 ml	Bon état INFRANCHISSABLE
Etangs amont :	De Camoël : De Kermarin :	Végétation très importante. Très nombreux arbres morts (saules). Végétalisation et envasement très importants. Réduction de la partie en eau.

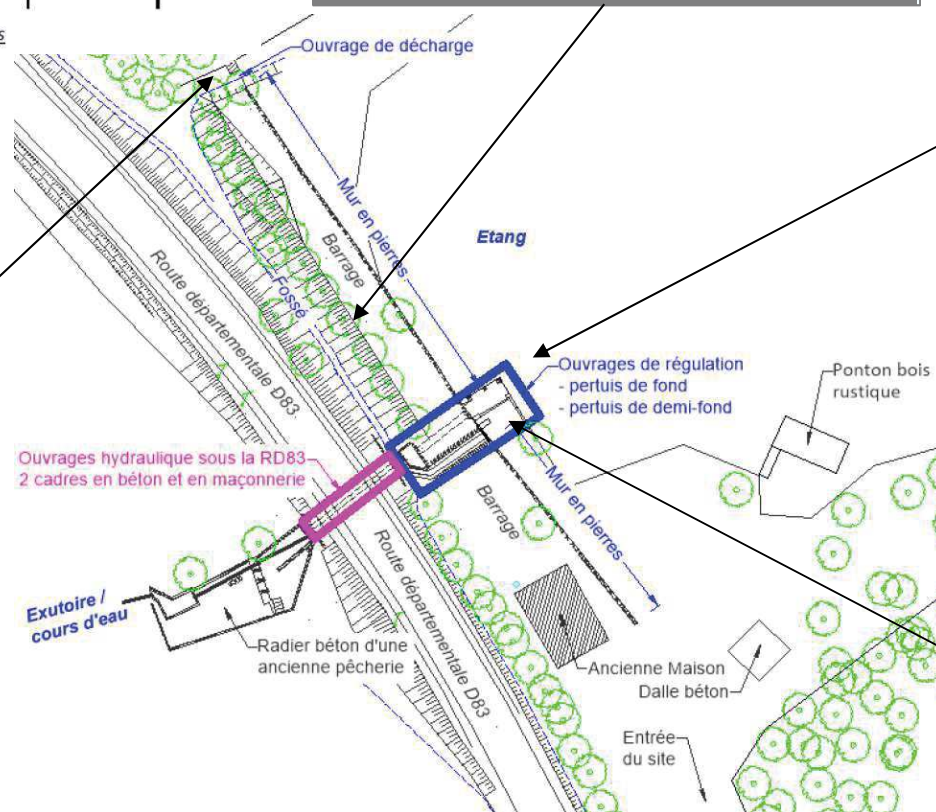
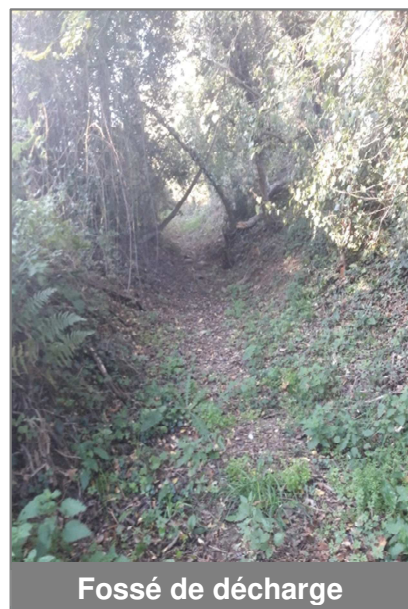
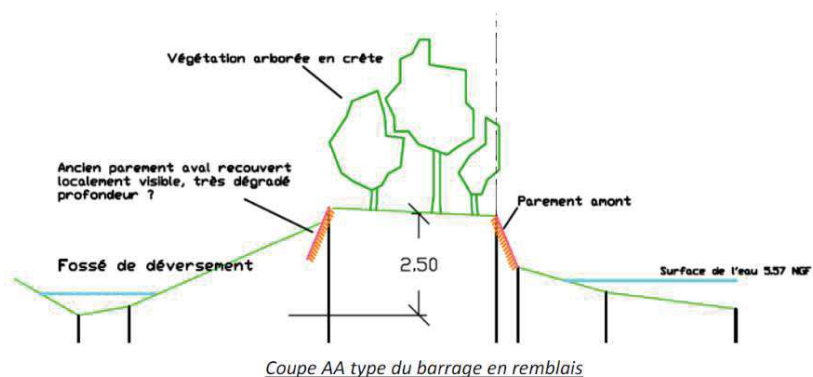


Figure 2 : Les ouvrages hydrauliques de l'Etang du Pont de Fer



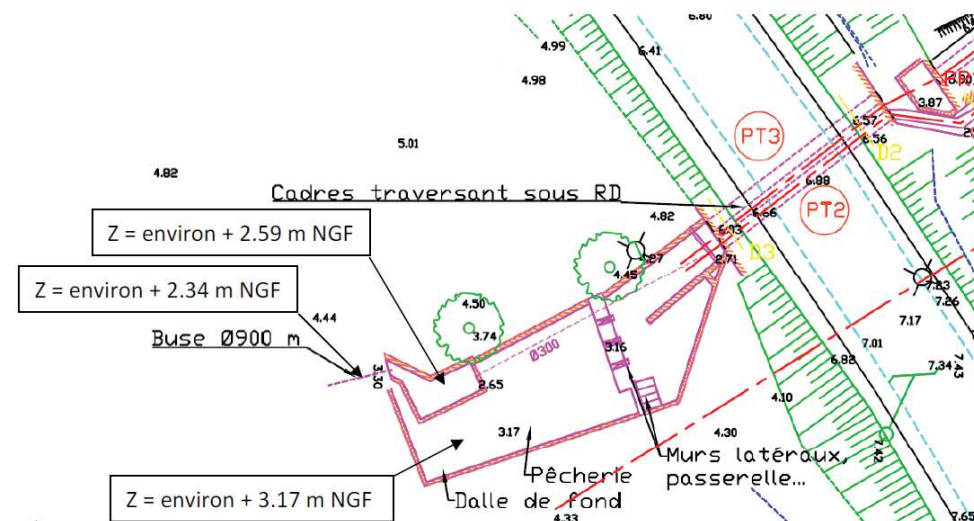
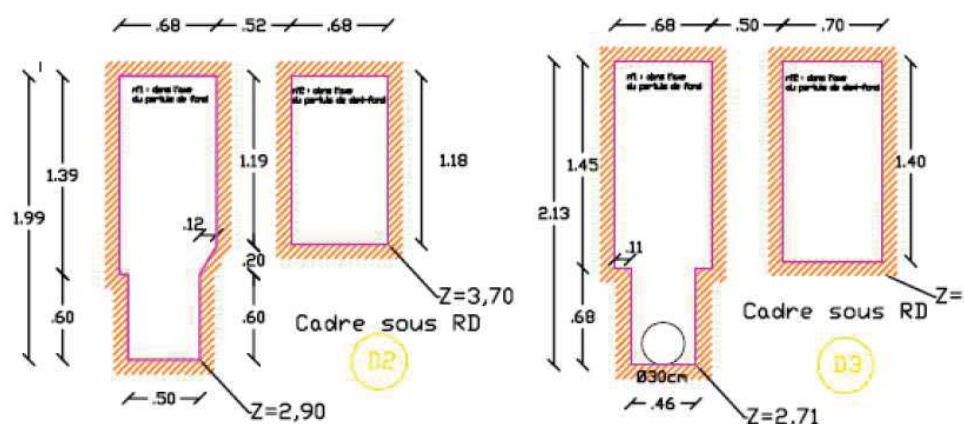


Figure 3 : Les ouvrages annexes sous la RD93 et la pêcheurie

2. Données de conception – contraintes techniques

2.1 Relevés topographiques complémentaires

Les éléments topographiques à disposition datant de la visite technique approfondie de 2012, il est fort probable que les ouvrages aient sensiblement bougé depuis.

Il manquait par ailleurs des relevés topographiques afin d'ajuster le profil en long de l'Etier de Foy depuis l'amont et les fonds de Camoël.

En absence de données hydrométriques précises, il apparaissait également important de vérifier en altimétrie le point repère ayant servi au Département lors des relevés de niveaux d'eau.

Ainsi, de nouveaux relevés topographiques ont été réalisés par le cabinet de géomètre Alpha Geoid les 26 et 27 juillet 2022.

L'élément important de ces relevés a été la modification de la cote repère du Département qui s'est avérée ne pas être la cote de 5,26 m NGF comme initialement considérée, mais bien la cote de 6,24 m NGF.

La cote repère de 6,20 m NGF a ainsi été retenue pour toute la suite des études menées (définition d'un règlement d'eau, caractéristiques des ouvrages hydrauliques).



Photo 1 : Vue sur le point servant de repère (Photo : Département 44, février 2023)

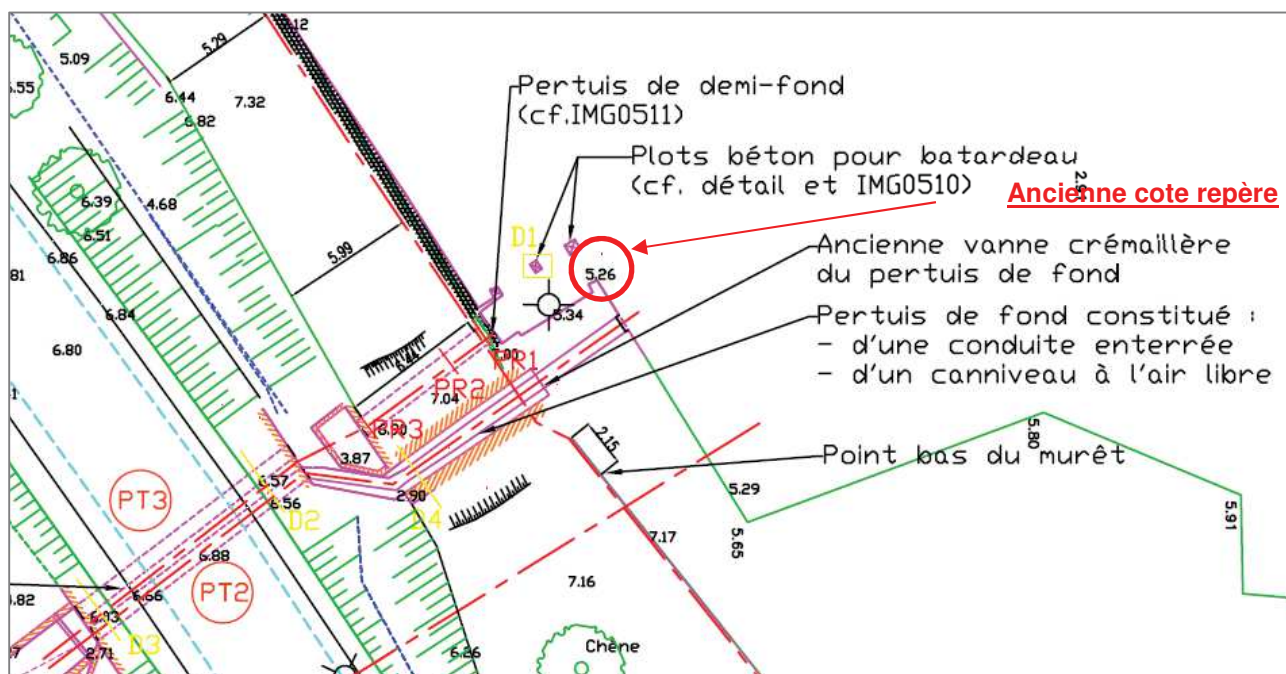


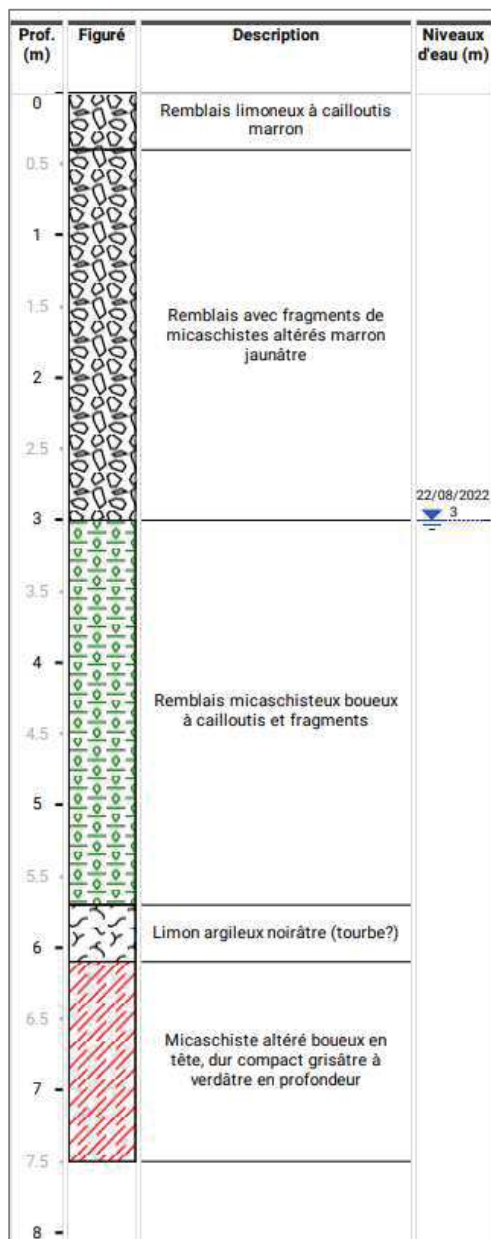
Figure 4 : Ancienne cote repère (Source : Extrait des plans VTA, BRL Ingénierie 2012)

2.2 Sondages géotechniques complémentaires

Dans le cadre de l'AVP, de nouveaux sondages géotechniques ont été menés par GINGER CEBTP en compléments de ceux réalisés au stade du diagnostic. Ces investigations complémentaires visaient à réaliser une étude géotechnique de conception avant-projet nommée (G2 – phase AVP). Elles ont toutes été réalisées le 22/08/2022.

Cette étude G2 - AVP a fait l'objet d'un rapport référencé ONA2.M.0232 en date du 12/09/2022.

Les investigations ont consisté en la réalisation de sondages semi-destructifs et d'essais pressiométriques au niveau de la digue de l'étang. L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géologique schématique suivante au droit de la digue de l'étang :



Formation n°1 : Couverture végétale et remblais limoneux à micaschisteux.

A partir de 0.0 m de profondeur / TA (Terrain Actuel) environ jusqu'à 4.8 à 6.0 m de profondeur / TA environ.

Formation n°2 : Limon argileux noirâtre

A partir de 4.8 à 6.0 m de profondeur / TA environ jusqu'à : 6.0 à 6.8 m de profondeur / TA environ.

Formation n°3 : Micaschiste altéré

A partir de : 6.1 m de profondeur / TA, jusqu'à la profondeur d'arrêt du sondage à la tarière SP1 : > 7.5 m de profondeur / TA.



Figure 5 : Localisation des sondages et coupe géologique schématique (Source : GINGER CEBTP)

2.3 Données hydrologiques et hydrométriques

2.3.1 Les hauteurs d'eau dans l'étang

Les évolutions des hauteurs d'eau dans l'étang du Pont de Fer ont été regardées sur la période 2017-2020 pour laquelle le Département 44 disposait de plusieurs suivis altimétriques à partir la cote repère présentée précédemment.

