

Commune de Marsac-en-Livradois



ÉTUDE DE CONCEPTION - RETABLISSEMENT DE LA CONTINUITE ECOLOGIQUE A LA PRISE D'EAU DE L'ANCIENNE SOIERIE (ROE 41384)

PHASE 1 : DIAGNOSTIC

PHASE 2 : AVP



Réf. : 2238 TD/JT 2023



2, Rue Maurice Audibert 69800 SAINT PRIEST
tel : 04 57 96 10 86
www.idc-structures.fr

Mars 2023



CESAME
ÉTUDES & CONSEIL EN ENVIRONNEMENT

ZA du Parc - Secteur Gampille 42 490 FRAISSES
tel : 04 77 10 12 10
E-Mail : cesame@cesame-environnement.fr

Avertissement

Le présent rapport a été établi sur la base des informations fournies au groupement, des observations et mesures réalisées sur la zone d'étude, des données (scientifiques ou techniques) disponibles ou objectives et de la réglementation en vigueur. La responsabilité du groupement ne pourra être engagée si les informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées. Les avis, recommandations, préconisations ou équivalents portés par le groupement dans le cadre de la prestation qui lui a été confiée peuvent aider à la prise de décision. Le groupement n'intervient pas dans la prise de décision proprement dite et sa responsabilité ne peut donc se substituer à celle du décideur. Le destinataire utilisera les résultats inclus dans le présent rapport intégralement ou de manière objective. Son utilisation sous forme d'extrait ou de note de synthèse sera faite sous sa seule et entière responsabilité. Il en est de même pour toute modification qui y serait apportée.

Document

Intitulé de l'étude / du document :	ETUDE DE CONCEPTION - RETABLISSEMENT DE LA CONTINUITE ECOLOGIQUE A LA PRISE D'EAU DE L'ANCIENNE SOIERIE (ROE 41384) <i>PHASE 1-2 : DIA / AVP</i>	
Référence :	2238 - TD/JT - 2023	
Client :		Client – Commune de Marsac en Livradois Accompagnement/encadrement technique Syndicat mixte du Parc Naturel Régional Livradois-Forez (PNRLF) - Maison du Parc 63880 SAINT-GERVAIS-SOUS-MEYMONT Réfèrent technique : Sebastie Bret Animateur du Contrat Territorial Dore Tél. 04 73 95 57 94 s.bret@parc-livradois-forez.org

Version	Date d'édition
V1 (PHASE 1-2)	22 février 2023
V2 (PHASE 1-2)	23 février 2023 <i>Prise en compte des remarques du maître d'ouvrage – Ajustement du chiffrage</i>
V3 (PHASE 1-2)	03 mars 2023 <i>Prise en compte des remarques des partenaires suite à la réunion de restitution</i>

Intervenant

Organisme	Rédaction	Vérification
CESAME - Mandataire ZA du Parc - Secteur Gampille - 42 490 FRAISSES tel : 04 77 10 12 10 E-Mail : cesame@cesame-environnement.fr	Joseph Thiollier Martin Tillaut	Thierry Droin
IDC Structure - Co-traitant 2, Rue Maurice Audibert 69800 SAINT PRIEST tel : 04 57 96 10 86 www.idc-structures.fr	Jérémy Giraud Clarisse Patricio	Jérémy Giraud



Table des matières

1. CADRAGE PREALABLE.....	3
1.1. Cadre de l'étude	3
1.2. Pétitionnaire	4
2. PHASE 1 : DIAGNOSTIC DU SITE	5
2.1. Présentation de l'ouvrage	5
2.1.1. Localisation	5
2.1.2. Physionomie et état de l'ouvrage	6
2.2. Contraintes au droit de la zone de travaux.....	10
2.2.1. Infrastructures / Usages limitrophes	10
2.2.2. Accès au site et foncier	14
2.2.3. Végétation rivulaire.....	14
2.2.4. Risque inondation.....	15
2.3. Contexte environnemental au droit du site	16
2.3.1. Contexte hydrologique	16
2.3.2. Population piscicole – Espèces cibles pour le rétablissement de la continuité écologique.....	20
2.3.3. Contexte éco-morphologique global.....	21
2.4. Diagnostic hydraulique	22
2.4.1. Définition des lois hauteur/débit	22
2.4.2. Modélisation des lignes d'eau – état initial	24
2.5. Incidence de l'ouvrage	27
2.5.1. Morphologie du lit et habitat.....	27
2.5.2. Continuité sédimentaire.....	28
2.5.3. Continuité piscicole à la montaison	29
2.5.4. Lignes d'eau / Risque inondation	29
3. PHASE 2 – AVANT PROJET (AVP).....	30
3.1. Contexte réglementaire structurant	30
3.1.1. Statut juridique de l'installation	30
3.1.2. Article L.214-17 du code de l'environnement	31
3.2. Objectifs poursuivis et contraintes structurantes	32
3.3. Solutions d'aménagement proposées	32
3.3.1. SC1 : Réfection du seuil et aménagement d'une passe à poissons.....	33
3.3.2. SC2 : Suppression de l'ouvrage et confortement des piles du pont de la RD252.....	41
3.3.3. SC3 : Réalisation d'une brèche et confortement des piles du Pont de la RD252	49
3.4. Analyse comparative des solutions	51
3.4.1. Analyse économique	51
3.4.2. Analyse multicritère	52
4. ANNEXES	53
ANNEXE 1 : Annexe hydraulique.....	54
ANNEXE 2 : Plan de confortement du pont de la RD252 de 1977	55
ANNEXE 3 : Livrables IDC structure	66



• Index des illustrations

Illustration 1 : Vue de l'ouvrage et du pont de la RD252 depuis l'aval rive gauche	5
Illustration 2 : Plan de masse du seuil et de ses différentes parties	6
Illustration 3 : Élévation aval de la 1 ^{ère} brèche	6
Illustration 4 : Élévation aval de la 2 ^{ème} brèche	7
Illustration 5 : Élévation de la partie rive droite du seuil	7
Illustration 6 : Vue amont (gauche) et aval (droite) de la vanne de décharge	7
Illustration 7 : Photographies anciennes de l'ouvrage (non datées (haut) et années 50 (bas))	8
Illustration 8 : Illustration du niveau de dégradation important de l'ouvrage	9
Illustration 9 : Plan des infrastructures et usages au droit de l'ouvrage	11
Illustration 10 : Coupe de restitution du sondage de reconnaissance de fondation réalisé	13
Illustration 11 : Vue du seuil et du pont depuis l'aval	14
Illustration 12 : Foyer de Balsamine autour de la pile rive gauche du pont de la RD252	14
Illustration 13 : Carte d'Aléa inondation au niveau de la zone d'étude	15
Illustration 14 : Carte du contexte hydrographique	17
Illustration 15 : Localisation des sondes et présentation des mesures de terrain	22
Illustration 16 : Courbe de tarage en amont et aval du seuil (mesures ponctuelles et sondes de niveaux)	23
Illustration 17 : Profils modélisés et calage des lignes d'eau sur les mesures de terrain	24
Illustration 18 : Profil en long des lignes d'eau (ci-dessus et page suivante)	26
Illustration 19 : Facies lentique homogène de la retenue (gauche), écoulement et végétation diversifiée en amont (droite)	27
Illustration 20 : Profil en long du fond de la Dore	28
Illustration 21 : Photographies aériennes anciennes et actuelles	30
Illustration 22 : Coupe de principe sur le seuil reconstruit	33
Illustration 23 : Courbe de débit classés de la Dore à Ambert	34
Illustration 24 : Scénario 1 – Plan de masse	37
Illustration 24 : Scénario 1 – Coupe type	38
Illustration 25 : Scénario 2 : plan de masse des aménagements	42
Illustration 26 : Dispositif anti-affouillement à réaliser en cas de destruction du seuil – Ex. Pile rive gauche	43
Illustration 26 : Illustration du principe d'un dispositif anti-affouillement complémentaire – exemple repris depuis un autre pont que celui de Marsac-en-Livradois	44
Illustration 27 : Scénario 2 : profil en long des aménagements	44
Illustration 28 : Modification des lignes d'eau suite à la suppression du seuil	48
Illustration 29 : Remous hydraulique en amont du seuil selon configuration de la crête	49

• Index des tables

Tableau 1 : Calcul du débit moyen et médian sur l'ensemble des données disponibles et sur les 10 dernières années	16
Tableau 2 : Calcul des débits d'étiage sur l'ensemble des données disponibles et sur les 10 dernières années	18
Tableau 3 : Calcul du module et du QMNA5 au droit du site d'étude	18
Tableau 4 : Évaluation des débits de crue au droit du site d'étude	20
Tableau 5 : Population piscicole connue en amont et aval du seuil et score de l'IPR	20
Tableau 6 : Fonctionnement de l'ouvrage partiteur pour les débits caractéristiques	23
Tableau 7 : Simulation du fonctionnement hydraulique du dispositif	39
Tableau 8 : Analyse économique des différents scénarios étudiés	51



1. CADRAGE PREALABLE

1.1. Cadre de l'étude

La rivière Dore dans sa plaine alluviale a fait l'objet de profonds travaux hydrauliques (curage, rectification, recalibrage...) dans les années 70/80 qui ont remis en cause son bon fonctionnement écologique. Elle présente néanmoins des enjeux importants en matière de migration piscicole notamment pour le saumon atlantique.

Ces enjeux ont induit un classement du cours d'eau dès 1905 au titre de la Loi sur les échelles à poisson jusqu'à celui comme **axe migrateur** dans le cadre du SDAGE Loire-Bretagne 2022-2027 et en liste 1 et liste 2 au titre de l'article L214-17 du Code de l'environnement¹.

En 2016, la commune de Marsac en Livradois a sollicité l'assistance d'un prestataire afin d'étudier la faisabilité de rétablir la continuité écologique sur 2 ouvrages situés sur la Dore. Dans le cadre de cette étude, 3 scénarios ont été proposés concernant le seuil de l'ancienne soierie :

- SC1 : Conservation du seuil en l'état et aménagement d'une passe à poissons ;
- SC2 : Création d'une brèche à l'axe du lit ;
- SC3 : Suppression intégrale du seuil.

La commune souhaite maintenant engager une mission de conception comprenant 3 phases :

- **Phase 1 : Diagnostic**

- Description de l'ouvrage et de son fonctionnement ;
- Identification des contraintes de site ;
- Analyse du contexte environnemental ;
- Analyse des incidences de l'ouvrage.

- **Phase 2 : AVP**

- Description des aménagements nécessaires à la mise en conformité de l'ouvrage ;
- Analyse comparative des scénarios.

- **Phase 3 : PRO (non commandée)**

- Définition des modalités d'organisation du chantier (mise hors d'eau et accès).
- Formalisation des éléments techniques du DCE (notamment plan et DQE) ;
- Formalisation des éléments permettant au maître d'ouvrage de monter le dossier d'incidence.

Dans le cadre du Contrat Territorial sur la Dore dont il est le maître d'ouvrage, le Parc Naturel Régional Livradois-Forez (PNRLF) accompagne techniquement la commune pour la réalisation de cette mission.

Le présent rapport constitue le rapport de phases 1 et 2 de l'étude.

¹ Arrêté du 10 juillet 2012 portant sur les cours d'eau, tronçons de cours d'eau ou canaux classés au titre de l'article L. 214-17 du code de l'environnement du bassin Loire-Bretagne



1.2. Pétitionnaire

Identité du maître d'ouvrage / demandeur :

Commune de Marsac-en-Livradois

4 rue de la Mairie

63 940 Marsac-en-Livradois

Accompagnement technique / Référent projet :

Syndicat mixte du Parc Naturel Régional Livradois-Forez (PNRLF)

Maison du Parc

63880 SAINT-GERVAIS-SOUS-MEYMONT

Sébastien Bret

Animateur du Contrat Territorial Dore

Tél. 04 73 95 57 94

s.bret@parc-livradois-forez.org



2. PHASE 1 : DIAGNOSTIC DU SITE

2.1. Présentation de l'ouvrage

2.1.1. Localisation

ROE :

ROE41384

Type d'ouvrage :

Seuil

Propriétaire de l'ouvrage :

M. Robert Mayoux

Département :

Puy-de-Dôme

Commune :

Marsac-en-Livradois

Emplacement :

X Lambert 93 : 757 249

Y Lambert 93 : 6 487 014

Cours d'eau (Masse d'eau):

La Dore (FRGR0230a)

Bassin versant :

409 km²

PK : 98,9 km

Existence légale :

Pas d'existence légale

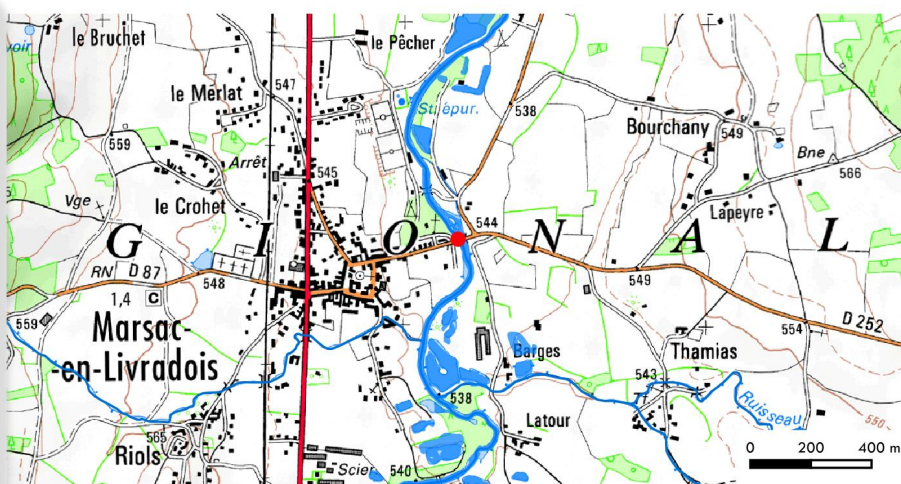


Illustration 1: Vue de l'ouvrage et du pont de la RD252 depuis l'aval rive gauche

2.1.2. Physionomie et état de l'ouvrage

• Principales dimensions

L'ouvrage est un seuil en pierres maçonnées et localement jointoyées au béton d'une longueur totale de 71m. Il est constitué en deux parties séparées par une pile en pierres, vestige d'un pont médiéval :

- La partie rive gauche, d'une longueur de 39m, présente deux brèches où transite le débit en basses et moyennes eaux. Les brèches font 4,45m et 2,7m de long et sont situées ≈ 1 m sous la cote déversante historique du seuil : 537,58 NGF.

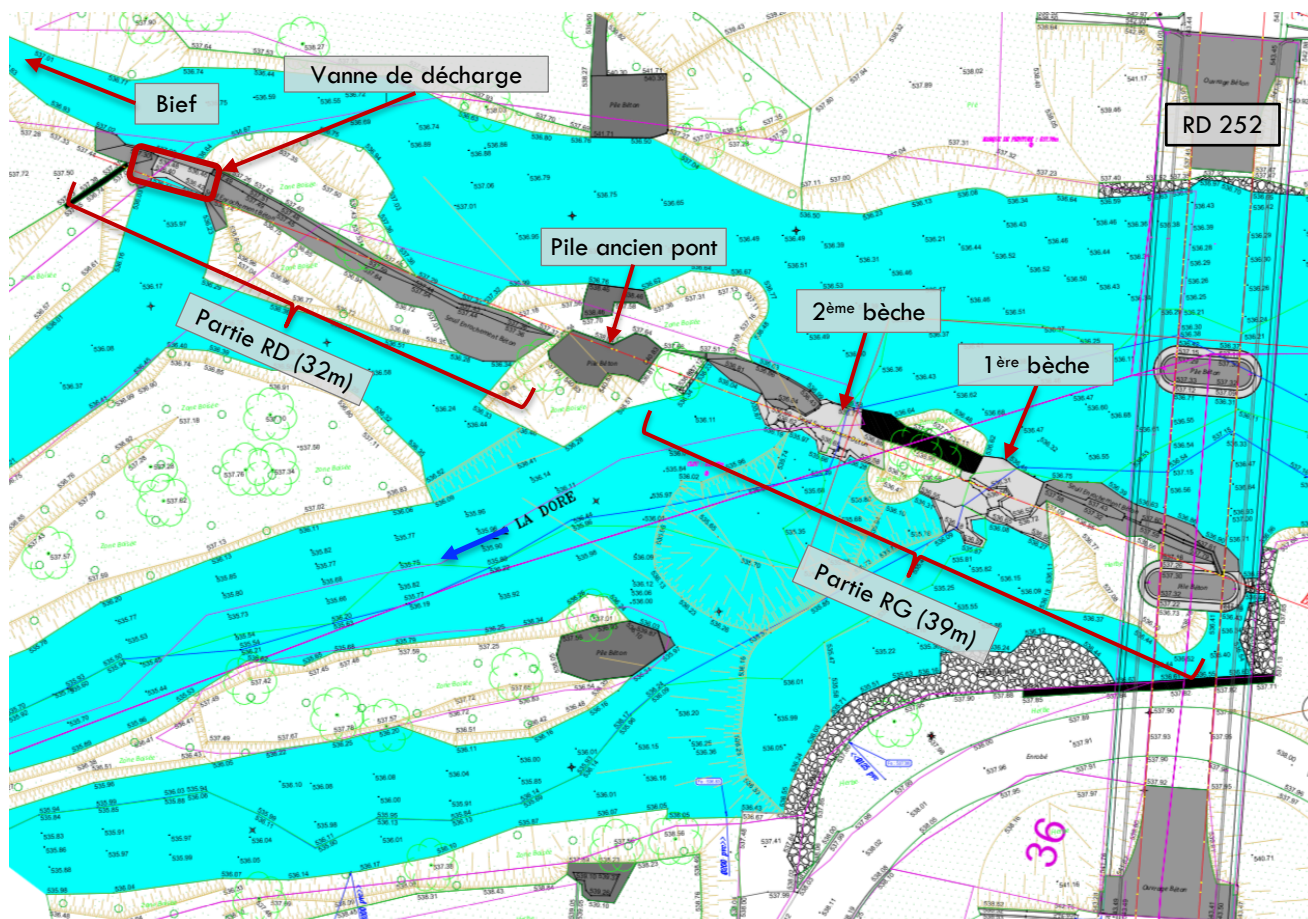


Illustration 2: Plan de masse du seuil et de ses différentes parties

Source : ALIDADE annoté par CESAME

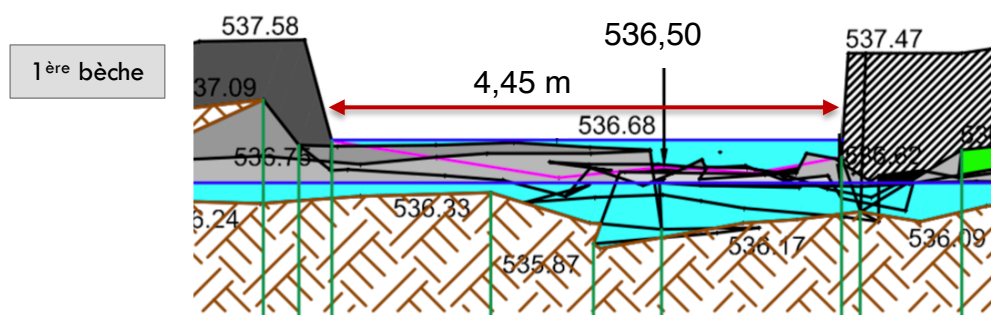


Illustration 3: Élévation aval de la 1ère bèche

Source : ALIDADE annoté par CESAME

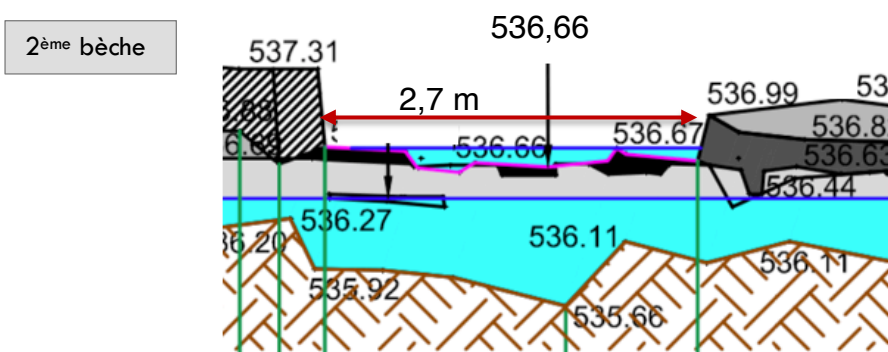


Illustration 4: Élévation aval de la 2^{ème} brèche
Source : ALIDADE annoté par CESAME

- La partie en rive droite, d'une longueur de 32m, relie la pile rive droite de l'ancien pont au bief. Une vanne de décharge de 3,3 m de large est située en rive droite. Celle-ci est actuellement obstruée par des embâcles.

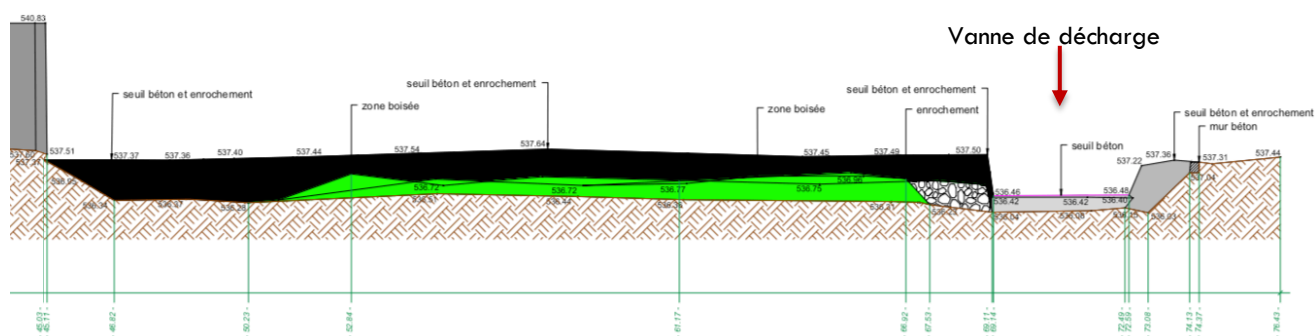


Illustration 5: Élévation de la partie rive droite du seuil
Source : ALIDADE annoté par CESAME



Illustration 6: Vue amont (gauche) et aval (droite) de la vanne de décharge
Source : ALIDADE

- État de conservation

Un diagnostic génie-civil du seuil a été réalisé par la société IDC-Structure (cf. annexe). Le seuil est dans un état de délabrement avancé. Une part très significative du génie-civil initial de l'ouvrage a disparu. La situation n'est pas stabilisée. Sur un court / moyen terme, il est vraisemblable que l'état du seuil continue de se dégrader jusqu'à une rupture complète.

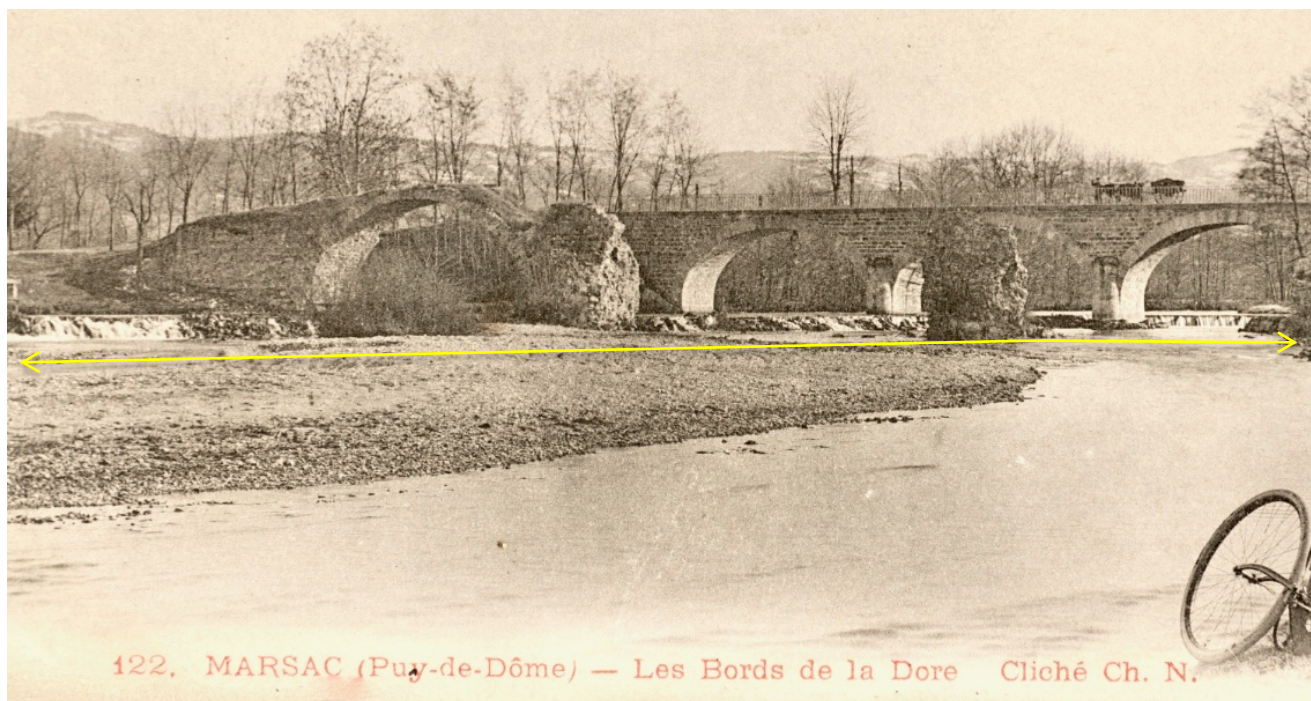


Illustration 7: Photographies anciennes de l'ouvrage (non datées (haut) et années 50 (bas))
Source : <https://marsacenvivadois.files.wordpress.com/2020/05/mara026.jpeg>, IDC structure



Illustration 8: Illustration du niveau de dégradation important de l'ouvrage
Source : CESAME

Éléments structurants dans le cadre du projet

L'ouvrage est dans un état de délabrement avancé. Aucun usage direct n'y est plus associé.

2.2. Contraintes au droit de la zone de travaux

2.2.1. Infrastructures / Usages limitrophes

- Infrastructures inventoriées

Les usages/infrastructures limitrophes à considérer dans le projet d'aménagement sont les suivants :

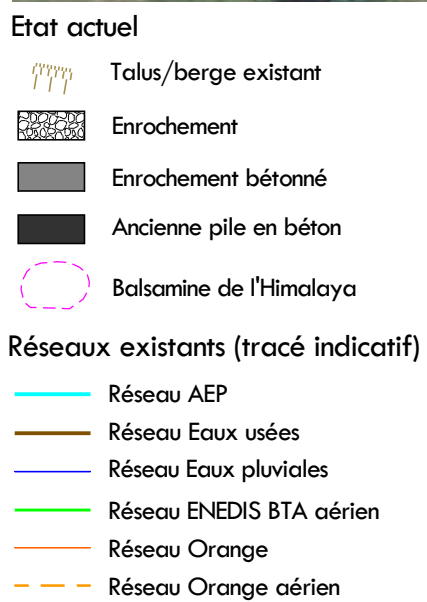
- Bâtiments/Infrastructures :

- Le pont de la RD252 traversant la Dore dont les piles sont positionnées « à cheval », de part et d'autre de la crête du seuil ;
- Une habitation en rive gauche \approx 60 m en amont de la RD252 ;
- Un camping en rive gauche en aval du pont ;
- Enrochement / mur en rive gauche limitant le contournement du seuil (photo de droite) ;
- Des remblais (pylones) / blocs déversés en rive droite 70 m en amont du pont afin de stabiliser la berge en extérieur de méandre sur \approx 80 m de long (cf. photo ci-dessous à gauche) ;
- Les vestiges d'un ancien pont (2 piles et 2 culées en pierres maçonnées (cf. photo ci-dessous) 30m en aval de la RD252 et dont la pile rive droite sépare le seuil en deux.