Sur cette période, sur près de 215 valeurs de hauteurs d'eau relevées, les niveaux d'eau maximum, minimum et moyen dans l'étang du Pont de Fer ont été les suivants :

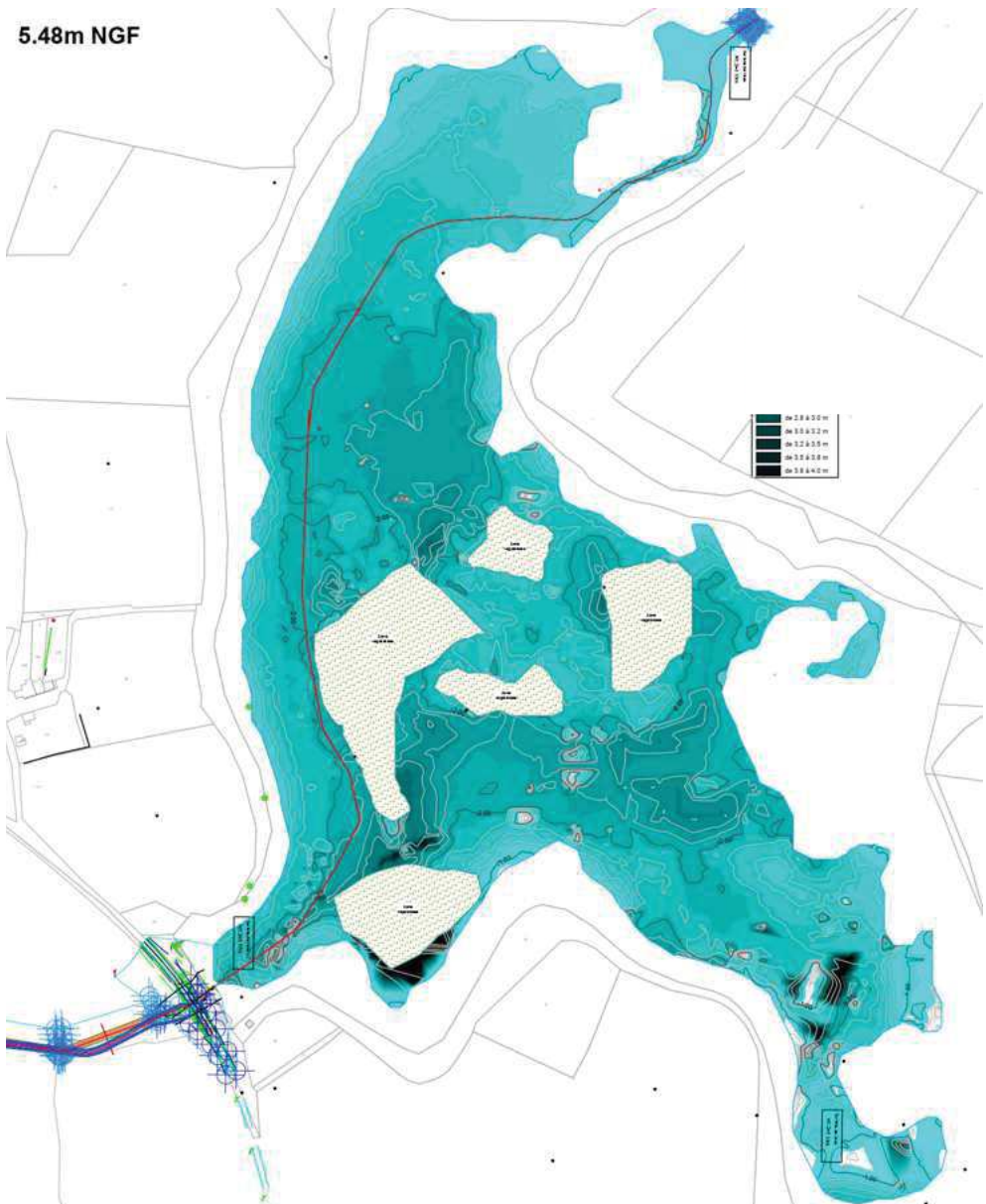
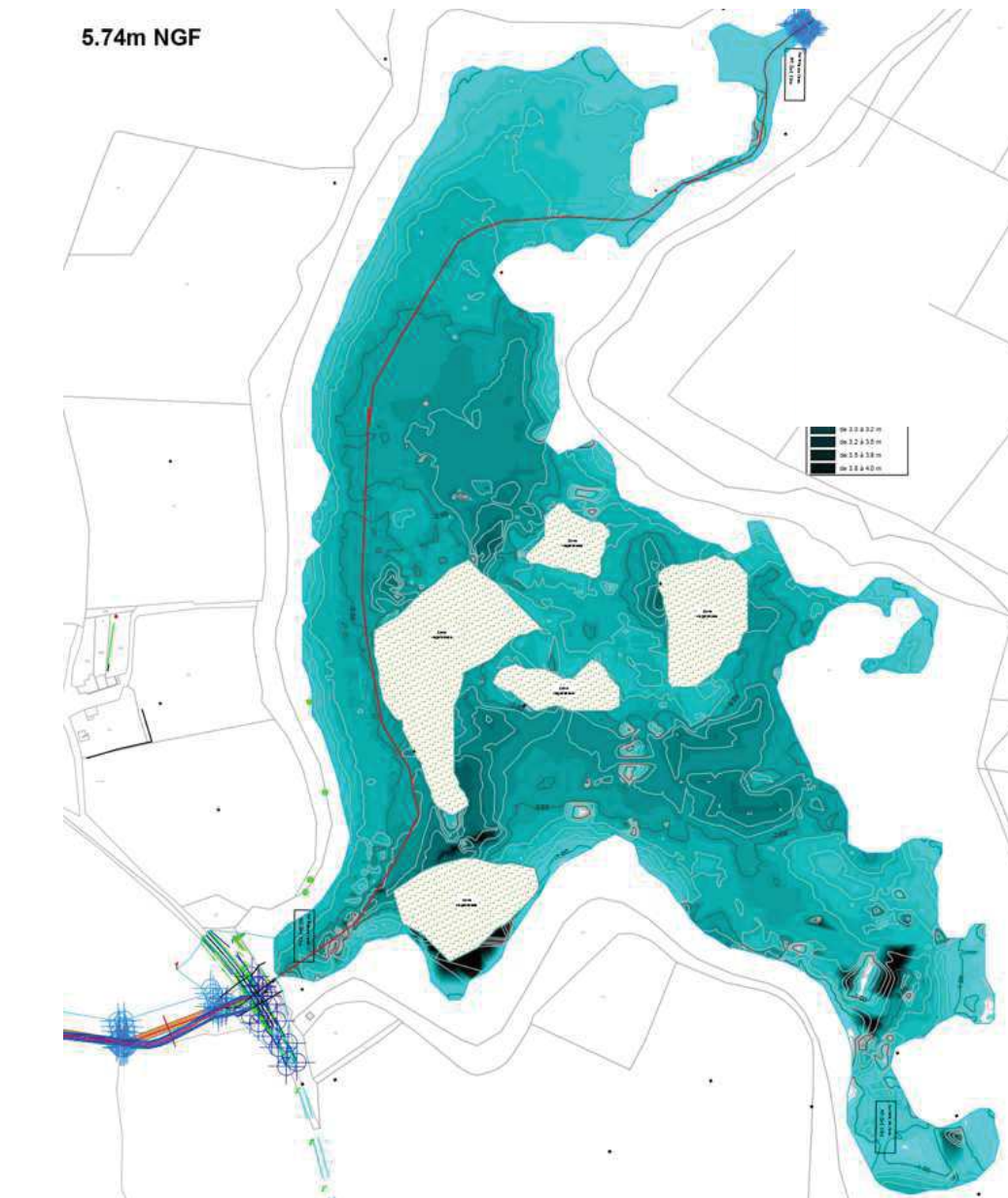
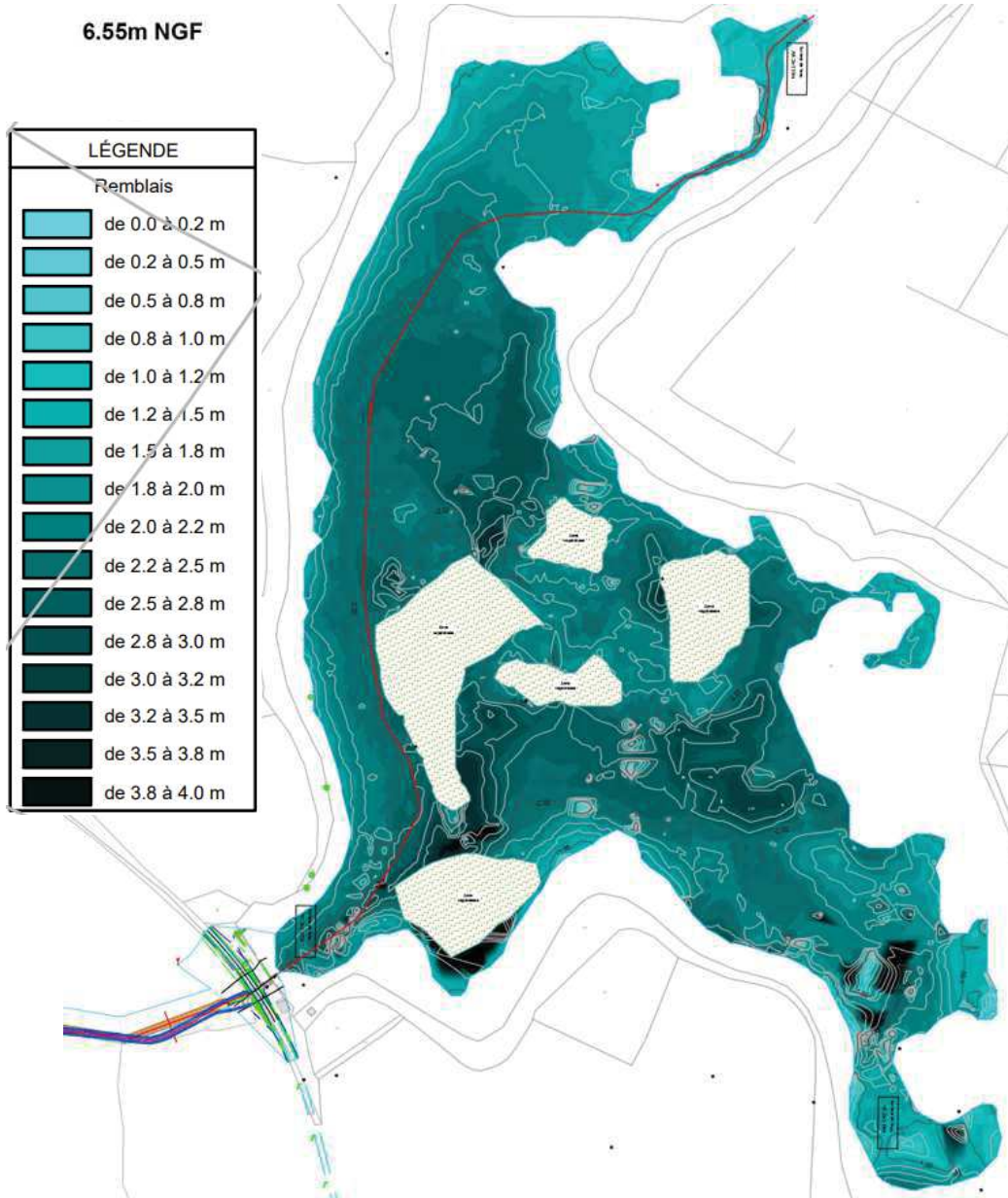
Tableau 2 : Evolution des hauteurs d'eau dans l'étang sur la période 2017-2022 (Source : Suivis Département 44)

Hauteur	Cote en m NGF
Hauteur max relevée	6.55
Hauteur min relevée	5.13 (2022)
Hauteur moyenne relevée	5.8

Nota : Compte-tenu de l'évolution de la cote repère (désormais de 6,20 m NGF), ces hauteurs d'eau ont évolué depuis le rapport de diagnostic et de scénarii.

Ces différentes hauteurs ont également pu être recalées sur la bathymétrie réalisée le 7 février 2018 lors de laquelle le niveau d'eau dans l'étang était de - 4 cm /cote repère, soit de 6,16 m NGF, afin d'évaluer les secteurs plus ou moins immergés de l'étang pour chacune d'entre elles.

Les figures suivantes présentent ces bathymétries recalées pour différentes hauteurs d'eau. Ces figures nous ont ainsi permis de vérifier notamment les hypothèses de submersion des frayères dans les fonds de Camoël et de préciser les besoins en matière de gestion des niveaux d'eau dans l'objectif du dimensionnement des ouvrages hydrauliques mais également de définition d'un règlement d'eau.



2.3.2 Les débits caractéristiques

En absence de données hydrométriques et hydrologiques précises, les débits suivants ont été retenus comme débits caractéristiques et comme débits dimensionnants pour toute la suite de l'étude.

Ces débits diffèrent quelques peu de ceux donnés lors de l'étude préalable ² mais ils apparaissent plus cohérents avec les évolutions climatiques et dans le même ordre de grandeur selon les différentes approches hydrauliques classiques utilisées (méthodes CRUPEDIX, SOGREAH ou encore de transposition de bassins versants).

Tableau 3 : Débits caractéristiques retenus dans le cadre des études

	Ruisseau du Corolet	Ruisseau de Camoël	A hauteur de l'étang du Pont de Fer
Surface de bassin versant considérée (ha)	473*	533*	1 330
Débits de crue centennale (m³/s)			8
Débits de crue décennale (m³/s)			4
Débits moyens mensuels (m³/s)	0,050*	0,070*	0,400
Débits d'étiage (l/s)	< 10	< 10	< 40

2.4 Rappels des éléments de continuité piscicole

En concertation avec les services (OFB et DDTM notamment), **seule l'Anguille a été retenue comme espèce cible au droit de l'étang du Pont de Fer.**

Néanmoins, les conditions de fraie du brochet seront également étudiées dans le cadre de la gestion des niveaux d'eau. De nombreux brochets sont présents dans l'étang. Ils y vivent l'intégralité de leur cycle biologique.

► Capacité de nage et de saut

Tableau 4 : Capacités de nage et de saut des espèces cibles

Espèce		Espèce sauteuse	Vitesse de sprint max * (m/s)	Capacité de reptation
Anguille européenne (<i>Anguilla anguilla</i>)	Anguille jaune	NON	<1,5	OUI
	Civelle	NON	<0,5	OUI
<i>Brochet (Esox lucius)</i>	-	NON	5	NON

* valeurs recommandées par l'AFB (cf. guide : Protocole ICE - Evaluer le franchissement des obstacles par les poissons – 2014) pour des conditions de franchissement optimales.

La capacité de nage des poissons est conditionnée par deux paramètres : **sa vitesse de nage et son endurance** ; l'endurance correspondant au temps pendant lequel le poisson peut soutenir sa vitesse de nage.

² Des études préalables avaient été menées par le Cabinet Le Bihan Ingénierie en 2012. Les débits de crue avaient alors été estimés selon l'Atlas hydrologique de Bretagne qui date de 1999.

L'endurance dépend de la réserve en glycogène stockée dans les muscles des poissons. Cette réserve est utilisée dès que le poisson dépasse sa vitesse de croisière et le rythme de déplétion est fonction de la vitesse de nage et de la température. L'endurance doit être prise comme une durée d'effort maximale provoquant l'épuisement total du poisson.

L'endurance à vitesse maximale est, selon les auteurs, de l'ordre de 10 à 20 secondes (source : OFB).

► Capacité de reptation

Si l'Anguille dispose de vitesses de nage faibles, elle présente des capacités de reptation spécifiques qu'il convient de prendre en compte pour chaque typologie d'ouvrage. Ainsi la pente des coursiers, la distance à franchir et de l'âge des anguilles (civelle, anguilllette ou anguille) sont des paramètres importants à considérer.

► Périodes de migration

D'après le tableau suivant, la période de montaison de l'Anguille européenne correspond à la période la plus critique en termes de débit (période estivale). La dévalaison débute également en fin de période d'étiage lorsque les débits peuvent encore être bas.

Nota : D'après les éléments de la Fédération de Pêche, les civelles passent généralement à Pont-Mahé entre les mois de janvier à avril. Les civelles et anguilles restent actuellement coincées en aval de l'étang du Pont de Fer. Elles pourraient remonter plus tardivement dans l'étang en se servant des marais en aval comme espace tampon.

Tableau 5 : périodes de migration des espèces cibles

	Période de montaison
	Période de dévalaison
	Période de reproduction induisant une migration

Espèce	Hiver			Printemps			Eté			Automne		
	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Av.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.
Anguille européenne												
Brochet												

2.5 Rappels des éléments de continuité sédimentaire

2.5.1 Epaisseurs de sédiments et estimation des quantités

Lors des investigations des 4 et 5 novembre 2020 en phase de diagnostic, l'épaisseur de sédiments a pu être estimée au moyen de sondages à la tige graduée, dans les chenaux, mais également au droit de la queue de l'étang, là où la profondeur d'eau est la plus importante.

A certains endroits, l'épaisseur de sédiments était supérieure à 2 mètres, notamment au niveau de la queue de l'étang et du chenal partant de la queue de l'étang vers le ruisseau de Camoël.

En extrapolant les épaisseurs relevées localement à l'ensemble de l'étang du Pont de Fer, le volume de sédiments peut être estimé à environ 70 000 m³.

2.5.2 Qualité des sédiments

D'une façon générale, les sédiments de l'étang du Pont de Fer sont apparus de qualité moyenne avec des concentrations en carbone organique très élevées et la présence de micropolluants organiques tels que des hydrocarbures, des HAP, PCB et BTEX même si ces derniers étaient présents en faibles quantités.

Au regard **des seuils de classification S1** pour les sédiments extraits de cours d'eau, définis par l'arrêté du 30 juin 2020 modifiant l'arrêté du 9 août 2006, la qualité des sédiments de l'étang du Pont de Fer est apparue globalement sous les seuils S1, permettant d'envisager leur remobilisation.

Quelques rares dépassements concernent les sédiments présents dans les fonds de Kermarin et de Camoël.