- Cheminement / franchissement du cours d'eau :

- Une route communale passant sous l'arche rive gauche du pont et longeant la Dore sur environ 120 m permettant l'accès à l'habitation et aux parcelles en amont du pont ;
- Une route communale traversant la Dore via une passerelle piétonne 190 m en aval du pont et rejoignant la RD269 en rive droite ;
- Le talus de la RD269 en rive droite entre le seuil et le pont de la RD252.



- Prélèvements et rejets :

- Un rejet d'eau pluviale en rive droite en amont immédiat du pont ;
- Un point d'abreuvement du bétail au sein de la retenue ≈ 80 m en amont du pont de la RD252 ;
- Le bief en rive droite d'une longueur totale d'environ 300 m.

- Réseaux à proximité de l'ouvrage :

- Réseau humide sous-fluvial : **un réseau AEP 2 \varnothing 125 mm fonte traversant la Dore une dizaine de mètres en amont du pont ;**
- Réseau humide enterré : un réseau eaux usées gravitaire en rive gauche sous la chaussée communale ;
- Réseaux secs : un réseau BT aérien et un réseau télécom traversant la Dore via le pont de la RD252.

• Cas particulier du pont de la RD252

Le pont de la RD252 est un ouvrage en pierres avec 3 arches et 2 piles. **Les piles rive droite et rive gauche sont situées respectivement en amont et aval du seuil (cf. page 6 et suivantes).**

Le Département du Puy-de-Dôme gestionnaire de l'ouvrage suspectait que les piles soient montées sur pieux bois. Il s'agit d'une sensibilité forte car ce type de fondation supporte mal l'exondation qui engendre un pourrissement des bois pouvant conduire à des ruptures. Ce cas de figure serait particulièrement défavorable car l'état de dégradation avancé de l'ouvrage expose le pont de la RD252 à un abaissement rapide des niveaux en cas de rupture suite à une crue.

Les éléments transmis dans le cadre du DCE laissaient entendre que la fondation des piles du Pont était profonde mais que les piles avaient fait l'objet de reprise en sous-œuvre en 1977 (cf. annexe).

Un sondage de reconnaissance de la fondation a été réalisé à la pelle mécanique au niveau de la pile rive gauche du seuil le 20/09/2022 sous la direction d'IDC-structure. Le cahier des charges et le compte-rendu sont présentés en annexes.

Le sondage n'a pas mis en évidence la présence de pieux bois.

En revanche, il s'avère que le dispositif anti-affouillement en béton (flèche rouge photo de droite) mesure ≈ 80 cm de hauteur (cote basse 536,39 NGF). En dessous, la pile présente une structure maçonnée qui se retrouverait soumise à affouillement en cas de disparition du seuil (cote moyenne du profil d'équilibre attendue au niveau des piles $\approx 536,00$ NGF).



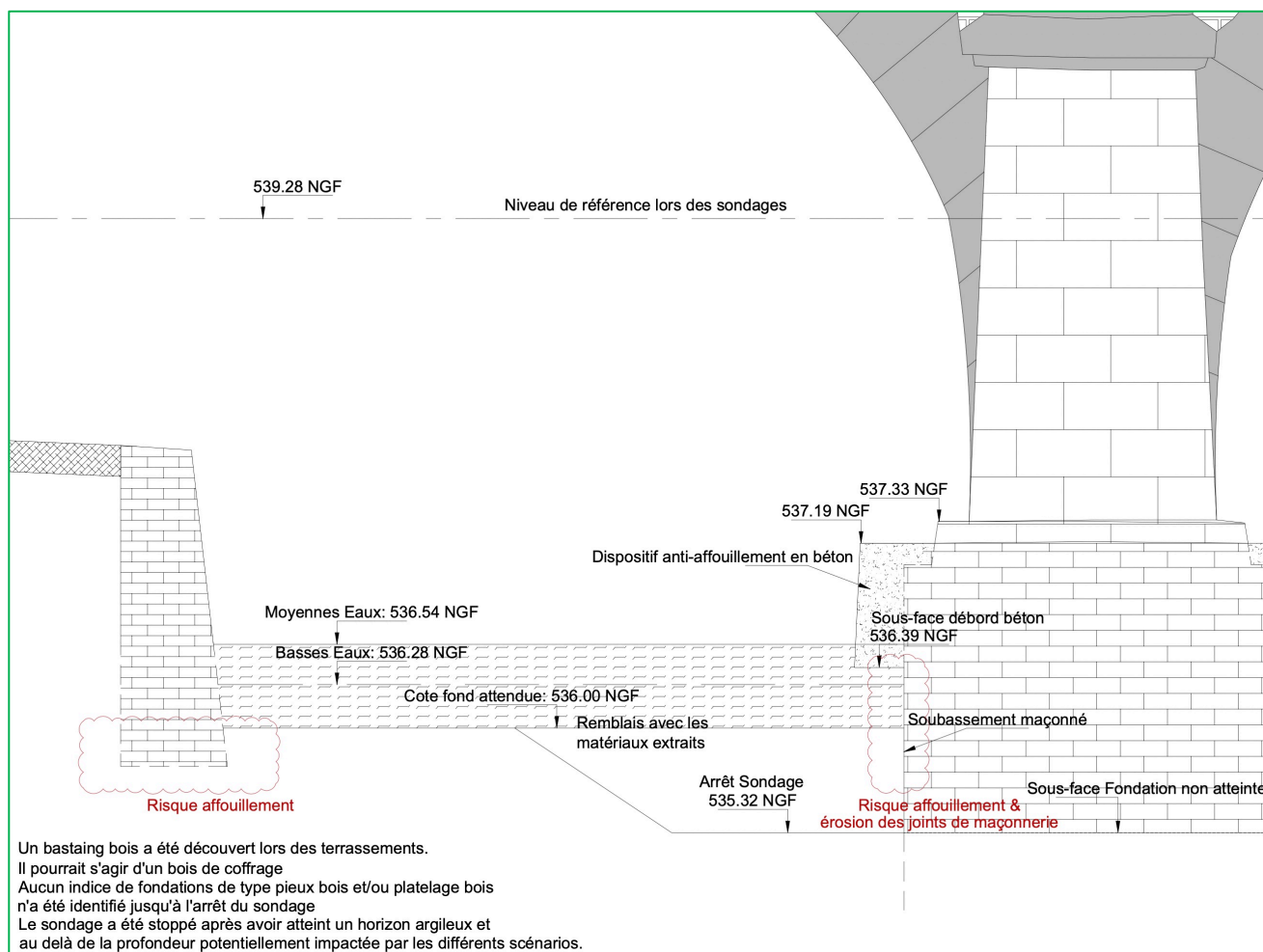


Illustration 10: Coupe de restitution du sondage de reconnaissance de fondation réalisé
Source : IDC structure

Éléments structurants dans le cadre du projet

Aucun pieux ni platelage bois n'a été observé jusqu'à la cote 535,32 NGF. Les dispositifs anti-affouillement actuels ne permettraient pas de protéger la base des fondations si le seuil venait à disparaître suite à une crue.

• Passage de canalisation en amont

Deux canalisations AEP fonte $\varnothing 125$ mm (une en fonctionnement et une attente) sont positionnées environ 10 m en amont du pont de la RD252. Une détection du réseau a été réalisée par la commune. Les 3 mesures réalisées au niveau du lit sont cohérentes et indiquent une cote de génératrice supérieur à - 1,40 m soit une implantation approximative à $\approx 535,20$ m NGF.

Éléments structurants dans le cadre du projet

Un réseau AEP passe en amont du Pont à la cote $\approx 535,20$ NGF.

2.2.2. Accès au site et foncier

Le site est facilement accessible par la rive droite en aval du pont et la rive gauche via la voirie communale. La parcelle AC0001 est une parcelle cadastrée qui nécessitera l'autorisation du propriétaire s'il s'avérait nécessaire d'implanter une base vie et des aires de stockage.

2.2.3. Végétation rivulaire

Hormis en rive droite au niveau du bief et en amont immédiat du pont, la ripisylve est peu contraignante du point de vue des accès (corridors discontinus et étroits). Une intervention sur l'ouvrage nécessitera cependant un traitement de la végétation qui s'y est implantée.



Illustration 11: Vue du seuil et du pont depuis l'aval
Source : CESAME 2021

La Balsamine de l'Himalaya est présente sur site. Une dizaine de foyers ont été recensés, allant de quelques mètres carrés à 50 m² (cf. carte usages infra).



Illustration 12: Foyer de Balsamine autour de la pile rive gauche du pont de la RD252
Source : CESAME 2021

Éléments structurants dans le cadre du projet

Les accès sont peu contraignants sous réserve d'obtenir les autorisations nécessaires des propriétaires et de la commune. Les travaux sur le seuil nécessiteront des abattages localisés.

Une attention particulière devra être portée sur la Balsamine de l'Himalaya dans le cadre des travaux.

2.2.4. Risque inondation

La commune de Marsac-en-Livradois est intégrée dans le Plan de Prévention des Risques Inondation (PPRI) de la Dore amont prescrit par arrêté préfectoral du 31 décembre 2003. Ce PPRI concerne les 6 communes de Dore l'Eglise, Arlanc, Marsac en Livradois, Beurrières, St-Ferréol des Côtes et Ambert.

Une première étude concernant ce risque a été produite en 1999 par le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées.

La carte ci-dessous présente les résultats du risque inondation au niveau de Marsac en Livradois.

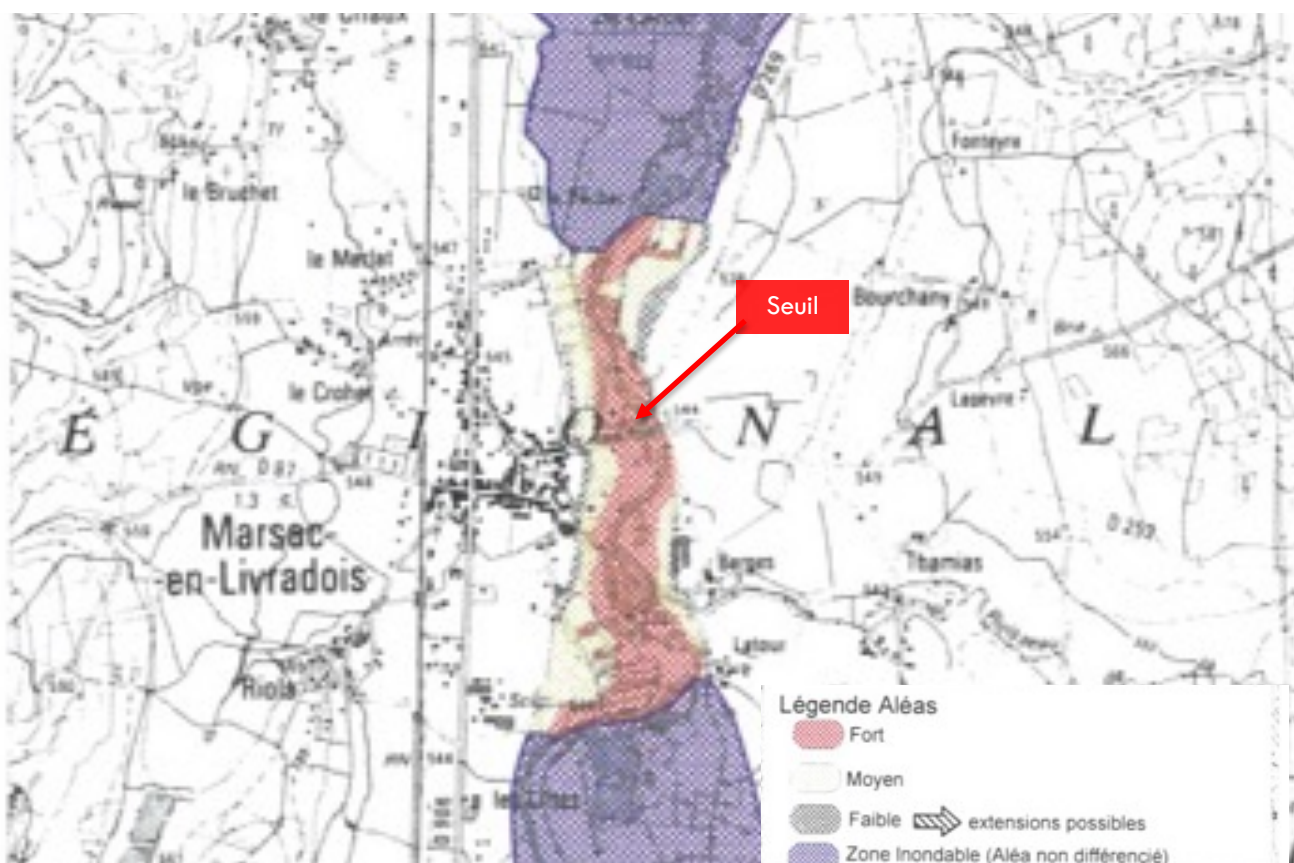


Illustration 13: Carte d'Aléa inondation au niveau de la zone d'étude
Source : LRPC 1999



2.3. Contexte environnemental au droit du site

2.3.1. Contexte hydrologique

• Débits moyens et débits d'étiage

Données disponibles

3 stations hydrométriques sont situées à proximité de la zone d'étude :

- La Dore à Ambert (K2851910) suivie depuis 1996 ;
- La Dore à Dore l'Église (K2821910) suivie depuis 1991 ;
- La Dolore à Saint Bonnet le Chastel (K2834010) suivie depuis 1965.

Débits caractéristiques : QMNA5 et MODULE

Station	Code	Surface BV (km ²)	Période suivie	Débit (m ³ /s)		Débit spécifique (l/s/km ²)	
				Module	Qmna5*	Module	Qmna5
La Dore à Ambert	K2851910	494	1996 - 2022	4,77	0,37	9,7	0,7
La Dore à Dore l'Église	K2821910	105	1991 - 2022	1,04	0,10	9,9	0,9
La Dolore à St Bonnet le Chastel	K2834010	70	1965 - 2022	1,13	0,15	16,1	2,1

* : QMNA5 : débit de référence d'étiage quinquennal sec

Sont également disponibles :

- L'étude d'aide à la décision pour le rétablissement de la continuité écologique sur la Dore réalisée par AJ environnement en 2016 ;
- L'étude hydromorphologique de la plaine alluviale d'Ambert-Arlanc réalisée par Ginger Burgeap en 2017.

Analyse de l'évolution des débits moyens et d'étiage sur le secteur

Il est demandé au CCTP une analyse permettant d'actualiser les débits caractéristiques au droit du site suite à l'observation d'années hydrologiques avec des étiages perçus comme de plus en plus sévères. Cette analyse est conduite sur la station d'Ambert (proche du site d'étude) et pour mémoire sur la Dolore plus représentative des zones de tête de bassin versant et suivie sur un pas de temps plus long :

Station	Code	Surface BV (km ²)	Altitude (m)	Débit (m ³ /s)		Débit spécifique (l/s/km ²)	
				Module	Q50%	Module	Q50%
La Dore à Ambert - 1996 et 2022	K2851910	494	520	4,77	2,93	9,7	5,9
La Dore à Ambert - 2012 et 2022				4,91	2,95	9,9	6,0
Evolution % :				3%	1%		
La Dolore à St Bonnet le Chastel - 1965 et 2022	K2834010	70	800	1,13	0,82	16,1	11,6
La Dolore à St Bonnet le Chastel - 2012 et 2022				1,06	0,71	15,1	10,2
Evolution % :				-6%	-12%		

Tableau 1 : Calcul du débit moyen et médian sur l'ensemble des données disponibles et sur les 10 dernières années
Source : CESAME 2022 depuis HydroPortail

La comparaison entre les débits moyens et médians calculés sur l'ensemble des données disponibles et ceux calculés sur les 10 dernières années ne montre pas d'évolution significative sur la station de la Dore. Les chroniques de débits débutent cependant seulement en 1996. En revanche, une **baisse de 12% du Q50%** est enregistré sur la Dolore suivie depuis 1965.



Station	Débit (m ³ /s)			Débit spécifique (l/s/km ²)			QMNA5 en % du module
	QMNA5	QMNA2	VCN10-5	QMNA5	QMNA2	VCN10-5	
La Dore à Ambert - 1996 et 2022	0,37	0,75	0,19	0,74	1,52	0,38	7,7
La Dore à Ambert - 2012 et 2022	0,35	0,66	0,19	0,71	1,33	0,38	7,1
Evolution % :	-4%	-12%	1%				
La Dolore à St Bonnet le Chastel - 1965 et 2022	0,15	0,27	0,07	2,09	3,87	0,96	12,9
La Dolore à St Bonnet le Chastel - 2012 et 2022	0,10	0,23	0,06	1,49	3,23	0,86	9,8
Evolution % :	-29%	-17%	-10%				

* : QMNA5 : débit de référence d'étiage quinquennal sec

* : QMNA2 : débit de référence d'étiage biennal sec

* : VCN10-5 : débit minimal d'étiage quinquennale sèche calculé sur 10 jours consécutifs

Tableau 2 : Calcul des débits d'étiage sur l'ensemble des données disponibles et sur les 10 dernières années

Source : CESAME 2022 depuis HydroPortail

Les diminutions concernant les débits caractéristiques d'étiage sont plus significatives que pour les débits moyens et médians avec des écarts qui augmentent lorsque la durée de suivi est plus importante. On pourra noter une baisse de 29% de la valeur du QMNA5 sur la station de la Dolore si l'on réalise l'analyse sur les 10 dernières années.

Cette analyse en première approche (pas d'évaluation des incertitudes et du caractère significatif des écarts via l'application de lois statistiques sur les échantillons de données) montre effectivement une tendance à la baisse des débits médians et d'étiage sur les dernières années.

Les évolutions sont cependant faibles au niveau de la station de la Dore à Ambert qui est suivie depuis moins longtemps. Les données issues de cette station peuvent donc être considérées comme représentatives des débits actuels au droit du site d'étude.

Estimation des débits caractéristiques au droit du site

Au niveau du seuil de l'ancienne soierie, la Dore draine un bassin versant de 409 km².

Les débits sont estimés à partir des données de la station d'Ambert (cf. ci-dessus) via la formule de Myer (valeur θ communément retrouvée dans la littérature de 1 pour le module et 1,2 pour les basses eaux) :

$$Q_{\text{Marsac}} = Q_{\text{station}} \times \left(\frac{S_{\text{Marsac}}}{S_{\text{station}}} \right)^{\theta}$$

Débit (m ³ /s)		Débit spécifique (l/s/km ²)	
Module	Qmna5	Module	Qmna5
3,95	0,29	9,7	0,7

Tableau 3 : Calcul du module et du QMNA5 au droit du site d'étude

Source : CESAME 2022 depuis HydroPortail



• Débits de crue

Données disponibles au droit du site

	S_{BV} (km ²)	Débit de crue (m ³ /s)						
		QIX2	QIX5	QIX10	QIX20	QIX30	QIX50	QIX100
Burgeap Ginger*	409	44	61	75	-	-	-	195
LRPC*	422	-	-	80	-	-	-	185
AJ Environnement*	385	-	-	58	66	-	88	106
La Dore à Ambert	494	44	65	79	92	-	-	-
La Dore à Saint-Gervais-sous-Meymont	800	71	102	123	142	-	168	-

Burgeap Ginger* : Étude hydromorphologique de la plaine alluviale d'Ambert-Arlanc 2017

LRPC* : Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Clermont-Ferrand 1999

AJ Environnement* : Étude d'aide à la décision pour le rétablissement de la continuité écologique sur la Dore 2016

Estimation des débits de crue au droit du site

En complément des données disponibles, les débits de crue ont été reconstitués au droit du site via la formule de Myer depuis les stations d'Ambert et Saint-Gervais-sous-Meymont (valeur ∂ retenue est de 0,8 ; valeur communément retrouvée dans la littérature pour les crues) :

	S_{BV} (km ²)	Débit de crue (m ³ /s)						
		QIX2	QIX5	QIX10	QIX20	QIX30	QIX50	QIX100
Myer depuis la station d'Ambert (494km ²)	409	38	56	68	79	-	-	-
Myer depuis Saint-Gervais (800km ²)	409	42	60	72	83	-	140 ¹	178 ²

¹ : La valeur du Q50 à St Gervais-sous-Meymont donnée par la banque hydro (168 m³/s) n'a pas été retenue du fait de l'existence d'un pivot (rupture de pente) à partir de la Q20 sur l'alignement des débits sur une loi de Gumbel (voir courbe en annexe). La valeur retenue est de 240 m³/s.

² : La valeur de Q100 considérée à cette station par la même méthode est de 305 m³/s.

- Q2 : la valeur donnée par Burgeap est un peu forte car le débit est égal à celui de la station à Ambert alors que la surface du bassin versant est 17% plus grande. La valeur retenue est la moyenne des débits reconstitués via la formule de Myer → **Q2 retenu 40 m³/s** ;
- Q5 : le débit est estimé via un alignement sur une loi de Gumbel des valeurs de Q2 et Q10 retenues. Le résultat est cohérent avec la valeur déterminée par Burgeap et celle issue de la formule de Myer depuis la station de Saint-Gervais-sous-Meymont dont la période de suivi est importante → **Q5 retenu 60 m³/s** ;
- Q10 : la valeur retenue est celle de Burgeap car elle est bien alignée sur la courbe de corrélation entre les débits de crue existants et la superficie des bassins versants (voir annexe hydraulique) → **Q10 retenu 75 m³/s** ;
- Q20 : la valeur retenue est celle donnée par la formule de Myer depuis la station de Saint-Gervais-sous-Meymont (pas de possibilité d'alignement sur une loi de Gumbel entre la valeur de Q10 et Q100 retenu du fait de l'existence d'un pivot « changement de pente » de la courbe des débits de crue – voir annexe hydraulique) → **Q20 retenu 83 m³/s** ;
- Q30 : alignement sur une loi de Gumbel considérant les Q20 et Q100 retenus → **Q30 retenu 109 m³/s** ;
- Q50 : alignement sur une loi de Gumbel considérant les Q20 et Q100 retenus → **Q50 retenu 141 m³/s** ;
- Q100 : La valeur donnée par Myer depuis la station de Saint-Gervais-sous-Meymont est cohérente avec celle donnée par LRPC → **Q100 retenu 185 m³/s**.



	S _{BV} (km ²)	Débit de crue (m ³ /s)						
		QIX2	QIX5	QIX10	QIX20	QIX30	QIX50	QIX100
La Dore au droit du site d'étude	409	40	60	75	83	109	141	185

Tableau 4 : Évaluation des débits de crue au droit du site d'étude
Source : CESAME 2022 depuis données bibliographiques et HydroPortail

2.3.2. Population piscicole – Espèces cibles pour le rétablissement de la continuité écologique

Les données de pêche localisées (FDPPMA 63) font état d'un peuplement riche et diversifié :

Dore	Stade de foot Marsac	17/10/2016	TRF_CHA_LPP_VAI_LOF_SAT_PES_GOU_PCH_SPI_GAR_CHE_BAF_PFL	11.9	BON
Dore	Amont pont RD 252	01/07/2020	TRF_CHE_GOU_GAR_VAI_LPP_PCH_PER_PES_SPI_PSR_CHA_LOF	16.62	MEDIOCRE

Tableau 5 : Population piscicole connue en amont et aval du seuil et score de l'IPR
Source : FDPPMA63

En aval de la RD252 (stade de foot de Marsac), le peuplement est plus diversifié que le référentiel avec des espèces caractéristiques de niveaux typologiques supérieurs (Barbeau, Spirlin) mais aussi d'espèces provenant d'étangs (poisson chat, gardon et perche soleil). Malgré ce décalage, l'IPR pourtant fortement pénalisé par la présence de ces espèces, reste bon ce qui démontre bien la qualité générale de la station. L'IPR est en revanche médiocre en amont de la RD252.

L'arrêté du Préfet de bassin du 10 juillet 2012 fixe les espèces piscicoles concernées par l'obligation de la restauration de la continuité écologique : l'Anguille, le Saumon Atlantique, la Lamproie marine et les espèces holobiotiques. La liste de espèces peut être adaptée localement après échanges avec les services de l'État.

A ce stade d'étude, en complément des espèces amphihalines ciblées par l'arrêté, les espèces holobiotiques proposées sont les truites fario et la Lamproie de Planer.

2.3.3. Contexte éco-morphologique global

Depuis étude hydromorphologique de la Plaine d'Ambert – Burgeap 2017

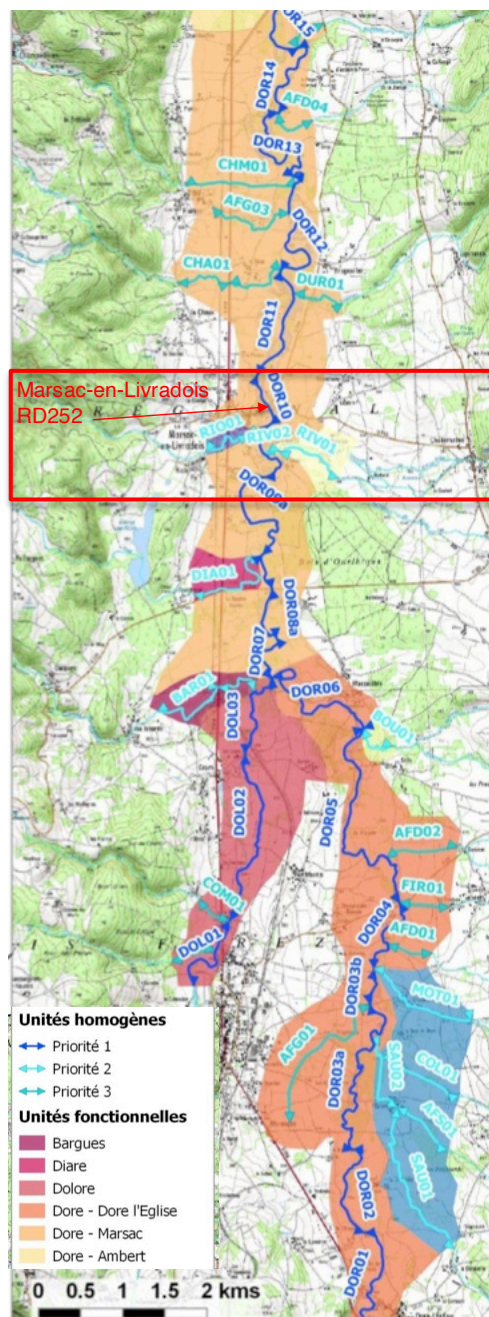
La zone d'étude se situe dans la plaine du Livradois, plaine alluviale issue d'un bassin d'effondrement entre les massifs granitiques du Livradois et du Forez.

Le seuil de l'ancienne soierie est situé à l'interface entre 2 unités fonctionnelles au fonctionnement hydromorphologique différents (cf. illustration de droite) :

- Secteur de Dore l'Eglise (amont Dolore) ;
- Secteur Marsac (aval Dolore).

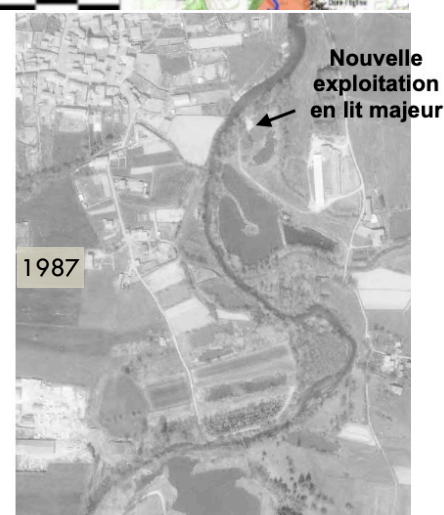
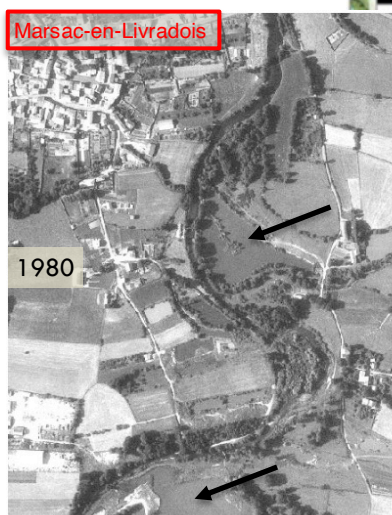
En amont de la Dolore, le tracé a conservé son caractère sinueux, les opérations de rectification et de curage n'ayant été que locales. La Dore est un cours d'eau avec de bonnes capacités d'ajustement générant des érosions de berges qui constituent la principale source sédimentaire et apportent des matériaux grossiers (galets) contenus dans les terrains avoisinants. Hormis quelques altérations localisées en lien avec des aménagements / travaux hydrauliques ponctuels, la qualité des habitats est globalement bonne.