2.6 Récapitulatif des contraintes techniques ayant influencées la conception du projet

Au regard de l'ensemble de ces éléments, il apparaît nécessaire de :

- Ne pas solliciter de trop la digue existante en limitant les débits devant transiter par le fossé de surverse en privilégiant le transit des débits importants via les nouveaux ouvrages construits ;
- Eviter des chutes d'eau au regard du contexte du site (proximité de la RD83, hauteur de chute importantes (~ 3 m) ;
- Limiter les débits et vitesses d'eau au droit des ouvrages permettant la restauration de la continuité piscicole (esp. cible : anguilles).

3. Rappels du scénario n°3 retenu

3.1 Rappels des objectifs d'aménagement et/ou de gestion

Au regard des caractéristiques actuelles de l'étang du pont de Fer, **les objectifs principaux sont les suivants :**

- **Objectif « Continuité écologique » :**
 - en rétablissant la continuité piscicole, au moins en période de migration pour l'espèce cible : l'Anguille ;
 - en améliorant le transit sédimentaire ;
 - en sécurisant les déplacements de la petite faune (notamment de la Loutre) ;
 - en limitant la prolifération des espèces invasives telles que l'Ecrevisse de Louisiane.
- **Objectif « Qualité de l'eau et des milieux aquatiques » :**
 - en facilitant la gestion des niveaux d'eau et en favorisant le renouvellement des eaux de l'étang ;
 - en limitant l'enrichissement de l'étang par la prolifération végétale (nénuphars), l'envasement ;
 - en limitant la prolifération des espèces invasives ;
 - en limitant les intrants (non traité dans le cadre de la présente étude – réflexion menée à l'échelle du bassin versant).
- **Objectif « Préservation, protection et mise en valeur du site » :**
 - en confirmant le rôle de Réserve Naturelle Interrégionale de l'étang du Pont de Fer ;
 - en améliorant la gestion de l'étang avec la prise en compte des usagers et des activités en périphérie et en aval (agriculture notamment) ;
 - en favorisant une insertion paysagère harmonieuse des aménagements et des ouvrages ;
 - en sécurisant les accès au site ;
 - en permettant une ouverture du site « limitée et contrôlée » pour des visites pédagogiques du site.

3.2 Le scénario retenu (n°3)

3.2.1 Principes généraux

Suite à l'établissement des scénarii d'aménagement, le scénario n°3 suivant a été retenu :

- **Curage de l'étang au niveau des ouvrages hydrauliques (voir détails § 4.2.1.2 page 39) ;**
- **Ouvrages hydrauliques :**
 - Démolition des ouvrages existants : pertuis de fond et de demi-fond,
 - Reconstruction d'un ouvrage de type moine pour permettre la gestion des niveaux d'eau et le rétablissement d'une continuité sédimentaire par une bonde de fond,
 - Restauration de la digue : abattage et dessouchage des arbres présents côté amont du corps de digue. Déconstruction du parement amont en pierres et reconstruction avec les pierres réutilisables et rejointoiement,
- **Fossé de décharge :** débroussaillage / création d'un nouveau seuil et d'une rampe à anguilles depuis le fossé de décharge ou depuis la digue,

- **Pêcheurie** : Suppression complète de la pêcheurie en aval,
- **Etier de Foy** : Travaux hydromorphologiques en génie écologique sur un linéaire de près de 100 m pour récupérer le profil en long du lit existant jusqu'au pied de la RD83 et confortement du fond et protection des berges pour éviter l'érosion des surfaces fraîchement remises dans le courant qui peut être puissant dans ce secteur.
- **Au niveau de la RD 83 (travaux Département)** :
 - Démolition des ouvrages cadres existants,
 - Remplacement par un ouvrage cadre 2,5mx3 m,
 - Mise en place d'une banquette petite faune,
 - Mise en place de barrettes béton ou simple rugosité de fond au niveau du radier pour assurer la continuité écologique.
- **Nouveaux équipements** :
 - Pose de trois échelles limnimétriques pour suivi des niveaux d'eau :
 - 1 au niveau du moine,
 - 1 dans le fond de Camoël,
 - 1 dans le fond de Kermarin.

3.2.2 Gestion des niveaux d'eau

3.2.2.1 Les besoins en matière de gestion des niveaux d'eau

La définition des besoins en matière de gestion des niveaux d'eau a fait l'objet de 2 ateliers de concertation.

Les principaux objectifs de gestion des niveaux d'eau ont été définis en cohérence avec ceux du plan de gestion de la réserve. Ils visent à répondre aux exigences suivantes :

- **Exigences vis-à-vis des besoins des milieux et confirmation du rôle de réserve naturelle interrégionale de l'étang du Pont de Fer, avec obligation réglementaire de ne pas modifier l'état de la Réserve (Code de l'Environnement)** :
 - en terme de débit minimum restitué au milieu en aval ;
 - en termes de hauteurs d'eau dans l'étang du Pont de Fer (pour le maintien des frayères à brochet, des ilots flottants, alimentation des oiseaux en hivernage, lutte contre les anoxies d'étiage) ;
 - en terme de restauration de la continuité écologique (au droit des ouvrages) pour les espèces cibles (anguilles), mais aussi pour la petite faune (loutre d'Europe notamment), tout en limitant la possibilité de franchissement pour l'Ecrevisse de Louisiane.
 - restaurer de façon générale une certaine qualité d'eau.
- **Exigences vis-à-vis des usages** :
 - présence de la RD83 en aval immédiat (dimensionnement d'un ouvrage de rétablissement) ;
 - prise en compte des usages et des activités en périphérie et en aval :
 - limitation de hauteurs d'eau trop importantes pour réduire les inondations des cultures en bordure de l'étang ;
 - débit minimum d'apport en lien avec les besoins des marais en aval ;
 - Absence de personnel 24h/24h sur le site → besoins d'une gestion simplifiée, et potentiellement d'un suivi par des équipements automatisés.

3.2.2.2 Définition des niveaux d'eau

► Exigences vis-à-vis des besoins des milieux naturels

Détermination du débit minimal à restituer en aval :

Selon art. L214-18 du C.E « I.-Tout ouvrage à construire dans le lit d'un cours d'eau doit comporter des dispositifs maintenant dans ce lit un débit minimal garantissant en permanence la vie, la circulation et la reproduction des espèces vivant dans les eaux au moment de l'installation de l'ouvrage ainsi que, le cas échéant, des dispositifs empêchant la pénétration du poisson dans les canaux d'amenée et de fuite.

Ce débit minimal ne doit pas être inférieur au dixième du module du cours d'eau en aval immédiat ou au droit de l'ouvrage correspondant au débit moyen interannuel, évalué à partir des informations disponibles portant sur une période minimale de cinq années. ».

Compte-tenu des caractéristiques du bassin versant, **le débit minimum à restituer en aval a été estimé à 40 l/s (1/10 du module).**

Détermination des hauteurs d'eau :

❖ Les besoins liés au maintien des frayères à brochet existantes :

- Période de fraie des brochets : janvier à mars (jusqu'au 15 mai au maximum)
- Constats sur site : De gros brochets se rendent dans le fond de Camoël en milieu d'hiver (janvier février) (source : Département 44)
- Connaissance de l'altimétrie de ces frayères : besoin d'un niveau d'eau au début de l'hiver de -25 cm / cote repère, soit **5,95 m NGF minimum** (cote repère de 6,20 m NGF) pour permettre d'avoir 10 à 15 cm dans les fonds de Camoël en état actuel. Les niveaux d'eau pourraient être plus importants au niveau des frayères entre +20 cm à +50 cm / cote repère (soit 6,15 à 6,45 m NGF).

❖ Les besoins liés au maintien des ilots flottants :

- Niveaux d'eau à maintenir : pour maintenir des zones profondes et réduire le risque de fixation des ilots, définir un niveau d'eau (**minimum à 5,95 m NGF**).

❖ Les besoins pour limiter le développement des ligneux :

- Niveaux d'eau hauts à maintenir en hiver et supérieurs à 5,95 m NGF une partie du printemps,
- Favoriser le cortège d'oiseaux d'eau hivernants : nécessité de conserver un minimum d'eau pour les canards hivernants.

❖ Lutte contre les anoxies d'été :

- Maintien des niveaux d'eau à l'entrée de l'été (juin) : - 35 cm / cote repère **soit 5,85 m NGF** (cote repère de 6,20 m NGF).

❖ Les besoins liés aux objectifs de restauration de la continuité piscicole des anguilles :

- Période de montaison : février à septembre. Les civelles passent généralement à Pont-Mahé entre janvier à avril. Elles pourront remonter plus tardivement dans l'étang en se servant des marais en aval comme espace tampon.

Pas de niveau d'eau minimum, mais des vitesses qui devront rester faibles. Vitesses maxi : 1,5 m/s pour l'anguille et 0,5 m/s pour les civelles (voir dispositif § 4.1.3 page 33).

Au regard des éléments précités, il apparaît donc que le marnage dans l'étang et les évolutions des niveaux d'eau seraient favorables au développement de la diversité et au bon fonctionnement des milieux, dans les conditions suivantes :

- Nécessité d'un niveau d'eau haut hivernal pouvant monter jusqu'à + 20 cm voire + 50 cm au-dessus des frayères dans les fonds de Camoël, soit entre 6,15 et 6,45 m NGF, de janvier jusque mi-mai,
- Maintien d'un niveau d'eau minimum à - 0,25 à - 0,35 m en début de l'été (juin), soit entre 5,95 m NGF et 5,85 m NGF),
- Favoriser l'assèchement des bordures de l'étang en été jusqu'à un niveau d'eau bas maximal de 5,74 m NGF à la fin de l'été (soit - 0.46 m/cote repère),
- Gestion douce de ces modifications des hauteurs d'eau sur 1 ou 2 mois.

► Exigences vis-à-vis des usagers, des activités en périphérie et en aval :

❖ Présence de la RD 83 :

- Proximité de la RD 83 : nécessité du maintien de cet usage en lieu et place ;
- Des ouvrages existants sous la RD83 d'une capacité hydraulique satisfaisante mais ne permettant pas d'assurer la continuité écologique ;

Dimensionnement futur : maintien de la section hydraulique capable pour un débit de période de retour 100 ans estimé à 8 m³/s :

H : 2,5 m x L : 3 m sur un linéaire de 8 mètres, pente : 0,005 m/m (0,5 %),

rugosité de fond suffisante pour servir de rampe à anguilles,

Equipement d'une banquette petite faune.

❖ Répondre aux besoins des usages au niveau des marais en aval :

La gestion des niveaux d'eau au droit de l'étang du Pont de Fer devra si possible être en adéquation avec les usages présents au droit des marais de Pont-Mahé (agriculture, chasse, randonnée, démoustication, etc.) et la gestion des niveaux d'eau qui est recherchée sur ce secteur aval, et ce sans dégrader le fonctionnement de la réserve et son besoin en eau.

Il ne s'agit pas d'alimenter sur demande, le réseau aval, mais d'assurer une bonne gestion des surplus liés à l'impluvium.

❖ Activités agricoles sur le pourtour de l'étang du Pont de Fer :

De nombreuses parcelles en bordure de l'étang sont liées à l'activité agricole. Afin de préserver cette activité sur ce secteur, la gestion des niveaux d'eau de l'étang pourrait permettre de :

- Réduire les inondations des cultures en bordure de l'étang (limiter les hauteurs d'eau élevées en hiver),
- Répondre aux besoins des agriculteurs en aval (marais).

L'ensemble de ces enjeux et des niveaux d'eau associés a été retranscrit sur un calendrier annuel présenté en **Figure 6** ci-après.

Nota : Ce calendrier et ces hauteurs d'eau ne sont pas figés. Ils ont été définis en concertation avec l'ensemble des acteurs, au regard de la connaissance du milieu à ce jour.

Des ajustements pourraient donc s'avérer nécessaires, en fonction des évolutions du milieu et des évolutions climatologiques.

	Mois											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
I - Exigences vis-à-vis des besoins des milieux												
Débit minimum des restitution (1/10 module ou Qmna) :	40 l/s	40 l/s	40 l/s	40 l/s	40 l/s	débits d'étiage quasi nuls				40 l/s	40 l/s	40 l/s
Apports supérieurs/Apports limités												
Détermination des hauteurs d'eau :												
Les besoins liés au maintien des frayères à brochet existantes :	de janvier au 15 mai maximum											
Période de fraie des brochets	Niveaux d'eau hauts à maintenir en hiver entre +20 cm et + 50 cm (soit entre 6,15 et 6,45 m NGF)											
Niveau d'eau min	Min : -25 cm/cote repère, soit min : 5,95 m NGF pour des frayères fonctionnelles (= minimum 5 cm d'eau tout au fond et 45 cm au centre)											
	Rq : Cote fond Camoël = 5,07 à 5,90 m NGF											
Les besoins pour le maintien des habitats :												
Maintien de niveaux d'eau suffisants pour le maintien des ilots flottants :					Minimum un niveau d'eau à 5,85 m NGF en début d'été pour garder des zones profondes Assèchement jusque 5,74 m NGF à la fin de l'été (soit – 0.46 m/cote repère)							
Limiter le développement des ligneux : asphyxier des racines par le maintien d'un niveau d'eau hauts en hiver	Niveaux d'eau hauts à maintenir en hiver et supérieurs à 5,95 m NGF une partie du printemps.											
Lutte contre les anoxies d'étiage :												
Période de vigilance /Niveau d'eau optimum						mini : -35 cm/5,85 m NGF						
Les besoins pour l'avifaune :												
Favoriser le cortège d'oiseaux d'eau hivernants (anatidés, aigrettes, Butor étoilé)												
Les besoins liés à la continuité piscicole :												
Période de montaison des anguilles (esp.cible) (nagée)												
Les besoins visant l'amélioration de la qualité générale de l'eau												
Réalisation de chasses régulières en période automnale à minima												
II - Exigence vis-à-vis des usages												
Réduire les inondations des cultures en bordure de l'étang en limitant les hauteurs d'eau trop élevées												
Gestion des niveaux d'eau au niveaux des marais de Pont-Mahé (selon règlement d'eau) : limiter au maximum les intrusions d'eau saline dans les marais entre mars et novembre	fermé mais ouverture en hiver lors de crues			ouverture au printemps			fermeture l'été		fermeture en automne		fermé mais ouverture en hiver lors de crues	
Hauteurs d'eau retenues dans les marais	2.70 m NGF	2.70 m NGF	2.70 m NGF jusqu'à mi-mars	2.10 m NGF	2.10 m NGF jusqu'à mi-mai	1.70 m NGF	1.70 m NGF	1.70 m NGF	1.70 m NGF	1.70 m NGF	1.70 m NGF	2.70 m NGF

Figure 6 : Calendrier annuel des besoins en matière de niveaux d'eau dans l'étang du Pont de Fer

Compte-tenu des objectifs, des enjeux et de l'état des ouvrages, il est également apparu évident que la gestion des niveaux d'eau de l'étang du Pont de Fer devait également permettre de :

- Ne pas trop solliciter la digue existante en limitant les débits devant transiter par le fossé de surverse et en privilégiant le transit des débits importants via les nouveaux ouvrages construits,
- Eviter des chutes d'eau au regard du contexte du site (proximité de la RD83, hauteur de chute importantes (~ 3 m),
- Limiter les débits et vitesses d'eau au droit des ouvrages permettant la restauration de la continuité piscicole,
- Favoriser un débit attractif depuis la rampe à anguilles, à minima pour des débits courants (période d'étiage, module).

Ainsi, les hauteurs d'eau définies précédemment et les débits associés ont servi à la conception et au dimensionnement des ouvrages hydrauliques. L'idée étant néanmoins que ces ouvrages puissent s'adapter très largement à des objectifs et des niveaux d'eau qui pourraient être amenés à évoluer.

Comme présenté dans le **Tableau 6** page suivante :

- Le débit minimal (40 l/s) sera restitué en aval exclusivement par la rampe à Anguilles, afin que ce débit soit le plus attractif pour les espèces cibles lorsque les écoulements seront faibles (débit d'étiage) ;
- Lorsque les écoulements seront plus importants (jusqu'au module $\approx$ 400 l/s), la rampe à anguilles constituera toujours l'ouvrage au débit le plus attractif, puisque 60 % du débit transitera par la rampe contre seulement 40 % par le moine ;
- Au-delà de ces débits, le débit d'attrait ne sera plus celui en provenance de la rampe, mais progressivement celui en provenance du moine ;
- En cas de crues importantes (crue 100 ans), les débits surverseront en grande partie par le moine (70 % au total). Seulement 30 % du débit transitera par la rampe à Anguilles afin de garantir la sécurité des ouvrages en remblais (digue et remblai de la RD83).