En aval de la Dolore (secteur Dore-Marsac), les capacités de charriage, et puissances spécifiques sont plus faibles. De nombreuses érosions de berges sont recensées, notamment dans l'extrados des méandres, et constituent les principales sources sédimentaires de la Dore. Des traces d'incision sont visibles, notamment entre l'amont du pont de la RD205 et le pont de la RD252 (de l'ordre de 0,3-0,5 m), associées à un tri granulométrique et un substrat de fond relativement colmaté. La qualité des habitats aquatiques de la Dore est assez bonne en amont de Marsac-en-Livradois puis se détériore. Ce tronçon a fait l'objet des travaux significatifs de rectification et de recalibrage en lien avec **l'exploitation de gravières** en lit majeur qui ont conduit à une réduction de la bande active du cours d'eau et une fixation de l'emprise du lit mineur



Éléments structurant pour le projet

L'ouvrage est situé sur la partie amont d'un tronçon ayant fait l'objet d'aménagements lourds (extraction...) pénalisant habitats et équilibre hydro-sédimentaire. La **restauration locale des habitats et du transit sédimentaire depuis l'amont** sont donc des enjeux sectoriels forts.



2.4. Diagnostic hydraulique

2.4.1. Définition des lois hauteur/débit

• Investigations réalisées

Des sondes de suivi en continu des niveaux et des mesures ponctuelles de débits/ hauteurs ont été réalisées afin de préciser la loi hauteur/débit amont et aval du seuil :

Date	Débit mesuré (m ³ /s)	Débit mesuré (/ Module)	Heau Amt (NGF)	Heau Avl (NGF)	Chute (m)
10/09/2021	0,31	0,08	536,76	536,32	0,44
20/12/2021	3,32	0,8	537,08	536,48	0,6
09/03/2021	2,34	0,6	537,04	536,47	0,57
04/01/2022	10,6*	2,7	537,24	536,68	0,56

* Débit estimé à partir de la station d'Ambert

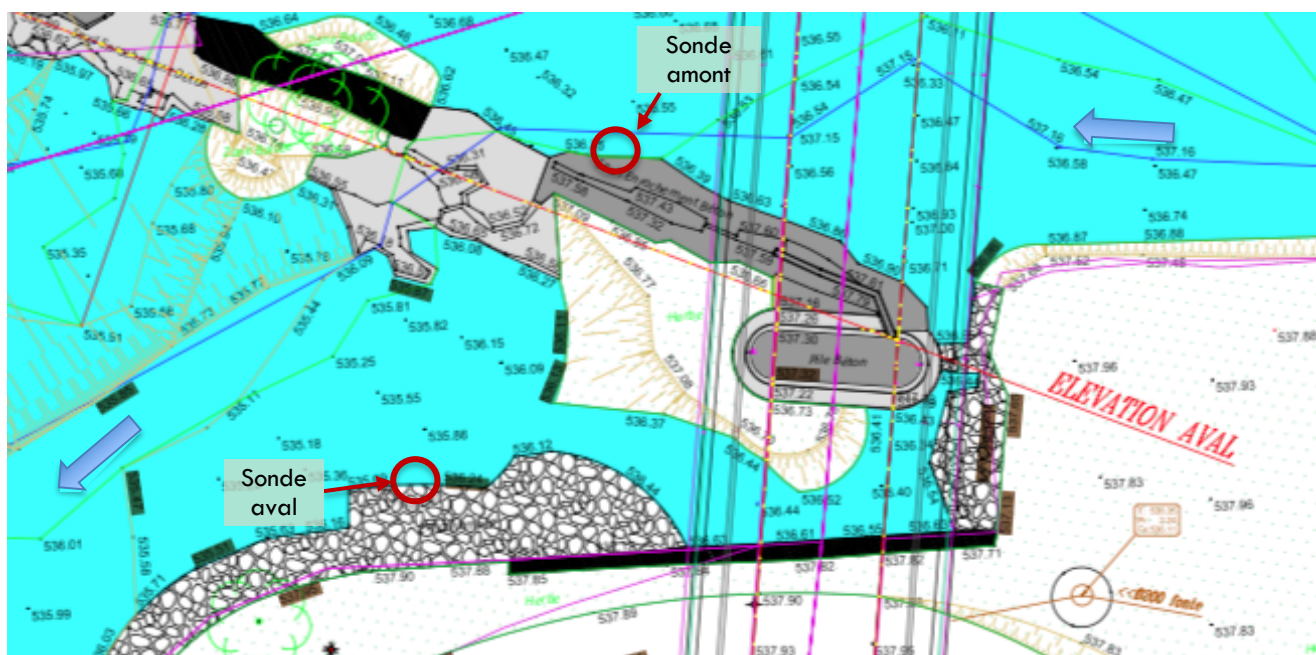


Illustration 15 : Localisation des sondes et présentation des mesures de terrain
Source : CESAME

Une mesure de débit a été réalisée dans le bief le 09/03/2021. Le débit dérivé était de 44 l/s. Lors de la campagne de septembre 2021, le bief était à sec.

Élaboration des courbes de tarage

Le graphe ci-dessous présente les niveaux d'eau et de chute en fonction du débit :

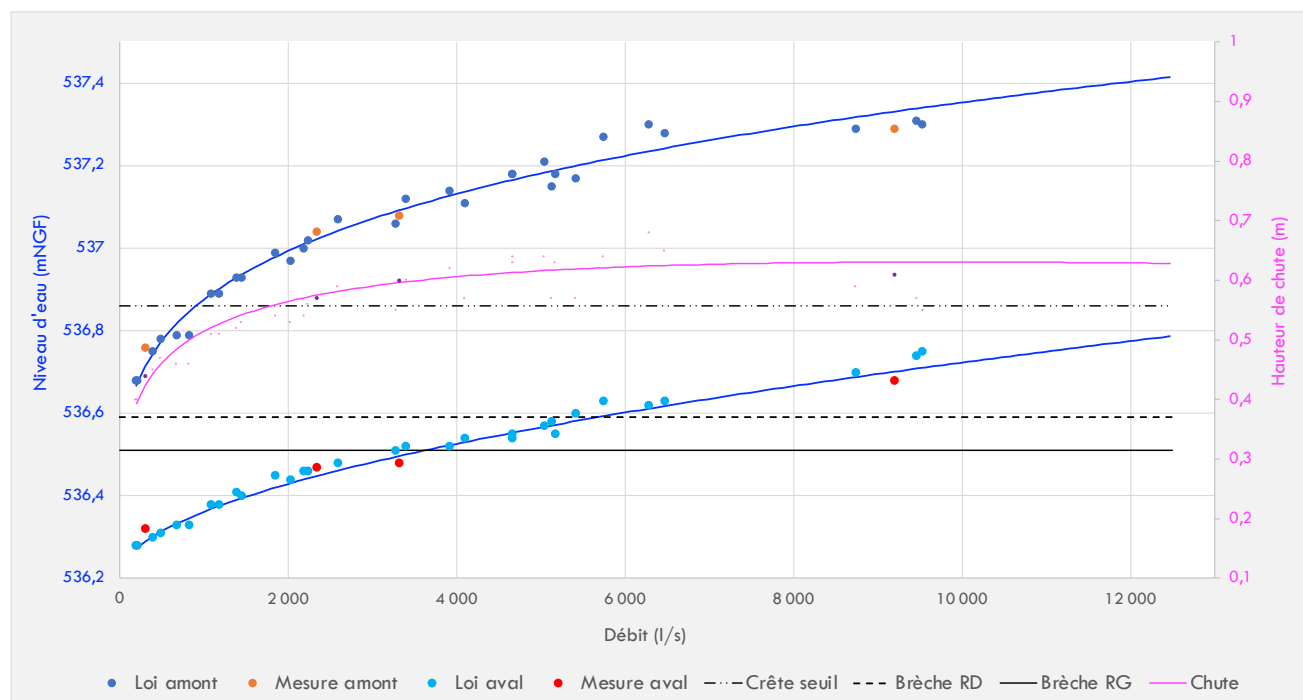


Illustration 16 : Courbe de tarage en amont et aval du seuil (mesures ponctuelles et sondes de niveaux)
Source : CESAME

Bilan pour les débits caractéristiques -QMNA5 → 3MODULE

	QMNA5	MODULE	2 MODULE	3 MODULE
Débit amont (m^3/s)	0,3	4,0	7,9	11,9
Niveau amont (NGF)	536,71	537,13	537,29	537,41
Niveau aval (NGF)	536,29	536,54	536,66	536,81
Chute à équiper (m)	0,42	0,59	0,63	0,6
Charge sur le radier de la première brèche (m)	$\approx 0,15$ <i>jet plongeant</i>	$\approx 0,60$ <i>jet plongeant</i>	$\approx 0,75$ <i>jet plongeant</i>	$\approx 0,85$ <i>jet plongeant</i>
Fosse d'appel (m)	0,50	0,70	0,90	1,00
Débit bief* (m^3/s)	0	0,16	0,55	1,1
% dérivé dans le bief	0	4	7	9

*Débit estimé par modélisation sous HEC-RAS après calage sur la mesure réalisée dans le bief

Tableau 6 : Fonctionnement de l'ouvrage partiteur pour les débits caractéristiques
Source : CESAME

2.4.2. Modélisation des lignes d'eau – état initial

Une modélisation 1D de la Dore au droit de l'ouvrage a été réalisée sous HEC RAS pour anticiper les répercussions des futurs aménagements sur les lignes d'eau. Le modèle a été calé à partir des mesures réalisées sur site.

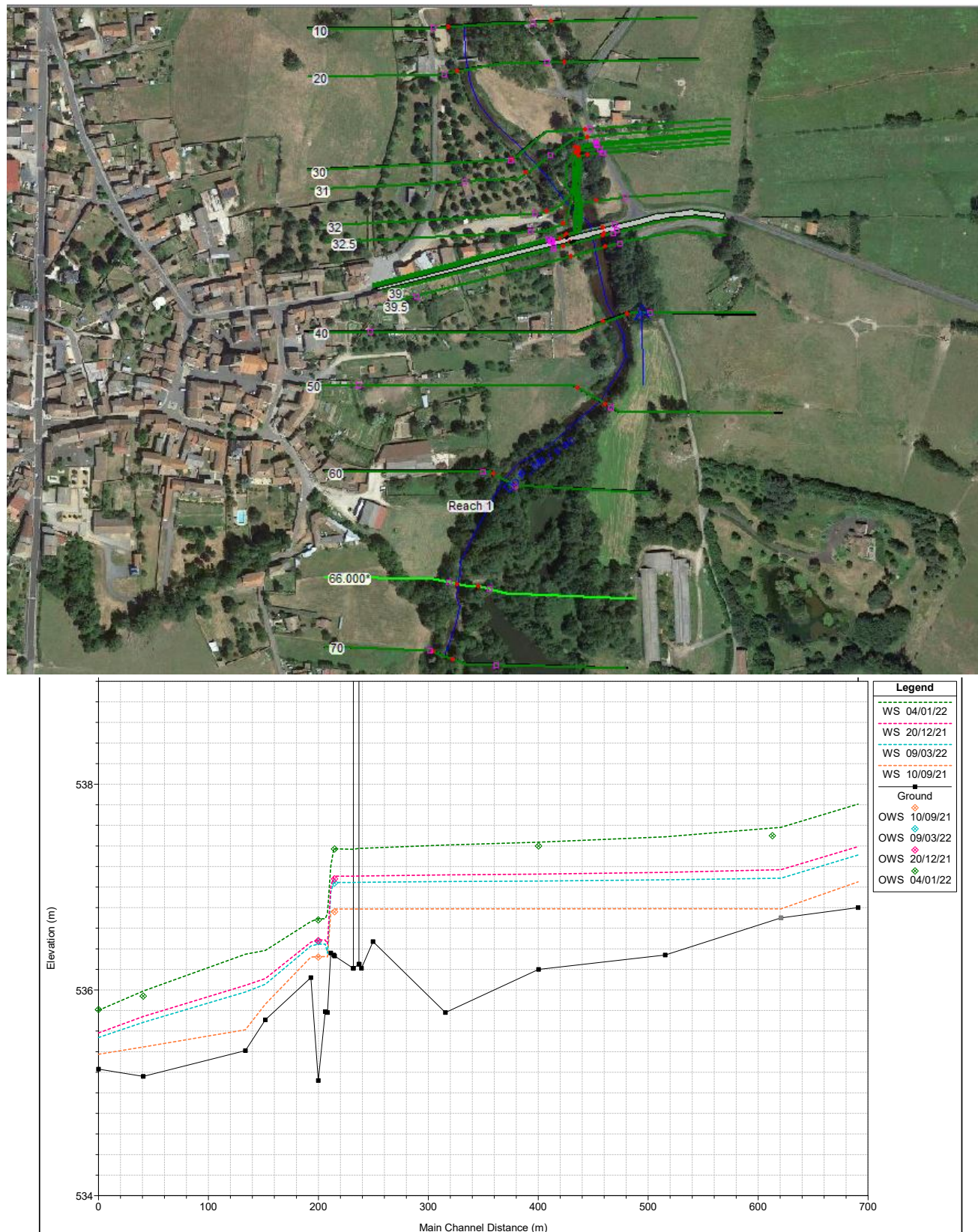
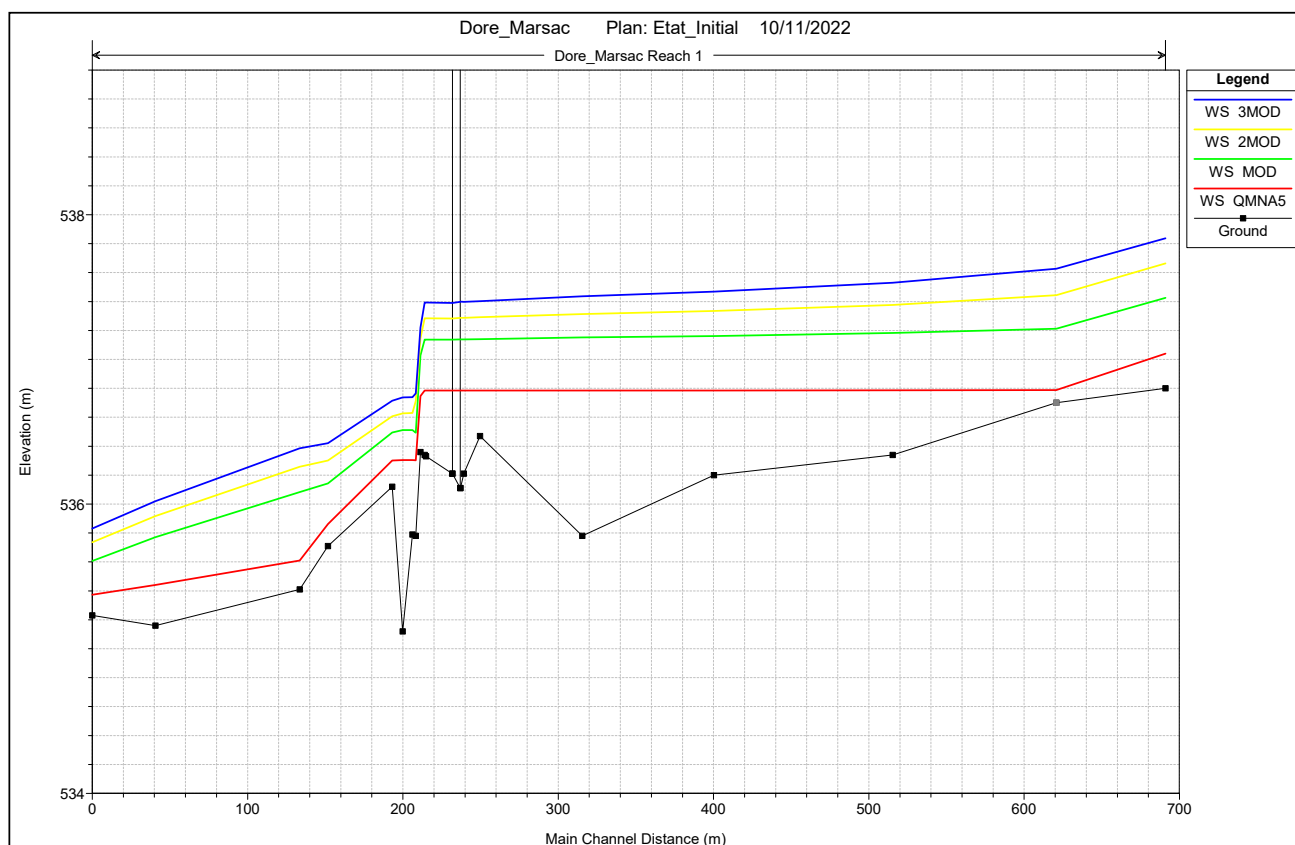


Illustration 17 : Profils modélisés et calage des lignes d'eau sur les mesures de terrain
Source : CESAME



Les graphiques suivants présentent les lignes d'eau caractéristiques en situation actuelle. On retiendra :

- La première brèche est ennoyée par l'aval pour un débit proche du module ;
- La capacité du lit en amont du pont avant les premiers débordements limitrophes est de l'ordre de la crue quinquennale ;
- La maison en amont rive gauche (profil n°40) est concernée par des inondations liées au débordement en rive gauche depuis le méandre en amont (profil n°50). La cote du parvis ($\approx 538,50$ NGF) est atteinte pour des crues ayant un temps de retour compris entre 20 et 30 ans.



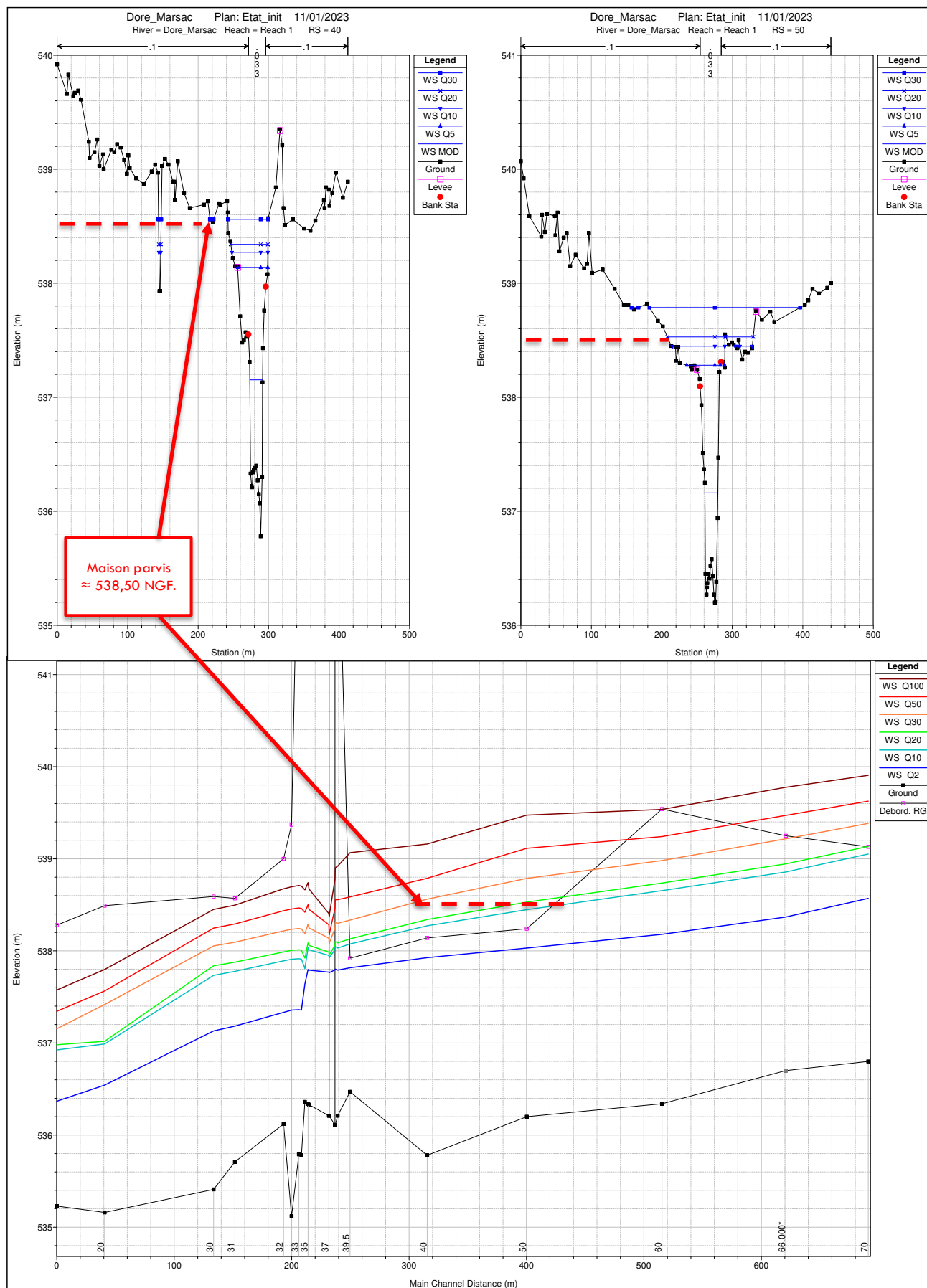


Illustration 18 : Profil en long des lignes d'eau (ci-dessus et page suivante)
Source : CESAME

2.5. Incidence de l'ouvrage

2.5.1. Morphologie du lit et habitat

L'ouvrage génère un remous hydraulique important d'environ 450 m de long en étiage. Ce remous entraîne un colmatage des fonds, et la disparition des alternances dynamiques de faciès d'écoulement naturellement rencontrées sur les cours d'eau salmonicoles et à la présence de berge basse / bancs exondés en basses eaux favorable à l'implantation de la végétation pionnière.

La qualité globale des habitats aquatiques au niveau de la retenue est d'ailleurs expertisée comme mauvaise (méthode CSP, Burgeap 2017) du fait d'une faible diversité des écoulements/substrats, d'un colmatage important (test Archambault Burgeap 2017) et d'une faible connectivité latérale / densité d'habitat en berge.

Le profil en long actualisé dans le cadre de l'étude (voir page suivante) met en évidence la présence de radiers/points hauts enoyés sous la cote retenue.

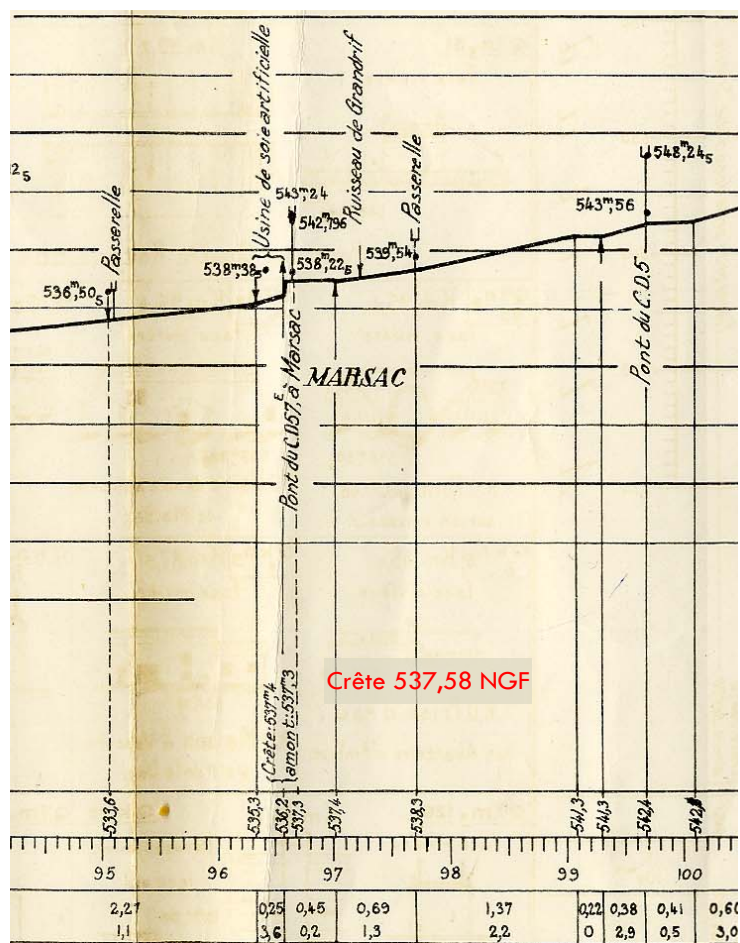


Illustration 19 : Facies lentique homogène de la retenue (gauche), écoulement et végétation diversifiée en amont (droite)
Source : CESAME

Ce remous hydraulique accentue les problématiques de réchauffement des eaux, d'oxygénation ou de développement algal en période estivale.

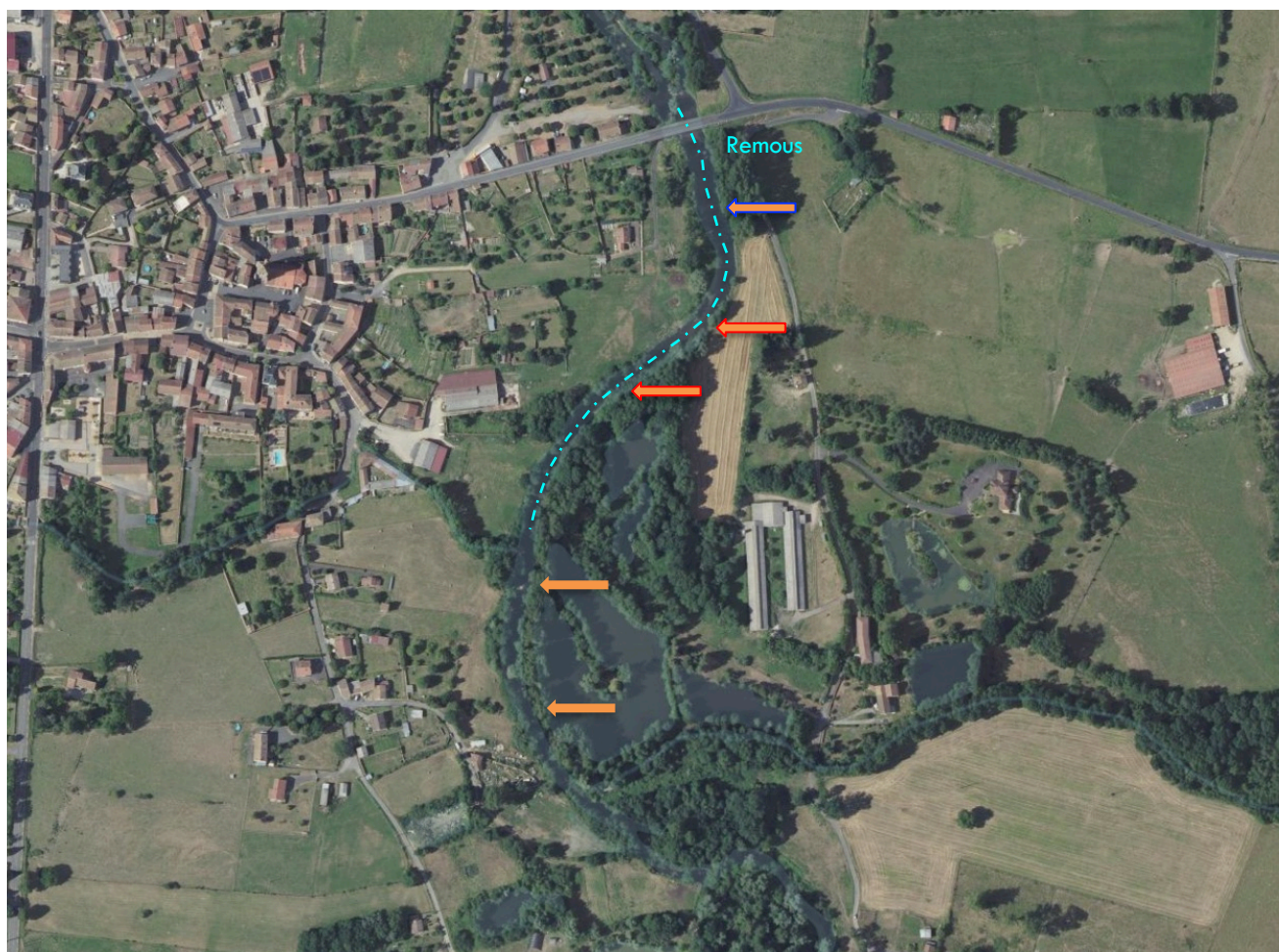
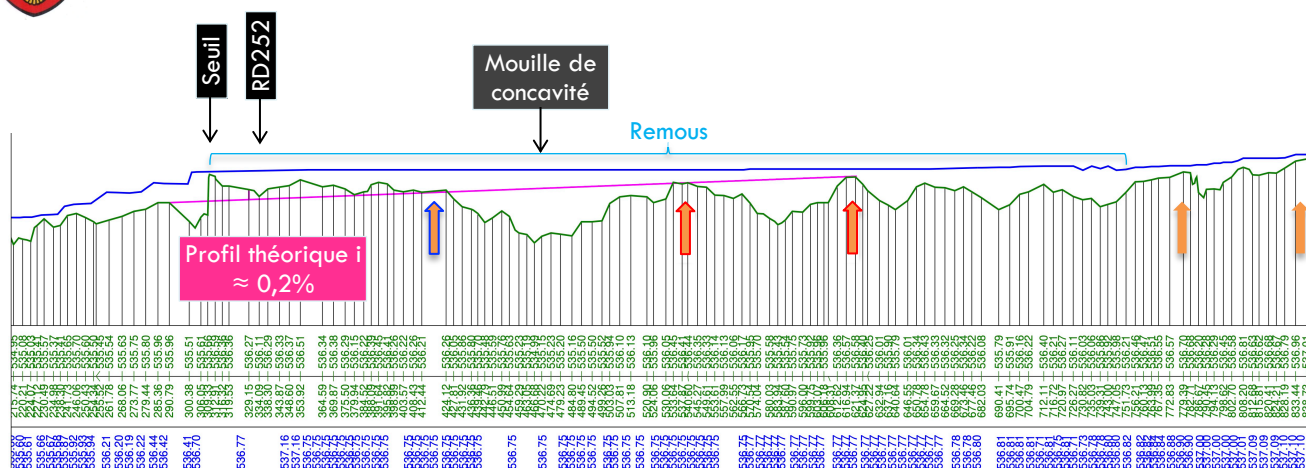