Tableau 6 : Débits et hauteurs d'eau visés à ce stade au droit des différents ouvrages

Grandeurs	Etang du pont de Fer au droit de la digue (SBV = 13 km²) Débits retenus		Cotes d'eau dans l'étang	Débits max transitant par la rampe à anguille	Caractéristiques de la rampe	Plage de débits du moine	Caractéristiques du Moine	Débits supplémentaire de la surverse aérienne au droit du moine	Caractéristique de la surverse
Débits	l/s	m³/s							
Q 100 ans estimé (2 x Q10)	7 660 l/s	7,7 m³/s	Au-delà de 6,45 m NGF jusque haut de digue 7,10 m NGF	30 % (1 400 l/s + 800 l/s = 2 200 l/s)	Cote min 5,70 m NGF/cote max 7,10 m NGF (crête de digue) Hauteur en eau 1,40 m	40 % (3 200 l/s)	Largeur : 2,5 m Hauteur total : 4,20 m (7,10 crête de digue et 2,90 fond de l'étang) Cote ouverture 5,65 m NGF Hauteur en eau 80 cm	+ 30 % (2 300 l/s)	Cote min 6,45 m NGF/ cote max 7,10 m NGF (crête de digue) Hauteur en eau 0,65 m
Q10 ans selon M. Crupédix	3 830 l/s	3,8 m³/s	Au-delà de 6,45 m NGF	20 % (800 l/s)	Cote min 5,70 m NGF/cote max 6,45 m NGF Hauteur en eau 75 cm	80 % (3 200 l/s)	Cote ouverture 5,65 m NGF Hauteur en eau 80 cm	Pas sollicitée	
Q 1 ans estimé (0,5 x Q10)	1 915 l/s	1,9 m³/s	Min 6,05 et max 6,20 mNGF	25 % (500 l/s)	Cote min 5,70 m NGF/cote max 6,20 m NGF Hauteur en eau 50 cm	75 % (1 500 l/s)	Cote ouverture 5,70 m NGF Hauteur en eau 50 cm	Pas sollicitée	
Module estimé (0,1*Q10)	380 l/s	0,4 m³/s	Min 5,75 et max 6,05 mNGF	60 % (240 l/s)	Cote min 5,75 m NGF/cote max 6,05 m NGF Hauteur en eau 30 cm	40 % (140 l/s à 160 l/s)	Cote ouverture 5,95 m NGF Hauteur en eau 10 cm	Pas sollicitée	
QMNA5 estimé (0,01 x Q10)	38 l/s	0,04 m³/s	Min niveau d'eau gardé dans l'étang 5,75 NGF	100 % (40 l/s)	Section rectangulaire Largeur : 0,25 m/H : 0,20 m	Fermé		Pas sollicitée	

4. Description détaillée des travaux retenus

4.1 Travaux hydrauliques

4.1.1 Démolition et reconstruction des ouvrages hydrauliques existants / Reconstruction d'un ouvrage de type moine

Il est donc prévu la déconstruction totale des ouvrages hydrauliques existants (pertuis de fond et de demi-fond) et la construction d'un moine hydraulique en remplacement.

Un moine hydraulique sera mis en œuvre en remplacement de ces deux ouvrages en permettant à la fois la gestion des niveaux d'eau et la réalisation de chasse hydraulique et sédimentaire. L'avantage principal de la réalisation d'un moine réside dans l'évacuation des eaux depuis le fond de l'étang.

Compte-tenu des besoins en termes de gestion des niveaux d'eau et des débits de crues potentielles, le moine a été défini afin de :

- permettre les chasses hydrauliques et sédimentaires : **ouverture par le fond** (fonctionnement comme orifice de fuite). Ces chasses, pourront être réalisées régulièrement à minima 1 à 2 fois par an en fonction des besoins.
- permettre le transit des débits estimés : **surverse par le haut** (fonctionnement comme déversoir) :
 - À minima 40 % du module (min 140 à 160 l/s), soit une section mouillée L= 2,5 m sur 10 cm de hauteur.
 - Jusqu'à 80 % du débit Q10ans (~ 3,2 m³/s), soit une section mouillée L= 2,5 m sur 80 cm de hauteur.
- et de garantir la sécurité des ouvrages en servant de surverse :
 - 70 % du débit Q100ans (~ 5,5 m³/s), soit une section mouillée L= 2,5 m sur 80 cm de hauteur + surverse au-delà de la cote 6,54 m NGF.

Pour ce faire, le moine présentera les caractéristiques suivantes :

- Hauteur totale de 3,50 m (calée sur la cote de surverse de 6,45 m NGF et un fond à 3 m NGF ~ à l'existant),
- Largeur d'ouverture : 2,50 m,
- Longueur : 2 m.

Le moine sera également équipé de :

- deux vannes manœuvrables manuelles :
 - 1 grande vanne d'une largeur de 2,50 m et d'une hauteur de 2,75 m ; Cette vanne sera posée au fond dans les situations courantes de gestion et maintiendra un niveau de plan d'eau minimum à 5,75 m NGF (Radier 3 m NGF + 2,75 m de hauteur). La vanne sera levée à 1 m du fond pour permettre les chasses,
 - 1 plus petite vanne d'une largeur de 2,50 m et d'une hauteur de 1 m. Cette vanne sera en situation courante à 1 m du fond, et permettra au besoin de surélever le niveau du plan d'eau de 1 m, soit 6,75 m NGF par rapport au sommet de la grande vanne.

Ce système pourra être adapté en fonction des possibilités techniques des constructeurs de vanne, en installant une cloison entre les 2 vannes de la largeur du moine et située à 1 m du fond et d'une hauteur maximale de 1,5 m.

- d'une passerelle métallique pour sécuriser son accès ;
- de caillebotis en tête permettant d'assurer son rôle de surverse et son entretien.

A ce stade, il est envisagé :

- Position de la vanne : 1 m environ en amont de la digue, dans le plan d'eau,
- Ouvrage en béton (préfabriqué de préférence) avec parement maçonné.

Il sera prolongé par un **ouvrage cadre servant d'ouvrage de vidange** d'une largeur de 1,5 m et d'une hauteur de 1 m pour une section hydraulique de 1,5 m² et un débit capable de 5,5 m³/s pour une charge maximale de 3 m d'eau.

Cet ouvrage présentera une longueur totale de 8 ml. Il traversera toute la largeur de la digue de l'étang et aura une pente de près de 1 % (cote radier : 3 m NGF en amont à 2,90 m NGF en aval).

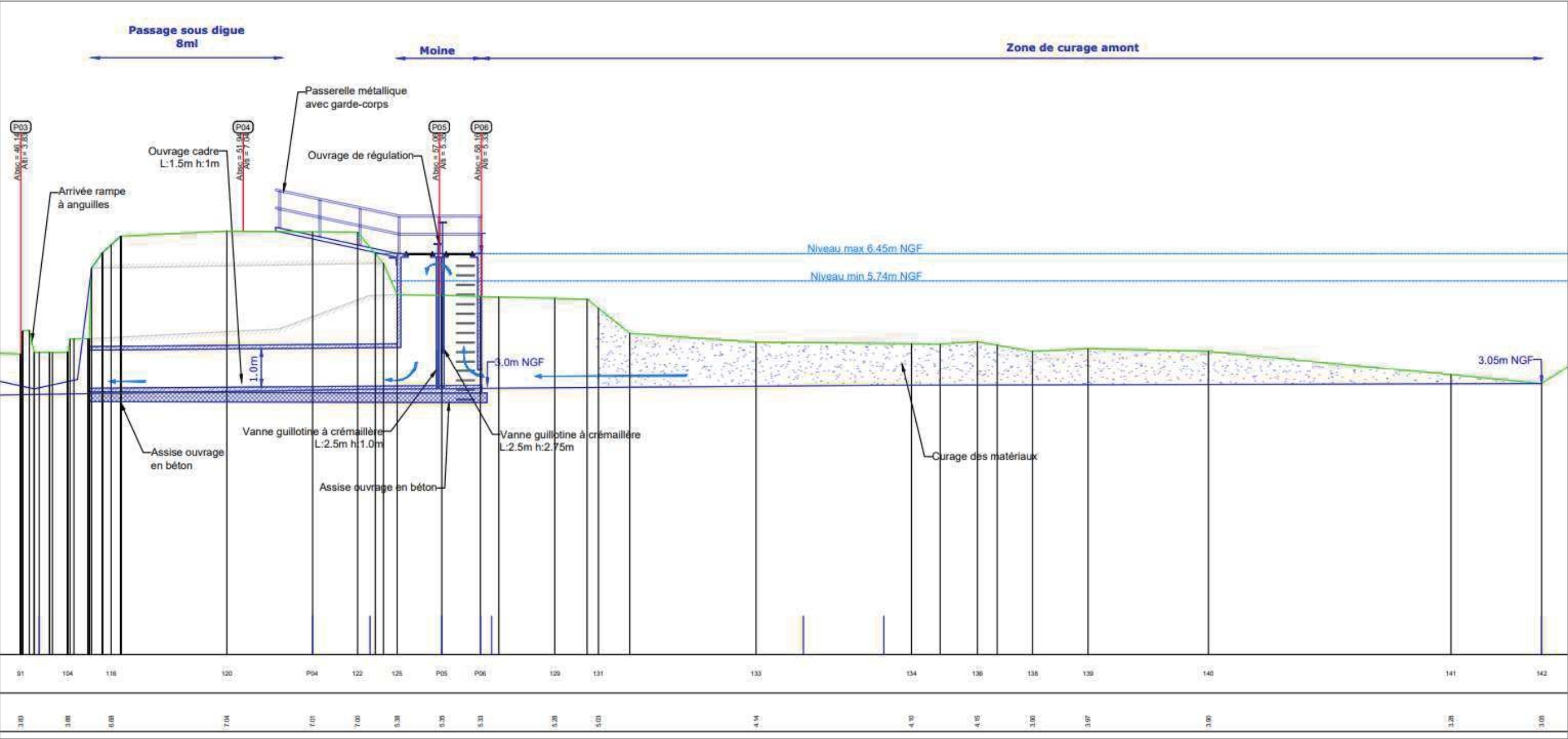


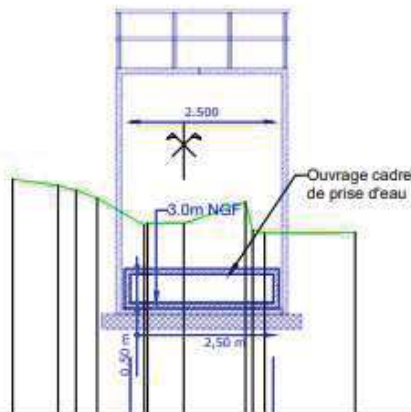
Figure 7 : Profil en long au droit du moine hydraulique (GINGER BURGEAP)

Profil n°: P01

Abscisse : 29.508 m

Echelle des longueurs : 1/100

Echelle des altitudes : 1/100



PC : 2.00 m

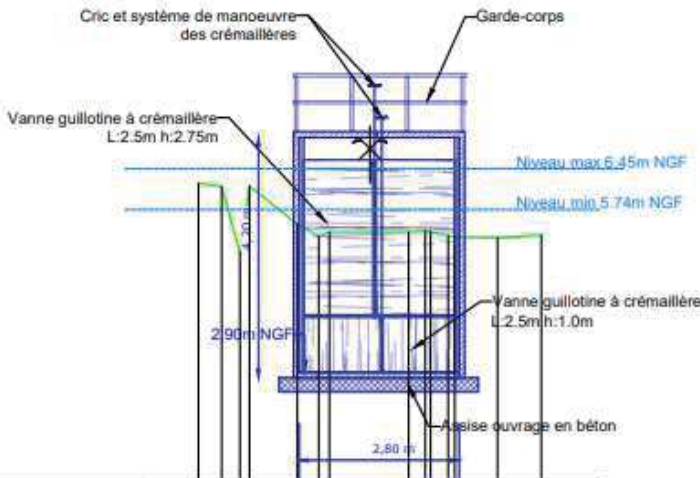
Altitudes TN	6.12	6.01	5.93	5.79	5.34	5.16	5.16
Distances à l'axe TN	-3.000	-2.200	-1.800	-1.020	-0.000	1.500	3.000
Distances partielles TN	0.716	0.316	0.380	0.824	1.020	1.500	1.500
Altitudes Projet	3.00				3.00		
Distances à l'axe Projet	0.000				1.500		
Distances partielles Projet					2.500		

Profil n°: P02

Abscisse : 30.492 m

Echelle des longueurs : 1/100

Echelle des altitudes : 1/100



PC : 1.00 m

Altitudes TN	6.20	6.15	6.10	6.00	5.90	5.80	5.70	5.60
Distances à l'axe TN	-3.000	-2.500	-2.000	-1.500	-1.000	-0.500	0.000	0.500
Distances partielles TN	0.400	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
Altitudes Projet	3.00				2.50			
Distances à l'axe Projet	0.000				1.500			
Distances partielles Projet					2.500			

PC : 1.00 m

Altitudes TN	6.48	6.40	6.30	6.20	6.10	6.00	5.90	5.80
Distances à l'axe TN	-3.000	-2.500	-2.000	-1.500	-1.000	-0.500	0.000	0.500
Distances partielles TN	0.400	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500	0.500
Altitudes Projet	3.00				2.50			
Distances à l'axe Projet	0.000				1.500			
Distances partielles Projet					2.500			

Figure 8 : Coupes en travers du moine et de l'ouvrage de vidange (P01 et P02)

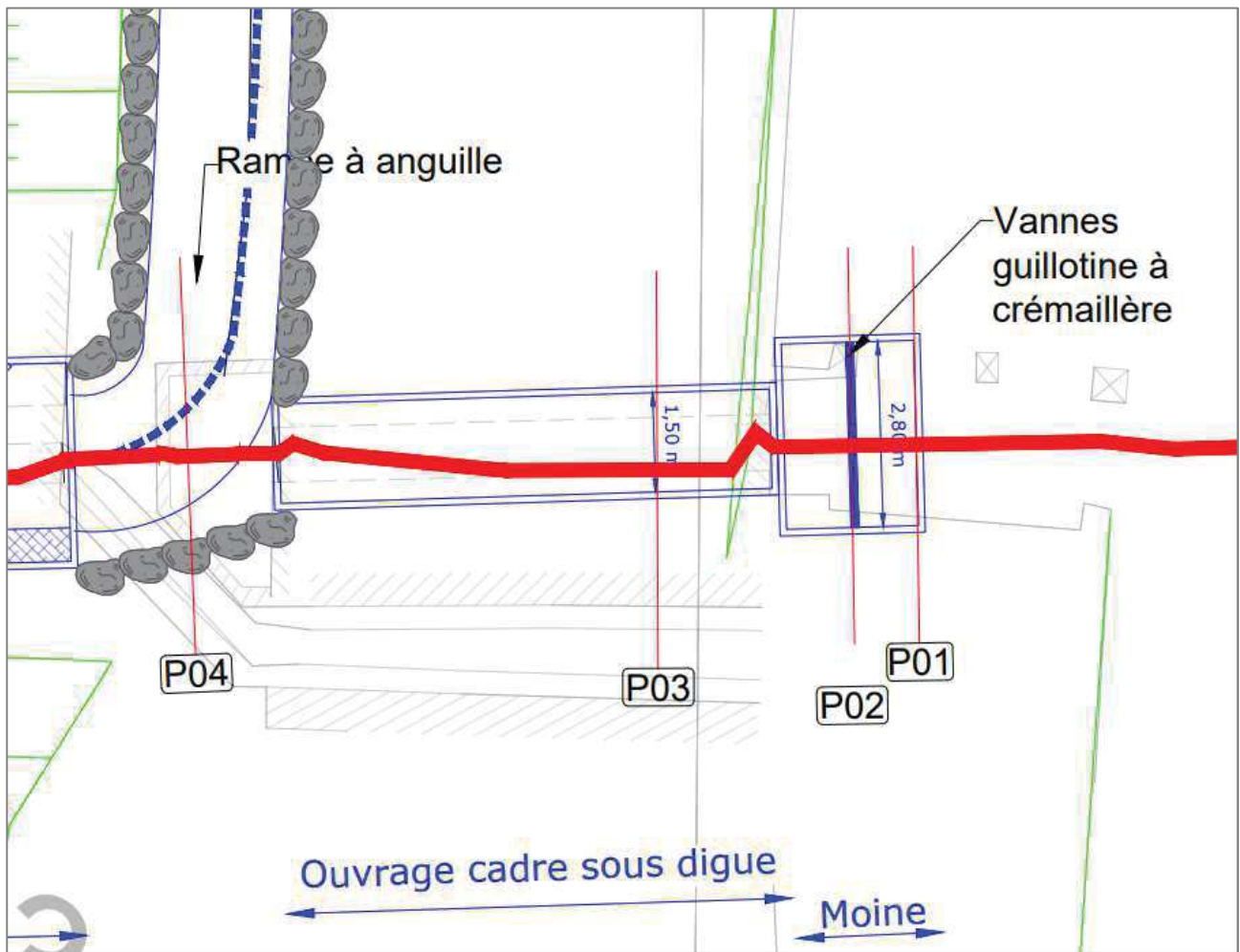


Figure 9 : Vue en plan au droit du moine et de l'ouvrage de vidange sous la digue

4.1.2 Restauration de la digue de l'étang

La restauration de la digue consistera en la déconstruction localisée du parement amont en pierres et en sa reconstruction avec les pierres réutilisables et en son rejointoiement. Plus précisément, il s'agira de procéder à :

- La dévégétalisation du parement,
- Le dégarnissage des joints avec la mise en place d'un calage provisoire afin de ne pas déstabiliser les pierres environnantes,
- La reconstitution des lacunes sur le parement en remplaçant les parties altérées par des pierres,
- Le regarnissage et la mise en place de mortier dans les joints
- Le nettoyage et la finition du parement après les travaux de rejointoiement,
- L'injection de mortier dans les cavités repérées sur le parement amont après les travaux de rejointoiement.