Illustration 20 : Profil en long du fond de la Dore
Source : CESAME

2.5.2. Continuité sédimentaire

L'ouvrage a été expertisé comme à l'origine d'un blocage partiel du transit sédimentaire dans le cadre de l'étude hydromorphologique de la plaine d'Ambert conduite par Burgeap en 2017. L'effet « point dur » lié à la crête du seuil et la perte de compétence du cours d'eau au niveau de la retenue ne permet que le transit des sédiments les plus fins. L'analyse granulométrique réalisée par Burgeap en aval du seuil (Dor10.Ga) est d'ailleurs celle qui présente les diamètres les plus fins sur l'ensemble des analyses réalisées. A noter que l'ouvrage est situé en limite de 2 unités fonctionnelles aux capacités d'ajustement et de recharge sédimentaires inégale : le tronçon amont présente un fonctionnement plus favorable.



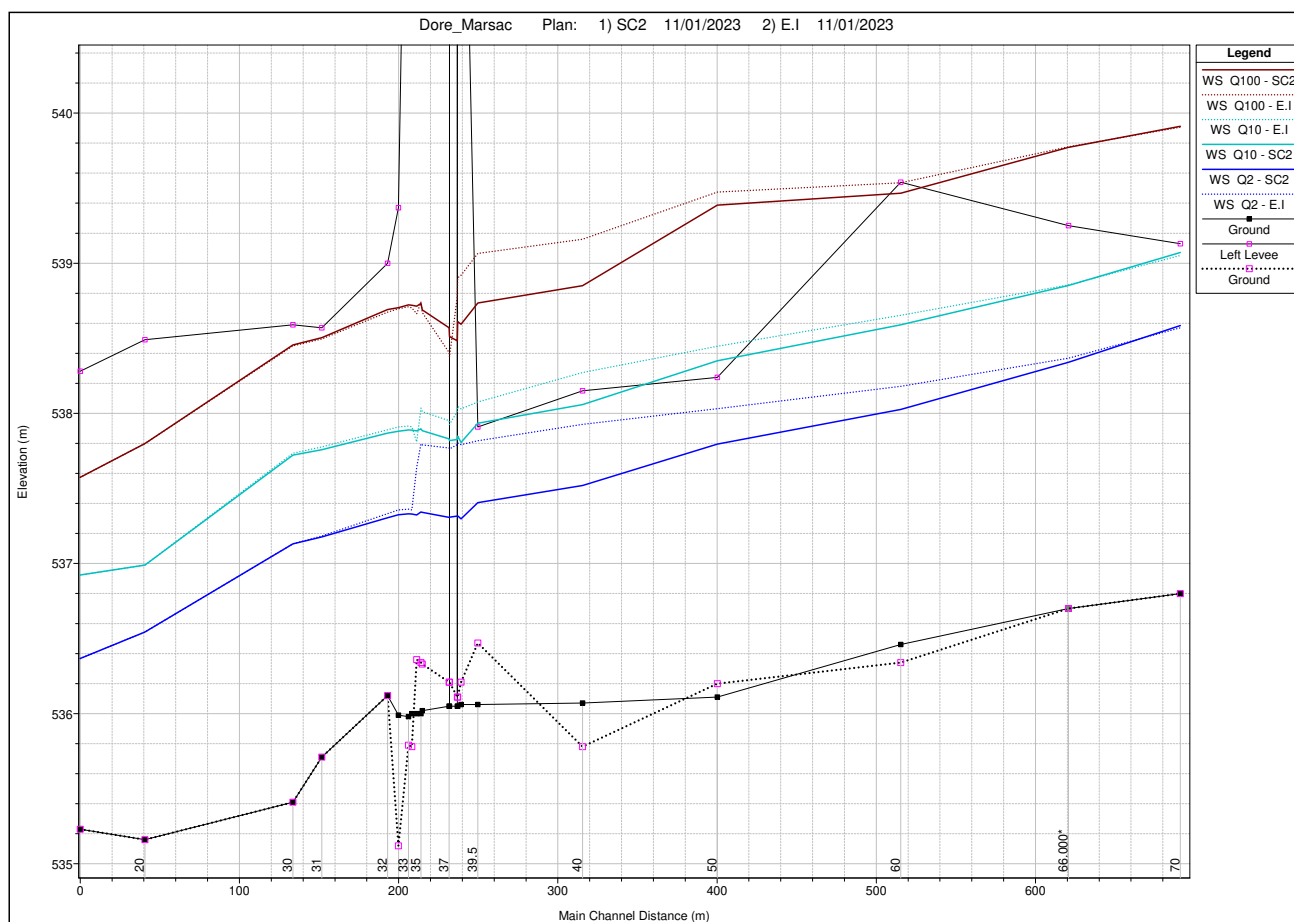
2.5.3. Continuité piscicole à la montaison

L'incidence de l'ouvrage sur les migrations piscicoles a été analysée via les critères du protocole ICE :

Esp. holobiotiques	Truite fario (15-30 cm)	Truite fario (25-55 cm)	Lamproie de Planer
Note	Classe ICE 0,33	Classe ICE 0,66	Classe ICE 0,33
Facteur(s) discriminant(s)	Chute > 0,5 m	Chute > 0,5 m	Chute, vitesse
Esp. amphialines	Saumon atlantique	Anguille commune	Lamproie marine
Note	Classe ICE 1	Classe ICE 1	Classe ICE 1
Facteur(s) discriminant(s)	Fosse d'appel suffisante / hauteur de chute	Config. hétérogène, reptation probable	-
Barrière franchissable à impact limité Classe ICE 1	Barrière partielle à impact significatif Classe ICE 0,66	Barrière partielle à impact majeur Classe ICE 0,33	Barrière totale Classe ICE 0

2.5.4. Lignes d'eau / Risque inondation

La Dore a été modélisée sans le seuil afin d'appréhender l'effet de celui-ci sur les lignes d'eau :



L'ouvrage a une incidence significative sur les lignes d'eau en amont : 0,6 m en régime moyen et entre 0,2 et 0,4 m en crue. Un scénario de suppression de l'ouvrage doit analyser le gain potentiel au niveau de la maison amont rive gauche.

3. PHASE 2 – AVANT PROJET (AVP)

3.1. Contexte réglementaire structurant

3.1.1. Statut juridique de l'installation

L'ouvrage est connu sous le nom de « prise d'eau de l'ancienne soierie » est un ancien seuil de prise alimentant un bief en rive droite. Ce canal acheminait les eaux dérivées vers le moulin de M. Mayoux ainsi que vers un étang.

L'ouvrage ainsi que le moulin ne sont pas cartographiés sur les documents anciens : carte de Cassini, carte d'État-Major et cadastre Napoléonien. Dans le cadre des échanges conduits en 2016 lors d'une étude préalable, il aurait été mentionné que le moulin serait antérieur à 1919 ce qui permettrait potentiellement la reconnaissance d'une antériorité. Le propriétaire n'a cependant produit aucun document permettant d'établir cette antériorité où une consistance légale. Présent en comité de pilotage (tenue en mairie le 23/03/2016), il a précisé n'avoir pas d'autre usage que l'arrosage de son jardin. L'étang ($\approx 3700 \text{ m}^2$) appartenait à M. Chantelauze et n'a jamais été déclaré. Cette irrégularité a conduit le propriétaire à faire supprimer sa prise d'eau sur le bief en octobre 2016. L'étang semble aujourd'hui comblé (voir photographie aérienne ci-dessous).

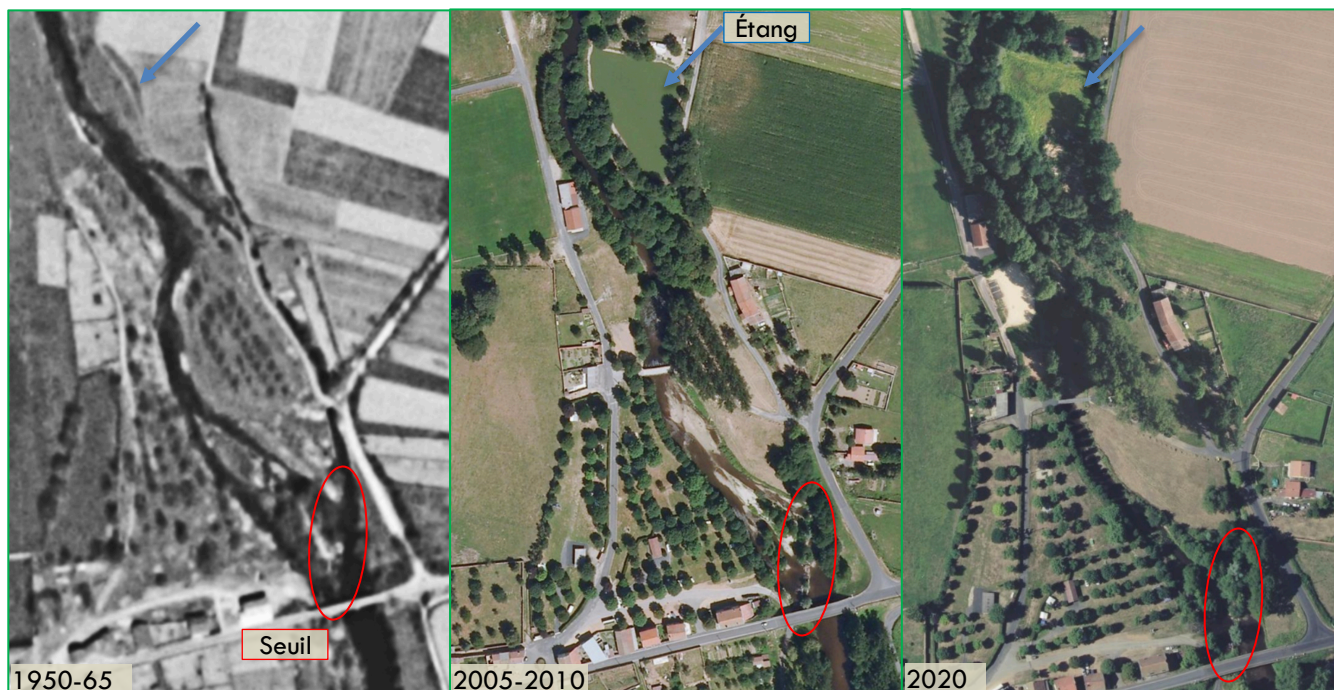


Illustration 21 : Photographies aériennes anciennes et actuelles
Source : CESAME

Au regard des documents portés à la connaissance du maître d'ouvrage et de l'administration (recontactée dans le cadre de l'étude) l'ouvrage n'a pas d'existence légale.

Au regard de l'état de l'ouvrage, il est possible que les services de l'État puissent prononcer la ruine de l'ouvrage et donc celle d'un éventuel droit d'eau



Dans un courrier à l'administration en date du 06/08/2016 remis en annexe, le propriétaire notifie sa décision de cessation définitive d'activité au niveau du bief et son renoncement à tout droit pouvant exister pour son ancien moulin. Il est souhaité que le seuil soit cédé à un tiers qui prendra en charge les frais liés à une mise en conformité. En cas d'absence de repreneur le propriétaire reste tenu de remettre le cours d'eau dans son état d'origine.

Le propriétaire a acté la renonciation à tout droit pouvant exister pour le moulin.

3.1.2. Article L.214-17 du code de l'environnement

La Dore est classée au titre des listes 1 et 2 de l'article L.214-17 du code de l'environnement par arrêté du Préfet de bassin du 10 juillet 2012.

- Le classement en liste 1 implique :

« (...) 1° Une liste de cours d'eau, (...) 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. (...) ».