La longueur de la digue totale est de l'ordre de 65 ml. Néanmoins, **la section du parement en pierres côté amont est estimée à 45 ml à droite des ouvrages hydrauliques et d'une hauteur variable, comprise entre 1,7 et 1,9 m** selon le rapport de la VTA réalisée par BRL Ingénierie en 2012.

Un parement en pierres est également visible du côté du fossé de surverse existant, mais pas sur la totalité du talus et sur une plus faible hauteur.

4.1.3 Création d'un nouveau seuil et d'une rampe à anguilles

Afin de permettre la restauration de la continuité piscicole (anguilles), il est prévu la création d'un nouveau seuil associé à une rampe en enrochements libres servant de rampe à anguilles, en lieu et place du fossé de décharge existant en rive droite de l'étang.

► Le seuil

Le nouveau seuil présentera les caractéristiques suivantes :

- Largeur : 1,50 m,
- Longueur : 4 ml,
- Devers gauche de 30 % (point haut en RD : 6,20 m NGF / point bas en RD : 5,85 m NGF),
- Chenal d'étiage de 0,50 m x 0,25 m pour les petits débits en rive gauche,
- Pente : 0,5 %,
- Seuil en béton avec revêtement rugueux (petits blocs saillants / plots de 50/100 mm).

Les cotes altimétriques ont été calées afin que le seuil puisse faire transiter les débits définis (cf. [Tableau 6](#)), tout en permettant des vitesses limitées permettant aux anguilles et aux civelles de remonter vers l'étang ou de dévaler. Son pan incliné en rive droite favorise quant à lui leur reptation avec des faibles hauteurs d'eau et de faibles débits.

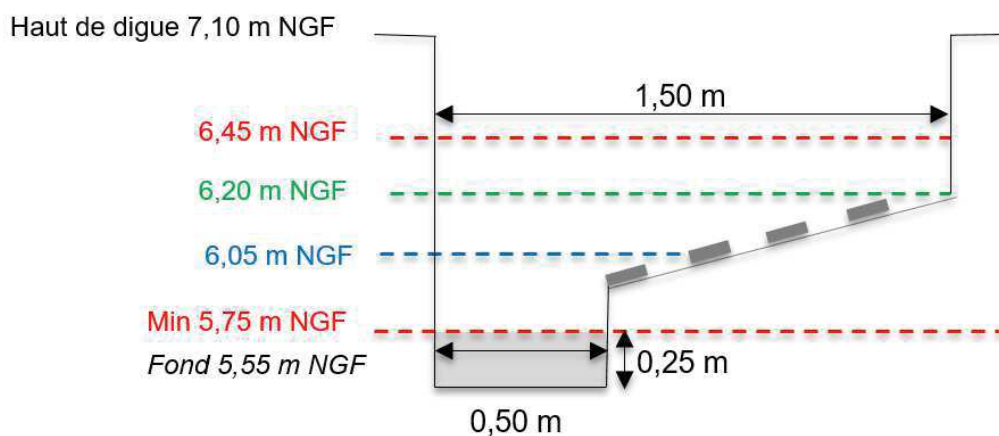


Figure 10 : *Principe de fonctionnement hydraulique au droit du seuil*

► La rampe en enrochements libres

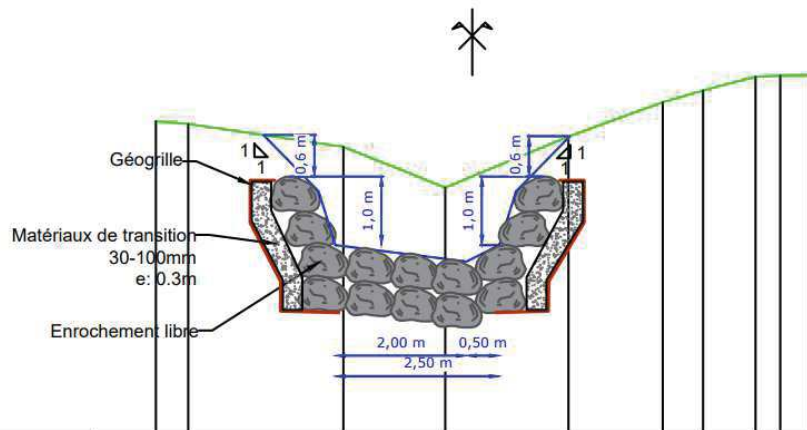
La rampe en enrochements libres en aval présentera les caractéristiques suivantes :

- Largeur radier : 2,50 m en moyenne,
- Pente longitudinale : < 5%,
- Longueur : 65 ml,
- Section triangulaire asymétrique,
- Hauteur min de la section hydraulique (chenal d'étiage) : 0,25 m,
- Enrochements libres Ø300 / Ø400 mm sur 2 niveaux dans le fond au niveau de la rampe,

Les talus étant naturellement pentus compte-tenu de la proximité de la RD83 avec la digue de l'étang (pendage moyen de 1/1), il est prévu :

- Une géogrille tridimensionnelle intégrant des fibres végétales coco (tapis bio-composite)³ sur l'ensemble des talus de la rampe (de part et d'autre),
- Ainsi que des enrochements liaisonnés au niveau des talus Ø500 / Ø600 mm sur les extrados voire des voiles bétons de soutènements localement pour ne pas réduire la section.

Une attention particulière sera portée au niveau de la jonction entre la rampe, l'arrivée de l'ouvrage de vidange du moine et le nouvel ouvrage sous la RD.



PC : 2.00 m

Altitudes TN	6.75	6.71	6.36	5.74	6.52	7.04	7.22	7.43	7.45	7.46
Distances à l'axe TN	-4.831	-4.339	-1.966	-0.413	1.469	2.909	3.522	4.327	4.701	5.199
Distances partielles TN	0.492	2.373	1.553	1.882	1.440	0.613	0.805	0.374	0.468	
Altitudes Projet										
Distances à l'axe Projet										
Distances partielles Projet										

³ de type Géomat NAG C350 chez aquaterra

Figure 11 : Profil en travers de la rampe en enrochements libres (PR02)

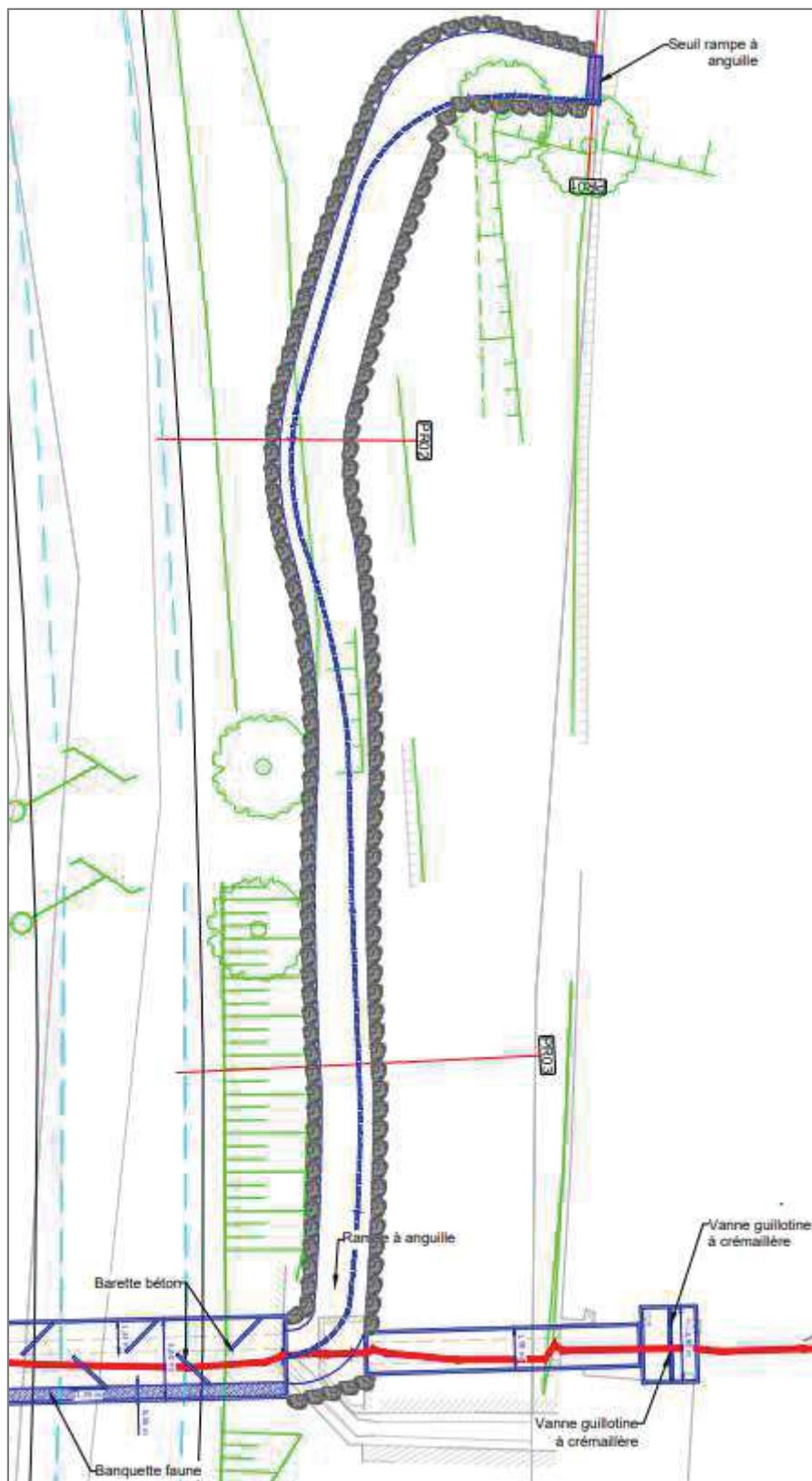


Figure 12 : Vue en plan du seuil et de la rampe en enrochements libres servant de rampe à anguilles

4.1.4 Démolition de la pêcherie en aval et restauration hydromorphologique de l'Étier de Foy

En aval, la pêcherie actuelle sera démolie afin de permettre la restauration hydromorphologique de l'étier de Foy depuis le futur ouvrage sous la RD 83, sur un linéaire de près de 115 mètres linéaires.

Ce linéaire de reprise du profil en long de l'étier s'avère nécessaire afin de récupérer le profil d'équilibre du cours d'eau, du fait des différentes chutes qui existent aujourd'hui au niveau de la pêcherie.

Il n'est pas prévu de modification importante des caractéristiques de l'Étier hormis son profil en long. En effet, son profil en travers sera reconstitué tel qu'il existe en aval immédiat de la pêcherie à savoir :

- Largeur au radier : 2,5 m en moyenne,
- Largeur au miroir : de 5 à 6 m en moyenne,
- Hauteur : 1,50 m,
- Section mouillée ~ 5,62 m² / Périmètre mouillé ~ 6,40 m.

Une protection du fond et des berges en enrochements libres (pied de berge à minima sur 2 rangées de blocs en hauteur Ø500-600) sur 10 m en aval de l'ouvrage, ainsi que sur 5 m de long au niveau du rétrécissement de section (voir coupe type [Figure 11](#)). Le haut de berge sera protégé par du géotextile coco et réensemencé.

Son profil en long reconstitué, il présentera une pente de l'ordre de 1 ‰ et permettra ainsi le transit d'un débit de plein bord de 4 m³/s correspondant environ au débit décennal du cours d'eau en aval de l'étang du Pont de Fer.

La vitesse moyenne au débit décennal sera de l'ordre de 0,72 m/s pour une pente de 1 ‰.

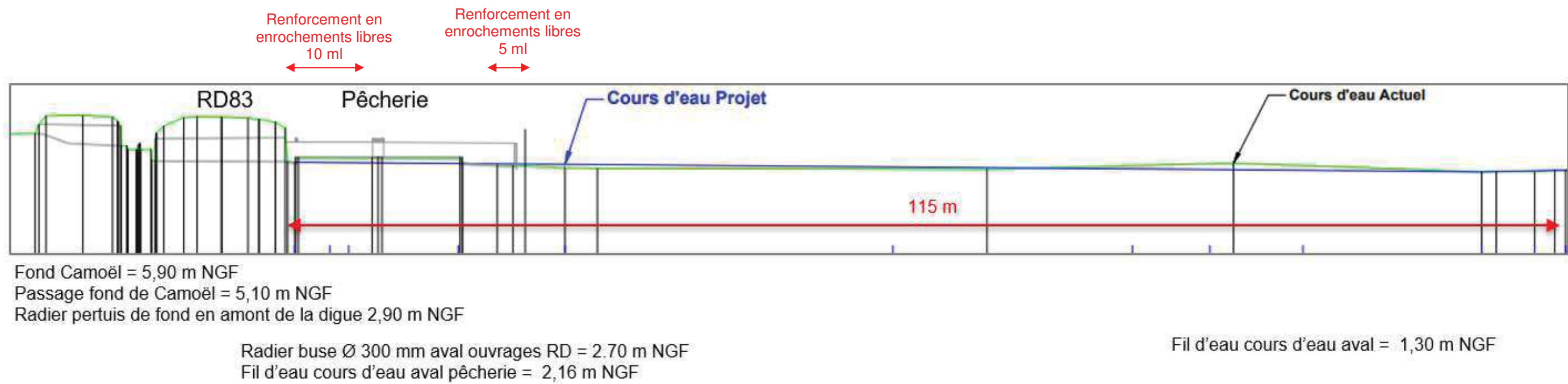


Figure 13 : Profil en long existant en aval de l'Etang du Pont de Fer et profil en long restauré de l'Etier de Foy

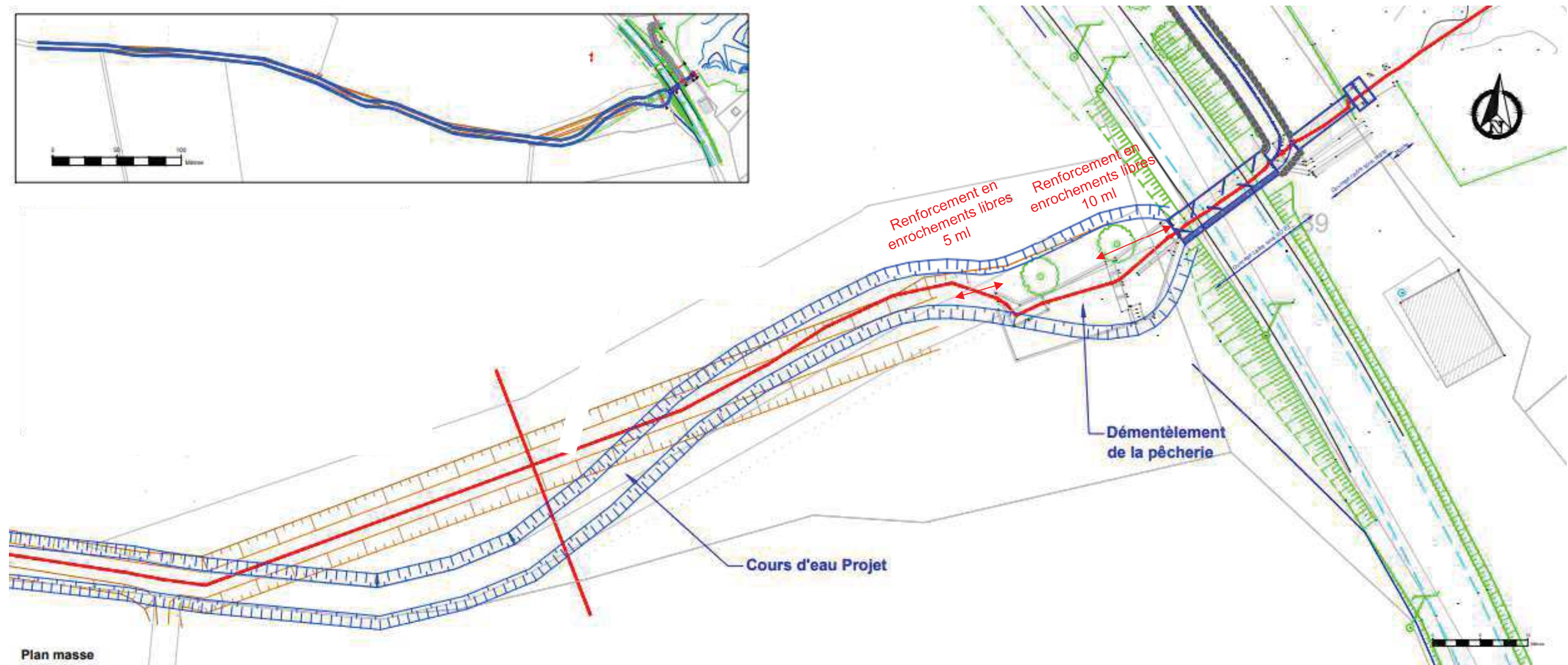


Figure 14 : Vue en plan de la restauration de l'Etier de Foy en aval de la RD83

4.2 Travaux annexes

4.2.1 Travaux préalables

4.2.1.1 Débroussaillages et gestion de la végétation

Des travaux d'entretiens réguliers de la végétation sont réalisés sur le site de l'étang du Pont de Fer. A ce jour et au regard de l'état sanitaire d'un certain nombre d'arbres présents sur la digue et en bordure, et afin de permettre la réalisation des futurs travaux, un débroussaillage préalable, la coupe ainsi que la suppression de certains sujets seront à mener.



Sujet à enlever devant le fossé de décharge en rive droite (photo GINGER BURGEAP, fév. 2023)



Sujet arraché et tombé dans l'étang devant les ouvrages hydrauliques (photo GINGER BURGEAP, fév. 2023)

4.2.1.2 Curage préalable

Un curage localisé de l'étang sera rendu nécessaire au préalable des travaux. En effet, le fond de l'étang au droit des ouvrages hydrauliques existants (pertuis de fond notamment et fossé de décharge) et de l'implantation des futurs ouvrages (futur moine et seuil pour la rampe) apparaît aujourd'hui complètement envasé.

Ce curage sera néanmoins strictement limité au droit des ouvrages à démolir et à reconstruire. En effet, afin de ne pas déstabiliser la digue existante, les travaux de curage ne viendront pas jusqu'en pieds de digue sur les autres secteurs.

A ce stade et au regard des éléments bathymétriques à disposition, le volume de sédiments à curer au droit du futur moine est évalué à près de 200 m², soit de l'ordre de 500 m³ pour atteindre la cote de fond du futur moine à 2,90 m NGF (volume sans ressuyage / déshydratation préalable à prévoir). La hauteur moyenne de curage est de 1,10 m (comprise entre 2,3 m au droit du moine à 0,9 m à 19 m de l'ouvrage).

Un programme de suivi et d'entretien du secteur situé en amont du moine, sera à établir, avec à minima un suivi topographique ou manuel de l'épaisseur des sédiments 2 fois par an durant les 3 premières années puis à minima une fois par an ensuite. Le curage sera programmé en fonction de l'épaisseur de sédiments devant l'orifice du Moine et de son obstruction.

La réalisation de chasses régulières permettra de limiter l'envasement des ouvrages.

4.2.2 Modifications des ouvrages sous la RD83

Des travaux sont également prévus par le Département 44 sur la RD 83 afin de remplacer les ouvrages cadres existants qui ne permettent pas la restauration de la continuité écologique.

Il est ainsi prévu :

- La démolition des 2 ouvrages cadres existants ;
- Le remplacement par un ouvrage cadre avec piédroits permettant le transit du débit centennal retenu de 8 m³/s et présentant les dimensions suivantes :
 - H : 2,5 m * L : 3 m,
 - Longueur : 12 ml,
 - Pente : 0.005 m/m (0.5 %),
 - Nouveau radier reconstitué calé à la cote de 2,90 m NGF côté étang et de 2,70 m NGF côté aval.
- Des dispositifs de continuité piscicole (type rugosité de fond, barrettes de fond, ou autres équivalents),
- L'équipement d'une banquette petite faune (0.50 m de large min).

Ces travaux feront l'objet d'une étude au stade avant-projet à part entière de la part du Département 44.

Ces caractéristiques géométriques sont donc données ici à titre informatif. Les cotes de fond du nouveau lit reconstitué seront toutefois à respecter afin d'assurer la reprise du profil en long et l'absence de chute.

L'ouvrage devra être réalisé en lieu et place des ouvrages actuels, et dans l'alignement avec l'ouvrage de vidange de l'étang afin de faciliter les écoulements.

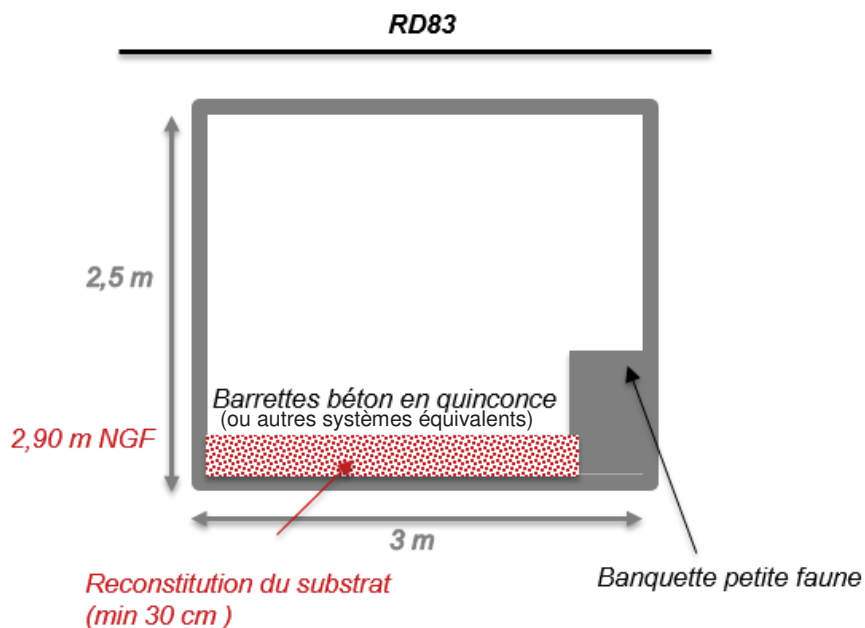
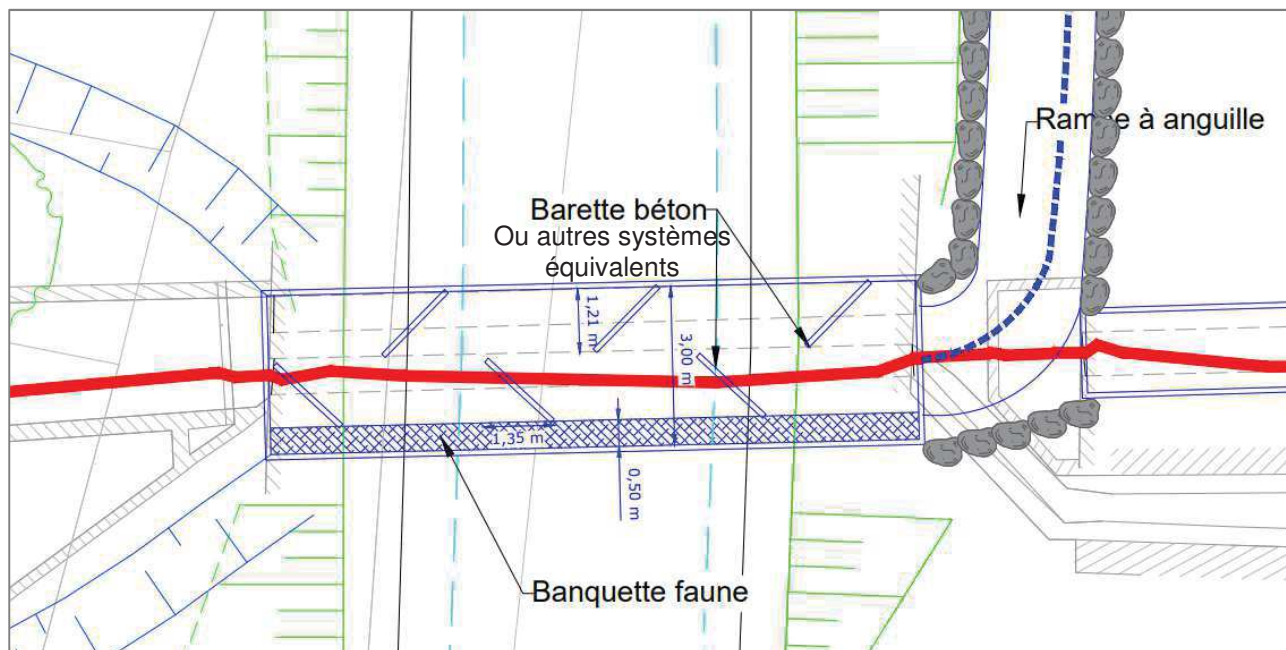


Figure 15 : Coupes types du futur ouvrage sous la RD83

Les caractéristiques précises de ce nouvel ouvrage seront définies par le Département 44.

4.3 Organisation des travaux

4.3.1 Les contraintes d'accès et d'intervention

► Proximité avec la RD83

La situation de l'Etang du Pont de Fer à proximité immédiate de la RD83 constituera une contrainte importante dans le cadre des travaux que ce soit en matière d'accessibilité mais également en terme d'intervention.

Le chantier nécessitera probablement la mise en place d'une circulation alternée ou autres dispositions en fonction du mode opératoire des entreprises retenues.

► Maison du garde

La présence de l'ancienne maison du garde sur le site limitera l'accessibilité des engins aux ouvrages hydrauliques et aux zones d'intervention.

Afin de faciliter les opérations des travaux de démolition et reconstruction des ouvrages hydrauliques, la maison sera démolie (travaux programmés autour de mi-août 2023). Ainsi, l'entreprise bénéficiera de l'emprise de la maison pour les travaux.

► Nature du sous-sol support et des matériaux constituant la digue

La nature même du site (étang) et donc les caractéristiques des sols en place constituent également des contraintes importantes.

Aussi, des préconisations particulières seront à prendre lors de la démolition des ouvrages hydrauliques existants au droit de l'étang. Il sera ainsi nécessaire de prévoir :

- Le soutènement provisoire des terres sur les deux côtés de la digue au droit des ouvrages démolis (pertuis de fond et de demi-fond) et du nouveau seuil en entrée de la rampe ;
- La pose de murs de soutènement type rideau palplanches butonné étanche avant les travaux de terrassements.

La construction des nouveaux ouvrages hydrauliques sur ces formations géologiques en place nécessitera également la mise en œuvre de dispositions constructives particulières notamment lors de création des radiers.

4.3.2 Principes d'accès

L'Etang du pont de Fer est accessible depuis la RD83 via un chemin d'une quarantaine de mètres appartenant au Conservatoire du Littoral.

Cet accès présente une largeur de l'ordre de 4 m et permet la circulation d'engins jusqu'à 3,5 tonnes maximum. Il devra être renforcé pour le passage des camions et engins de chantier, avec la prise en compte de la teneur en eau importante des terrains.

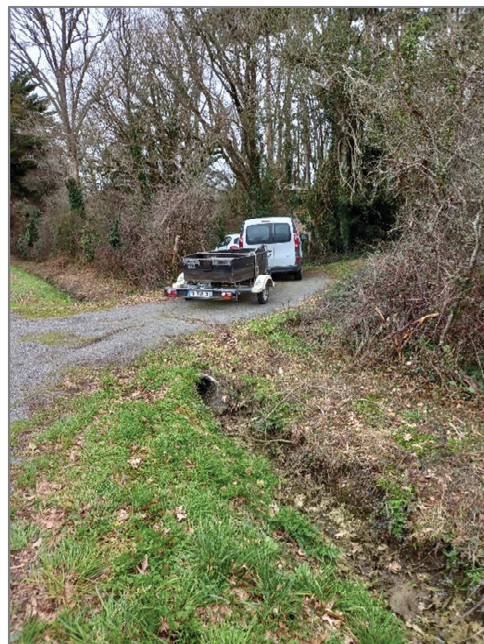
Il sera remis en état après chantier.

Il s'inscrit en épingle sur la RD83, ce qui rend son accès direct impossible dans le sens Camoël-Assérac. Un élargissement sera à prévoir.

Un portail en entrée du site présente une largeur d'ouverture de 3,70 m entre deux poteaux.



Accès à l'étang du Pont de Fer depuis le chemin



Vue sur l'entrée du chemin depuis la RD83
(Photo GINGER BURGEAP, févr.2023)

Le Conservatoire du Littoral dispose d'un parking en bordure de l'étang au bout du chemin d'accès qui devrait permettre l'implantation de la majorité des installations de chantier.



Accès principal au site depuis la RD83 et parking existant (Photo par drone : Département 44, févr.2023)

Toutefois compte-tenu des contraintes d'accessibilité d'une part, mais surtout lors des interventions en rive droite de la digue, des installations de chantier complémentaires pourraient être localisées sur la zone en remblais présentée ci-dessous afin d'éviter de faire passer les engins sur la digue au regard de ses caractéristiques et de son état de dégradation.

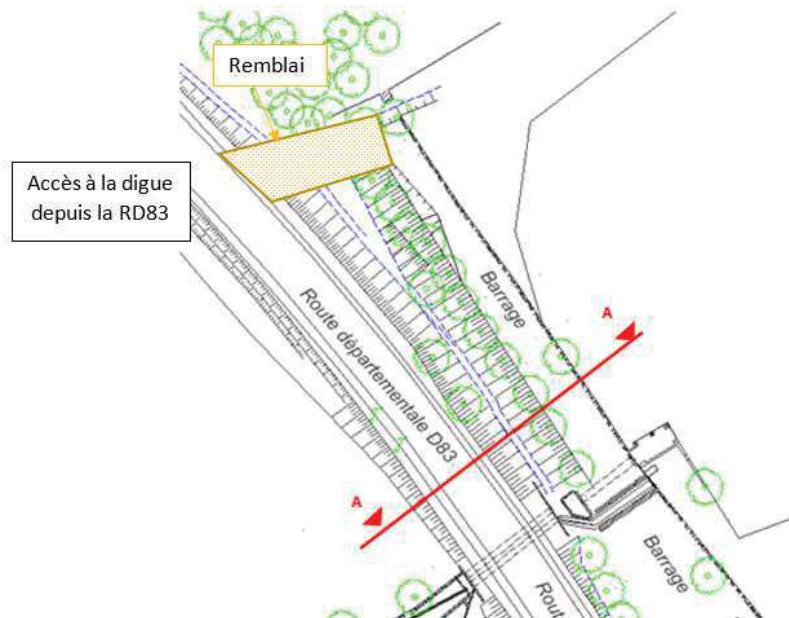


Figure 16 : Principes envisagés d'accès et d'interventions sur le seuil et la rampe à anguille depuis la RD83

4.3.3 Principes d'interventions

A ce jour, il pourrait être envisagé :

- Pour les travaux de mise en place du seuil et de la rampe à angilles : les interventions pourraient être réalisées en créant une emprise entre la route RD83 et la digue. Cette emprise serait réalisée au nord de la digue par la mise en place d'un remblai sur le fossé de décharge, avec un ouvrage de décharge sous le remblai. Une circulation alternée pendant les travaux serait dès lors nécessaire (cf. **Figure 16**).
- Pour la mise en place du moine préfabriqué dans l'étang, les opérations de grutage pourraient soit :
 - être réalisées directement depuis la voie routière entraînant la nécessité de fermeture totale pendant de courtes périodes,
 - être réalisées depuis l'étang directement au moyen d'une rampe en remblais qui viendrait alors en complément des palplanches lors de la mise à sec des zones d'intervention (cf. **Figure 17**).

4.3.4 Principes de mise à sec

La mise à sec des zones d'intervention sera nécessaire pendant toute la durée des travaux.

A ce stade, la mise à sec est envisagée :

- Au droit des ouvrages hydrauliques à démolir et du futur moine et de la zone à curer : mise en place d'un rideau de palplanches ou d'un blindage de type caisson ou coulissant avec un rabattage de nappe permanent associé à un système de traitement des eaux de pompage ;
- Au droit de la digue : mise en place d'un simple accès en remblais complété par la pose de big-bags en pied de digue au regard de la faible profondeur sur ce secteur et de la typologie des interventions à mener sur ce secteur.

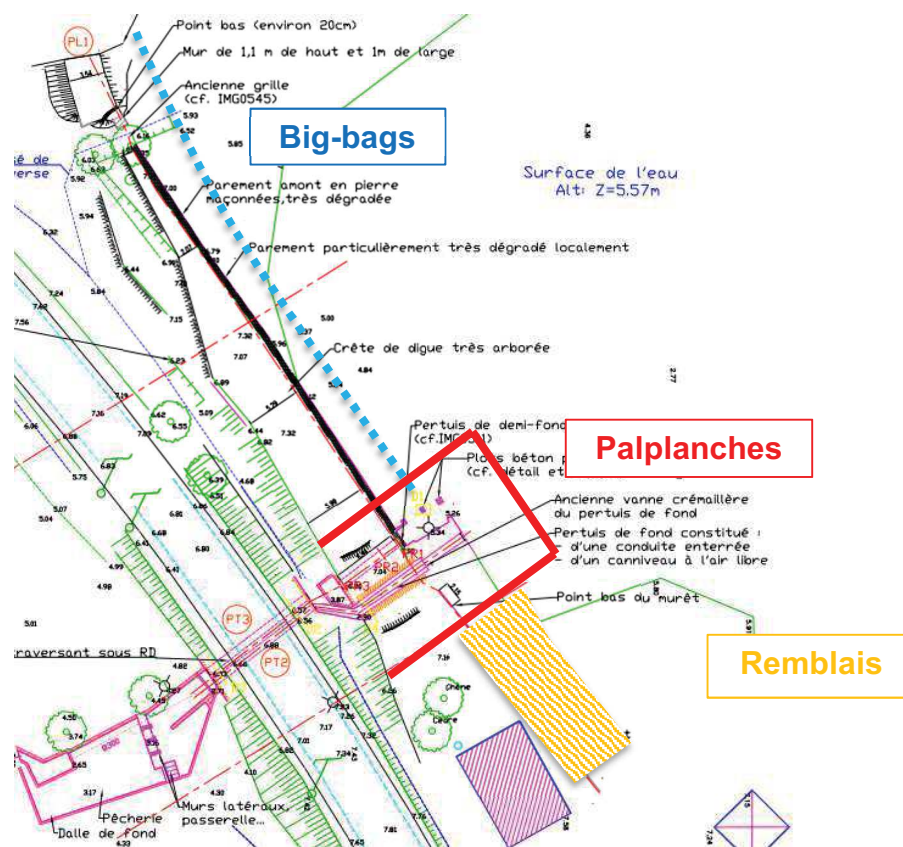
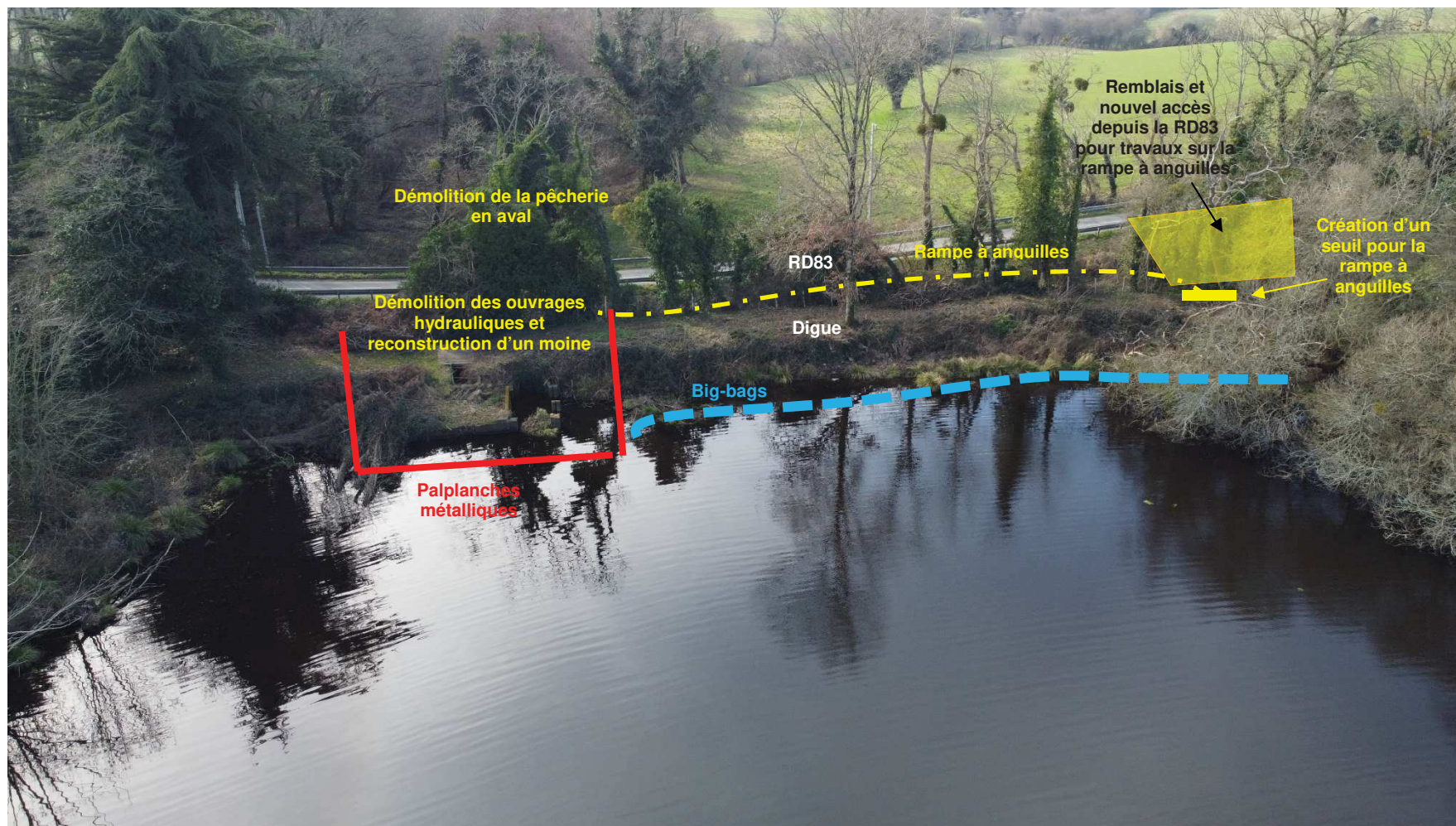


Figure 17 : Dispositifs de mise à sec envisagés



Ci-contre : Exemple de mise en place d'un rideau de palplanche étanche au droit d'un barrage - https://www.tramaf.fr/portfolio_page/battage/charier-batardeau-provisoire-barrage-de-mauzac2015-battage/



Vue sur les zones d'intervention et principes de mise à sec (Photo par drone : Département 44, févr.2023)

5. Calendrier prévisionnel des travaux et principes de restauration hydraulique

Les travaux devront être réalisés en dehors de la période allant de la mi-mars à la mi-août compte-tenu de la vocation de Réserve de l'Étang du Pont de Fer et afin de ne pas impacter les espèces naturelles fréquentant le site.

Les travaux seront donc réalisés préférentiellement à partir de la fin de l'été et du début de l'automne 2023 si possible ou 2024, soit en période d'étiage, afin de limiter les débits et les hauteurs d'eau dans l'étang.

Les travaux à réaliser au niveau de l'étang (démolition/reconstruction des ouvrages hydrauliques, réfection de la digue, création de la rampe à anguilles) devraient s'étaler sur 4 mois.

Durant toute la période de travaux, si des écoulements proviennent de l'amont, ces derniers devront être restitués au milieu en aval. Pour ce faire, un rétablissement hydraulique sera mis en œuvre. Celui-ci pourrait être facilité par un phasage des travaux adapté.

Ainsi, les travaux au droit des ouvrages hydrauliques seront à réaliser en premier afin que les écoulements puissent transiter par le fossé de décharge actuel. Puis dans un second temps, ces écoulements transiteront par le moine hydraulique réalisé.

6. Coûts prévisionnels des travaux

Le montant total des travaux tels que présentés précédemment est estimé à près de 454 580 € HT sur le site du Pont de Fer.

Le tableau ci-dessous présente les coûts prévisionnels des travaux :

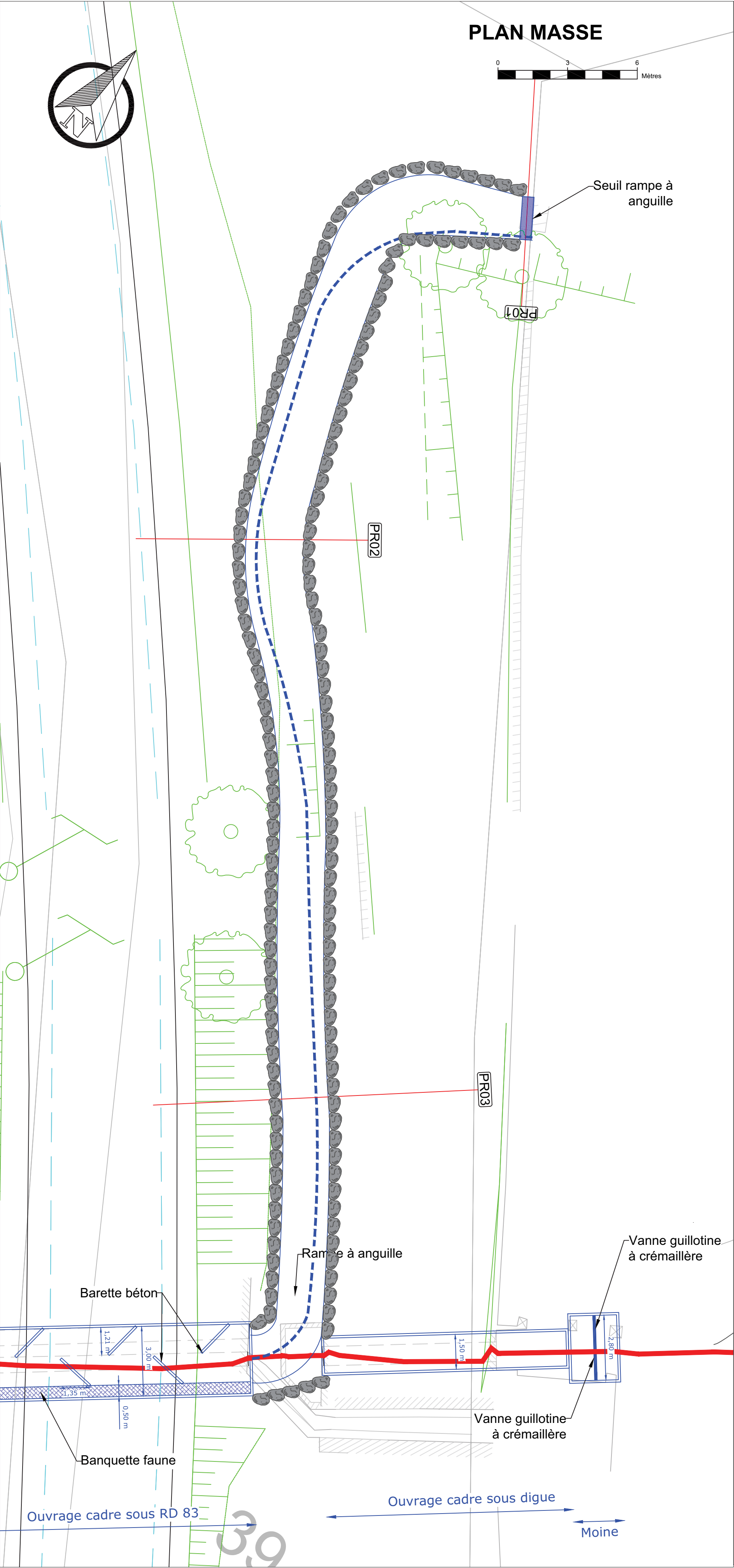
AVP - Scénario retenu - Etang du Pont de Fer					
n°	Désignation	Qté	U	PU	Total
1	Généralités				
1.1	Installation et repli de chantier, accès	1	F	20 000 €	20 000 €
1.2	Etudes et plans d'exécution	1	F	5 000 €	5 000 €
1.3	Dossier des ouvrages exécutés	1	F	3 500 €	3 500 €
Total phase 1					28 500 €
2	Travaux préparatoires				
2.1	Pêche de sauvegarde	1	F	2 500 €	2 500 €
2.2	Dispositifs de mise à sec :				
2.2.1	Remblais (ou big-bags) : côté digue (50 ml * 3m) + rampes (45 ml * 3m)	285	m³	50 €	14 250 €
2.2.2	Démolition et évacuation des remblais	270	m³	15 €	4 050 €
2.2.3	Pose palplanches métalliques (20 ml * 5 m)	100	m²	200 €	20 000 €
2.2.4	Recépage des palplanches et évacuation	100	m²	50 €	5 000 €
2.3	Curage (localisé au droit des ouvrages hydrauliques), remise en suspension (500 m³)	500	m³	15 €	7 500 €
2.4	Dérivation temporaire du cours d'eau	1	F	2 500 €	2 500 €
2.5	Dévégétalisation /dessouchage	1	F	5 500 €	5 500 €
Total phase 2					61 300 €
3	Démolition /reconstruction des ouvrages hydrauliques				
3.1	Déconstruction des ouvrages (pertuis de fond et de 1/2 fond) et évacuation	1	F	15 000 €	15 000 €
3.2	Dispositif de tenue des terres au niveau des ouvrages à démolir	1	F	12 000 €	12 000 €
3.3	Reconstruction d'un ouvrage type moine (2.80m*2 m*4 m) + 2 vannes	1	F	25 000 €	25 000 €
3.4	Construction d'un radier 3.5x3.5x0.3m sous le moine	4	m³	450 €	1 800 €
3.5	Fourniture et pose ouvrage cadre de décharge sous la digue (1,5 m*1*12 ml)	12	ml	1 000 €	12 000 €
3.6	Construction d'un radier 2.5x10x0.3m sous la digue	8	m³	450 €	3 375 €
3.7	Reconstruction et remblaiement en matériaux étanches locale de la digue	300	m³	40 €	12 000 €
3.8	Pose de géomembrane au dessus de l'ouvrage sous la digue	4	m²	10 €	42 €
3.9	Fourniture et pose de la passerelle d'accès digue-Moine	1	F	5 000 €	5 000 €
Total phase 3					86 217 €
4	Réfection de la digue (60 ml)				
4.1	Dépose soignée, stockage et trie des moellons/pierres	180	m²	120 €	21 600 €
4.2	Fourniture et mise en œuvre des pierres	90	m²	250 €	22 500 €
4.2	Rejointoiement de la digue	180	m²	100 €	18 000 €
Total phase 4					62 100 €
5	Passe à anguilles				
5.1	Seuil d'entrée en béton avec rugosité (1,5 m * 2 m *4 ml)	1	F	5 000 €	5 000 €
5.2	Géogrille sur talus fossé (pose + fourniture + ancrage)	16	m²	325 €	5 200 €
5.3	Enrochements libres 300-500 mm (65 ml - 2,5 m large)	250	m³	200 €	50 000 €
5.4	fourniture pose géotextile coco - enherbement	1	F	3 000 €	3 000 €
Total phase 5					63 200 €
6	Mesures accompagnatrices				
6.1	Démolition de la pêcherie en aval	1	F	20 000 €	20 000 €
6.2	Travaux hydromorphologiques de l'étier de Foy sur 115 ml (terrassement, recharge et génie écologique)	115	F	500 €	57 500 €
Total phase 5					77 500 €
6	Etudes et travaux au droit de la RD83 (travaux réalisés par le Département)				
6.1	Etudes de conception	A définir par le Département			
6.2	Découpe chaussée				
6.3	Démolition des ouvrages, déblais et évacuation en décharge				
6.4	Apports matériaux lits de pose et remblais				
6.5	Ouvrage cadre (2m*3m* 12 ml) et piédroits				
6.6	Réfection de chaussée				
6.7	Barrettes béton				
6.8	Banquette petite faune (loutre)				
Total phase 6					n.d.
Total général travaux hors taxes					378 817 €
Aléas divers (20 %)					75 763 €
Total général des dépenses Hors taxes					454 580 €
T.V.A au taux de 20 %					90 916 €
Total général Toutes Taxes Comprises					545 496 €

ANNEXES

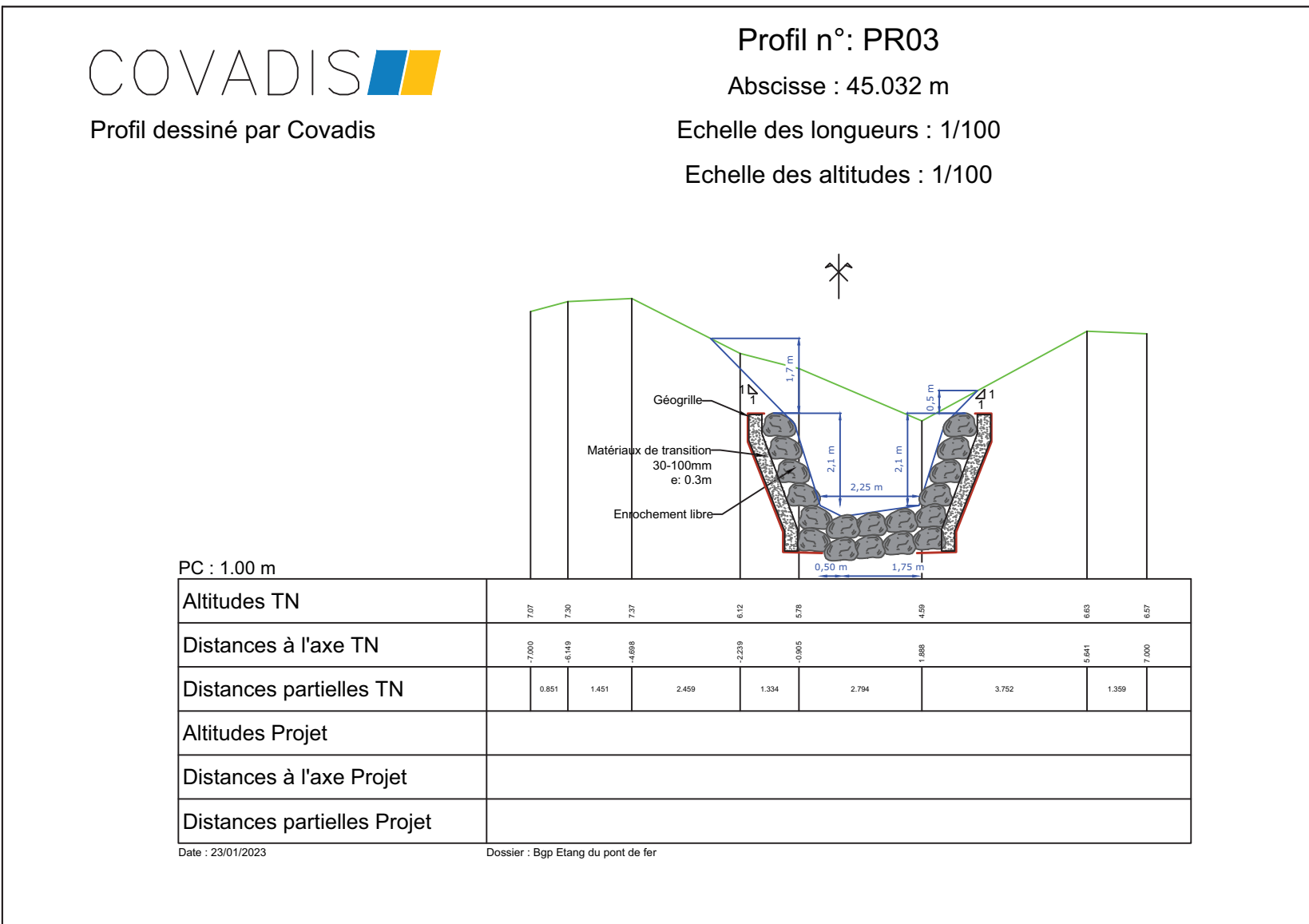
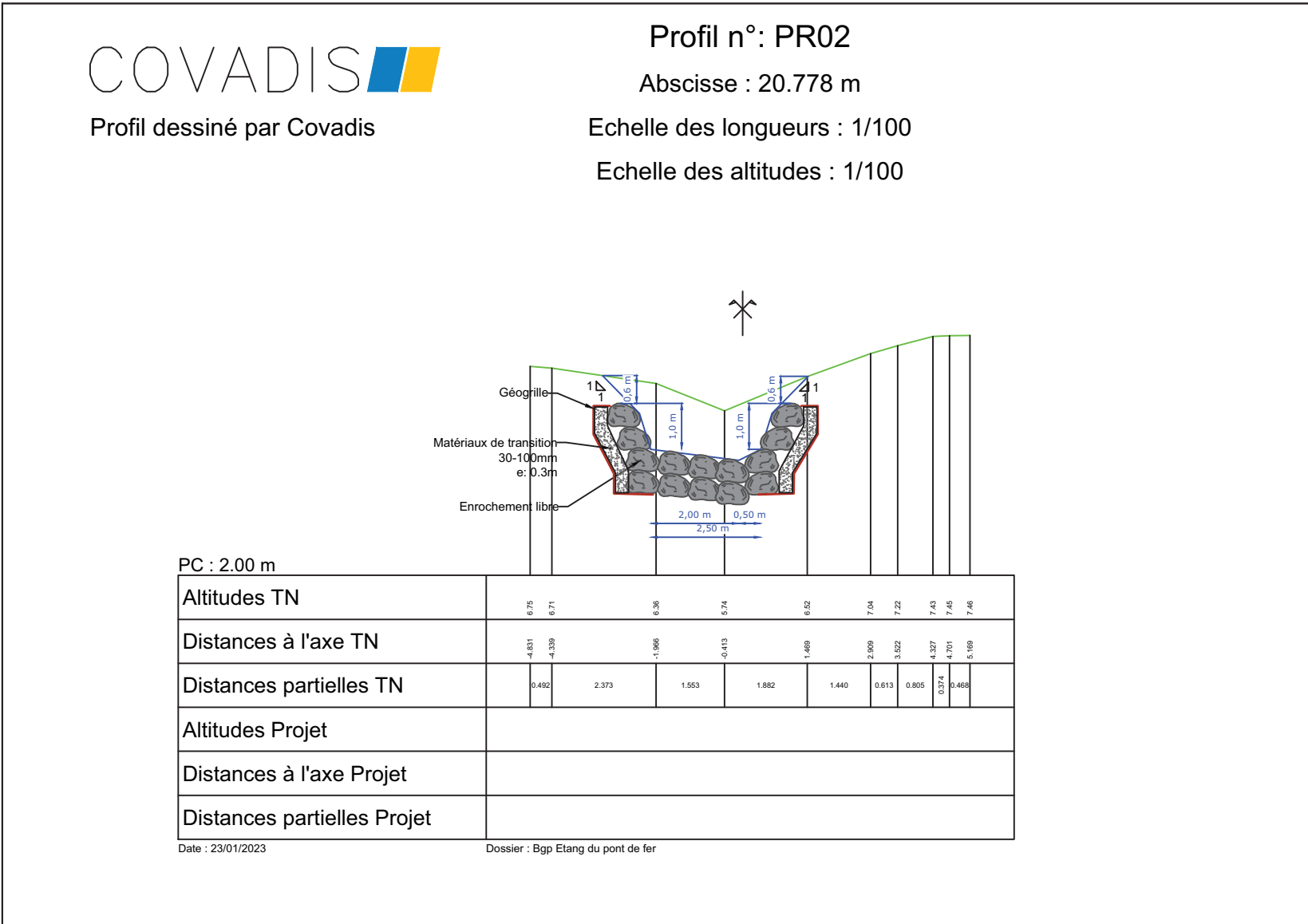
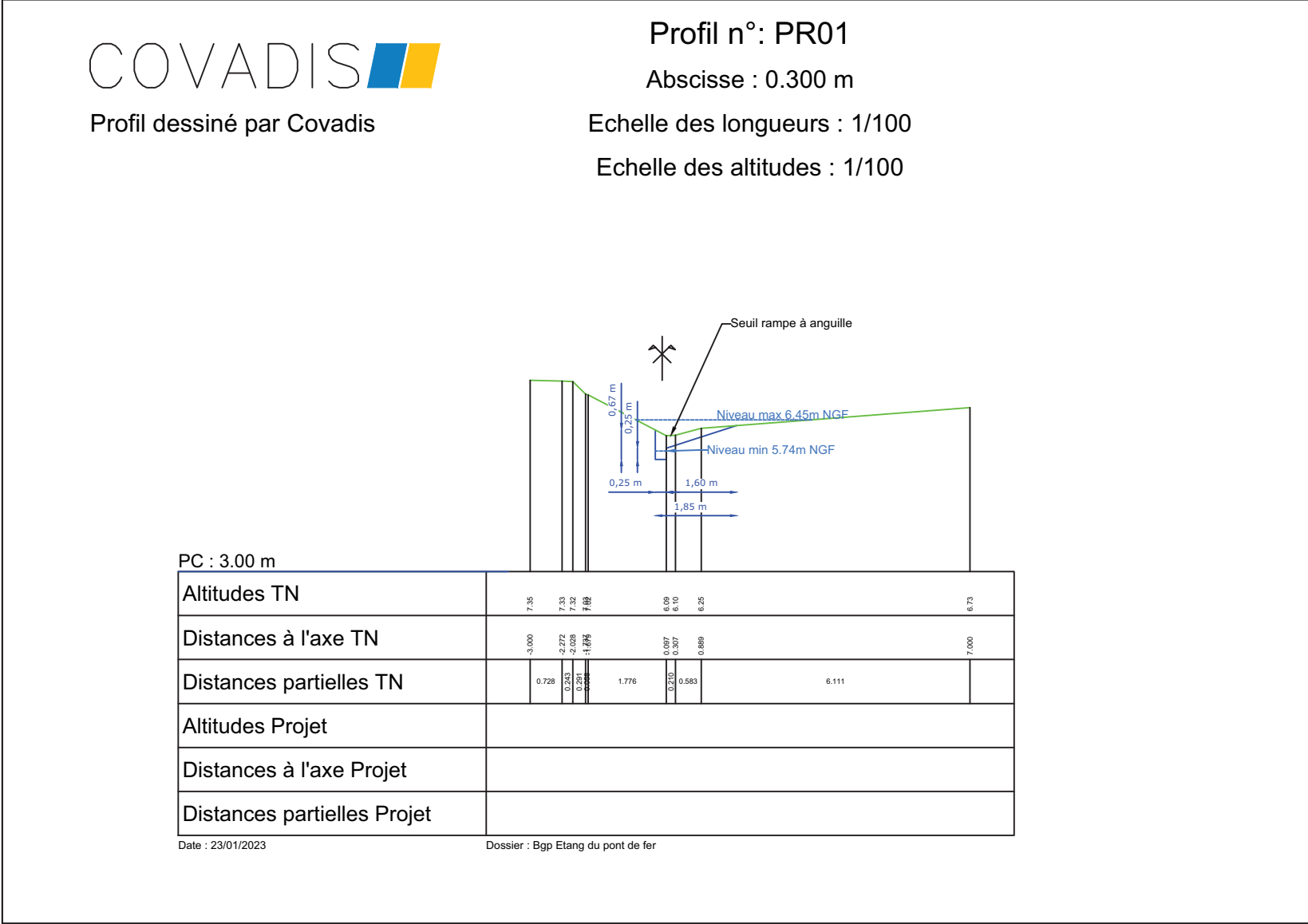


Annexe 1. Dossier de plans

Cette annexe contient 3 pages.

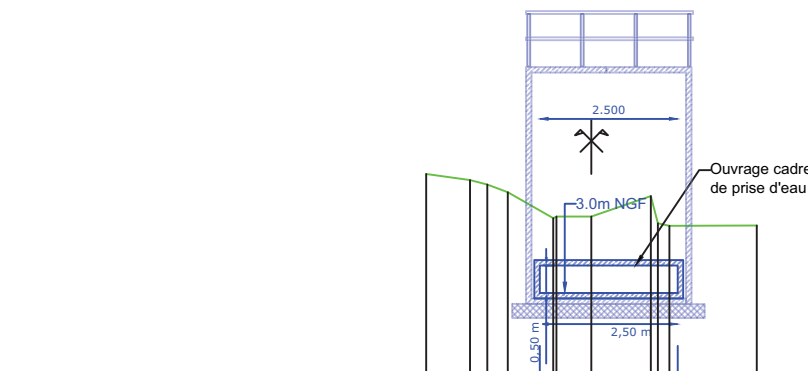


PROFIL EN TRAVERS



PROFIL EN TRAVERS

Profil n°: P01
Abscisse : 29.508 m
Echelle des longueurs : 1/100
Echelle des altitudes : 1/100



PC : 2.00 m

Altitudes TN	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Distances à l'axe TN	0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00
Distances partielles TN	0.798	1.298	1.798	2.298	2.798	3.298	3.798	4.298	4.798
Altitudes Projet									
Distances à l'axe Projet									
Distances partielles Projet									

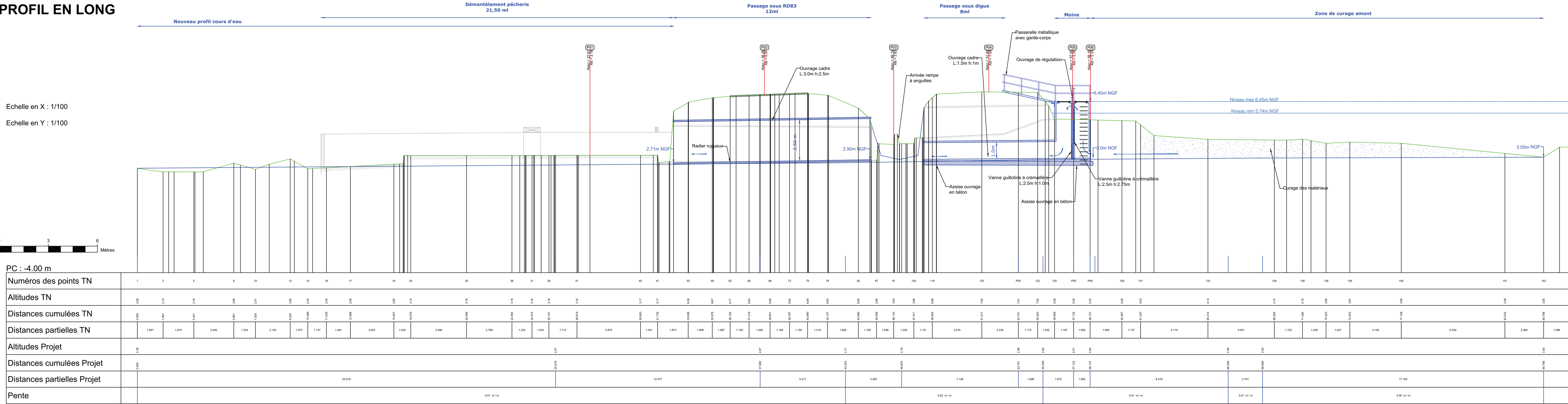
Date : 09/02/2023 Dossier : Bp1 Etang du pont de fer2dwg



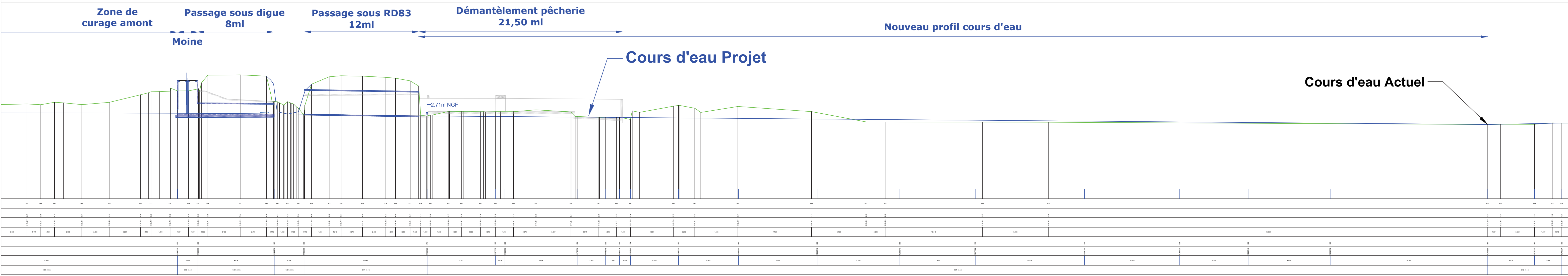
Profil dessiné par Covadis

PROFIL EN LONG

Echelle en X : 1/100
Echelle en Y : 1/100



PC : -4.00 m																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Nombres des points TN	1	2	5	8	10	12	14	16	17	19	24	25	26	31	36	41	45	47	55	59	63	65	68	73	75	79	82	87	91	104	110	120	P04	122	125	P05	P06	129	131	133	134	136	138	139	140	141	142																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Altitudes TN	2.08	2.11	2.18	2.48	2.51	2.59	2.54	2.49	2.44	2.60	2.51	2.14	2.16	2.18	2.18	2.18	2.17	0.58	0.62	0.62	0.67	0.68	0.69	0.62	0.64	0.64	0.68	0.65	0.69	0.71	0.71	0.69	0.58	0.55	0.53	0.58	0.59	0.58	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Distances cumulées TN	0.000	1.507	1.907	1.907	2.440	3.947	5.454	6.961	8.468	9.975	11.482	12.989	14.496	16.003	17.510	19.017	20.524	22.031	23.538	25.045	26.552	28.059	29.566	31.073	32.580	34.087	35.594	37.101	38.608	40.115	41.622	43.129	44.636	46.143	47.650	49.157	50.664	52.171	53.678	55.185	56.692	58.199	59.706	61.213	62.720	64.227	65.734																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Distances partielles TN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			</



Profil en long