- Le classement en liste 2 implique :

« (...) 2° Une liste de 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 des règles définies par l'autorité administrative, en concertation avec le propriétaire ou, à défaut, l'exploitant, sans que puisse être remis en cause son usage actuel ou potentiel, en particulier aux fins de production d'énergie. S'agissant plus particulièrement des moulins à eau, l'entretien, la gestion et l'équipement des ouvrages de retenue sont les seules modalités prévues pour l'accomplissement des obligations relatives au franchissement par les poissons migrateurs et au transport suffisant des sédiments, à l'exclusion de toute autre, notamment de celles portant sur la destruction de ces ouvrages. ».

La continuité écologique doit être restaurée au niveau de l'ouvrage.



3.2. Objectifs poursuivis et contraintes structurantes

Les objectifs poursuivis sont les suivants :

- Restaurer la continuité écologique et améliorer la redistribution des sédiments en aval du seuil ;
- Restaurer le profil en long naturel du cours d'eau ;
- Restaurer les habitats de pleine eau et rivulaire au niveau de la retenue ;
- Limiter l'aléa érosif au niveau des piles de la RD252 ;
- Améliorer la qualité de l'eau (thermie) ;

Les contraintes structurantes sont les suivantes :

- La non aggravation du risque inondation ;
- L'intégration du réseau AEP en amont du pont.

3.3. Solutions d'aménagement proposées

Au regard des objectifs poursuivis et des contraintes de site, 2 principes d'interventions sont suggérés :

- Principe 1, restauration de l'ouvrage avec maintien des niveaux d'eau actuels (scénario 1) ;
- Principe 2, dérasement total ou partiel du seuil impliquant une baisse des niveaux d'eau et donc un confortement de la base des piles du pont de la RD252 (scénarios 2 et 3).

In fine, l'analyse de l'incidence technico-économique des scénarios proposés sera mise en perspective d'une absence d'intervention.

3.3.1. SC1 : Réfection du seuil et aménagement d'une passe à poissons

- Réfection du seuil

Principe de conception

Compte tenu du niveau de dégradation actuel de l'ouvrage, une restauration de l'existant n'est pas envisageable. Les principes de conception d'un nouvel ouvrage ont été définis par IDC structure.

Le seuil projeté sera constitué d'un voile béton monté sur une semelle filante.

Un parement anti-affouillement en enrochements bétonnés sera monté en aval.

Les dimensionnements du génie civil (ferraillage) et de la fondation doivent être précisés en PRO/EXE.

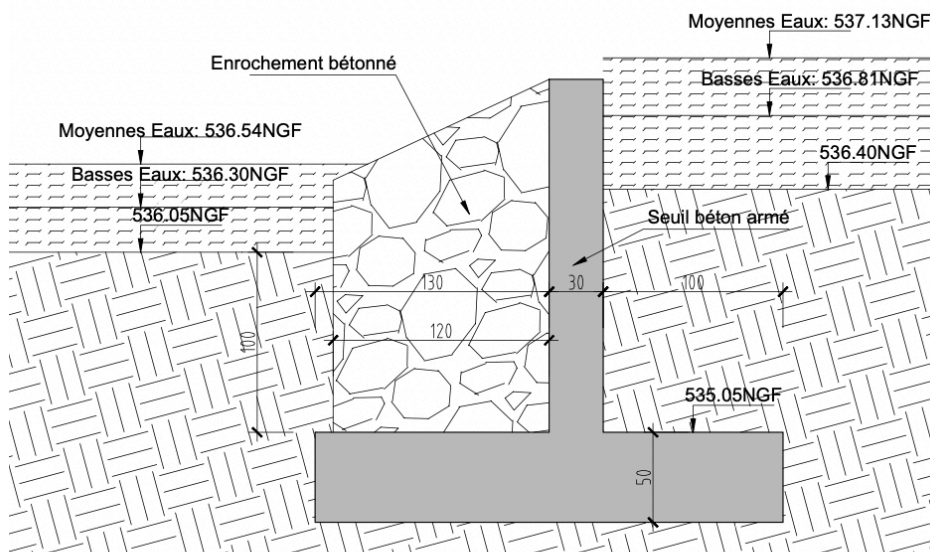


Illustration 22: Coupe de principe sur le seuil reconstruit
Source : IDC structure

Loi hydraulique post-travaux

Au regard de l'impossibilité d'abaisser significativement les niveaux d'eau **sans impliquer un confortement des dispositifs parafouille** à la base des piles, **le niveau d'étiage actuel doit être maintenu.**

En première approche, nous considérons comme niveau de référence pour le dimensionnement le VCN3 d'occurrence biennale (≈ 220 l/s) à la cote 536,70 NGF (cf. tableau page 39).

Le dimensionnement de la crête du seuil et de l'échancrure d'alimentation de la passe à poissons permettra d'éviter des baisses de niveaux tant que le débit est supérieur à 220 l/s (situation inverse rencontrée ≈ 3 j/an une année sur 2).

• Principe du dispositif de franchissement piscicole et critère de dimensionnement

Principe du dispositif

Dans le même esprit que la proposition de 2016 (AJ ingénierie), le dispositif fonctionnerait comme une passe à bassins successifs intégrée en rive gauche entre la voirie communale et la pile du pont de la RD252 (photo de droite). Les règles de dimensionnement sont cependant revues.



Plage de fonctionnement

En première approche, nous proposons de travailler sur une large gamme de débits garantissant une fonctionnalité hydraulique 85 à 90% de la période de l'année. Dans ces conditions, la passe doit être fonctionnelle du QMNA5 à 3 fois le module.

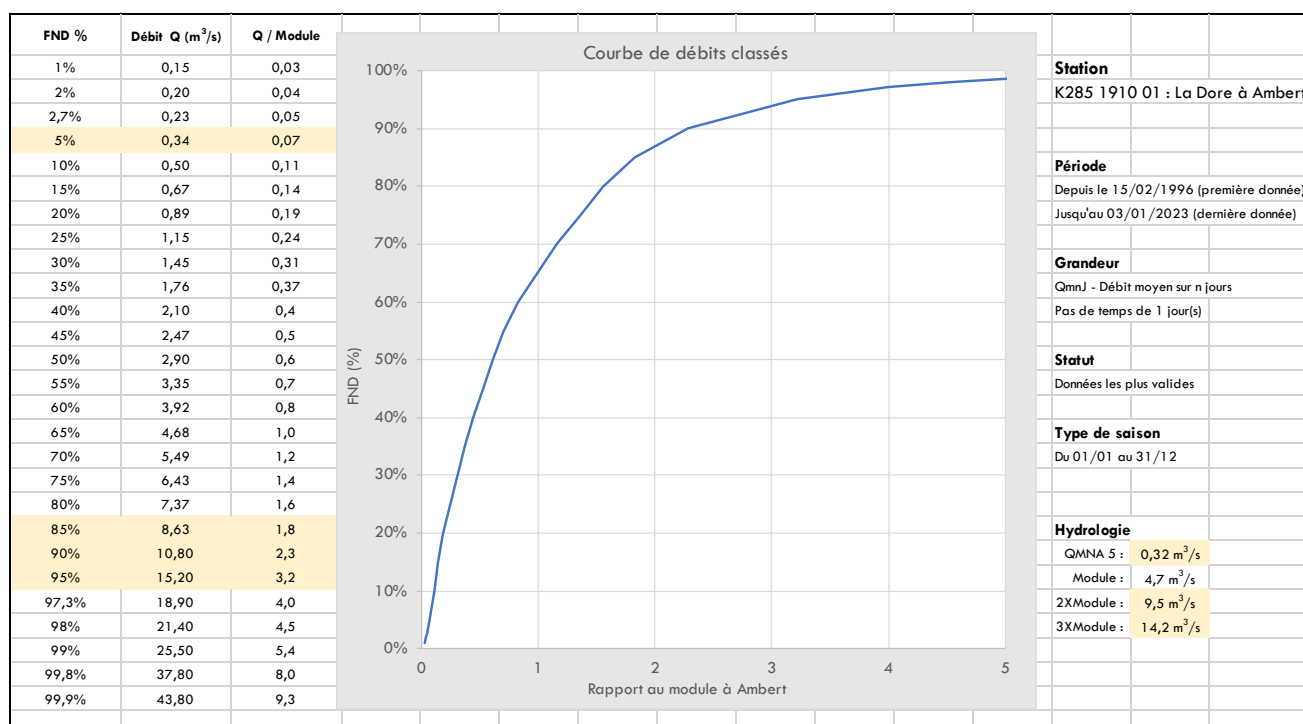


Illustration 23 : Courbe de débit classés de la Dore à Ambert
Source : HydroPortail

Exigence des espèces cibles

Les espèces piscicoles présentent des capacités de déplacement et de franchissement d'obstacles qui leur sont spécifiques et qui influencent donc fortement la conception des dispositifs de franchissement qui pourraient s'avérer nécessaires. Ces données (vitesse de nage, capacité de saut...) sont décrites dans le guide du protocole ICE (Baudoin J.M., Burgun V., Chanseau M., Larinier M., Ovidio M., Sremski M., Steinbach P. et Voetgle B., 2014. Évaluer le franchissement des obstacles par les poissons. Principes et méthodes. Onema. 200 pages).



Valeurs guide pour le pré-diagnostic des passes à bassins dites « à jets de surface ».

Groupe ICE	Espèces	Chute maximale (m) *	Chute préconisée (m)	Largeur minimale de fente ou échancrure latérale (m) *	Profondeur minimale de bassin (m) *	Longueur minimale de bassins (m) *
1	Saumon atlantique (<i>Salmo salar</i>) Truite de mer ou de rivière [50-100] (<i>Salmo trutta</i>)	0,35	0,30	0,30	1,00	2,50
2	Mulets (<i>Chelon labrosus</i> , <i>Liza ramada</i>)	0,35	0,30	0,20	1,00	1,75
3a	Grande alose (<i>Alosa alosa</i>)	0,30	0,25	0,40	1,00	3,50
3b	Alose feinte (<i>Alosa fallax fallax</i>)					
3c	Lamproie marine (<i>Petromyzon marinus</i>)					
4a	Truite de rivière ou truite de mer [25-55] (<i>Salmo trutta</i>)	0,35	0,30	0,20	1,00	1,75
4b	Truite de rivière [15-30] (<i>Salmo trutta</i>)	0,30	0,25	0,15	0,75	1,25
5	Aspe (<i>Aspius aspius</i>) Brochet (<i>Esox lucius</i>)	0,30	0,25	0,30	0,75	2,50
6	Ombre commun (<i>Thymallus thymallus</i>)	0,30	0,25	0,20	0,75	1,75
7a	Barbeau fluviatile (<i>Barbus barbus</i>) Chevaine (<i>Squalius cephalus</i>) Hotu (<i>Chondrostoma nasus</i>)	0,30	0,25	0,25	0,75	2,00
7b	Lamproie fluviatile (<i>Lampetra fluviatilis</i>)			0,15		1,25
8a	Carpe commune (<i>Cyprinus carpio</i>)	0,25	0,20	0,30	0,75	2,50
8b	Brème commune (<i>Abramis brama</i>) Sandre (<i>Sander lucioperca</i>)					
8c	Brème bordelière (<i>Blicca bjoerkna</i>) Ide melanote (<i>Leuciscus idus</i>) Lotte de rivière (<i>Lota lota</i>) Perche (<i>Perca fluviatilis</i>)					
	Tanche (<i>Tinca tinca</i>)					
8d	Vandoises (<i>Leuciscus sp hors Idus</i>)					
9a	Ablette commune (<i>Alburnus alburnus</i>) Ablette spirilin (<i>Alburnoides bipunctatus</i>) Barbeau méridional (<i>Barbus meridionalis</i>) Blageon (<i>Telestes souffia</i>) Carassin commun (<i>Carassius carassius</i>) Carassin argenté (<i>Carassius gibelio</i>) Gardon (<i>Rutilus rutilus</i>) Rotengle (<i>Scardinius erythrophthalmus</i>) Toxostome (<i>Parachondrostoma toxostoma</i>)					
9b	Apron (<i>Zingel asper</i>) Chabots (<i>Cottus sp</i>) Goujons (<i>Gobio sp</i>) Grémille (<i>Gymnocephalus cernuus</i>) Lamproie de Planer (<i>Lampetra planeri</i>) Loche franche (<i>Barbatula barbatula</i>) Loche de rivière (<i>Cobitis taenia</i>)	0,20	0,15	0,15	0,50	1,25
10	Able de Heckel (<i>Leucaspis delineatus</i>) Bouvière (<i>Rhodeus amarus</i>) Epinoche (<i>Gasterosteus gymmnurus</i>) Epinochette (<i>Pungitius laevis</i>) Vairons (<i>Phoxinus sp</i>)	0,20	0,15	0,15	0,50	1,25
11a	Anguille européenne [jaune] (<i>Anguilla anguilla</i>)	0,25	0,20	0,15	0,50	1,25
11b	Anguille européenne [civelle] (<i>Anguilla anguilla</i>)	-	-	-	-	-

(*) Les valeurs fournies sont des valeurs recommandées. Des contraintes spécifiques (débit, emprise disponible...) peuvent conduire à retenir des valeurs légèrement différentes. L'importance des écarts entre valeurs guide et valeurs mesurées souligne le caractère inadapté de la passe.



Certaines espèces nécessitent des tirants d'eau importants et n'ont pas la capacité de franchir les ouvrages par saut ce qui va contraindre le champ des possibles en matière d'aménagement (en cas de fractionnement de la chute, nécessité de travailler avec de faibles chutes, des jets de surface, une forte dissipation de l'énergie et donc des dispositifs d'emprise plus importante).

Les critères de dimensionnement sont donc les suivants :

- Hauteur de chute préconisée 0,15/0,20 m (sp. dimensionnantes : lamproie de Planer et anguille) ;
- Type d'écoulement dans les jets → jet de surface (sp. dimensionnantes : anguille, lamproie marine et lamproie de Planer) ;
- Largeur minimale d'échancrure : 0,30 m (sp. dimensionnante : saumon atlantique) ;
- Puissance dissipée maximale : 150 W/m³ (sp. dimensionnante : anguille, lamproie marine et lamproie de Planer) ;
- Longueur minimale de bassin 2,5 m (sp. dimensionnante : saumon atlantique) ;
- Profondeur minimale des bassins : 1,0 m (sp. dimensionnante : saumon atlantique).

Caractéristiques générales du dispositif

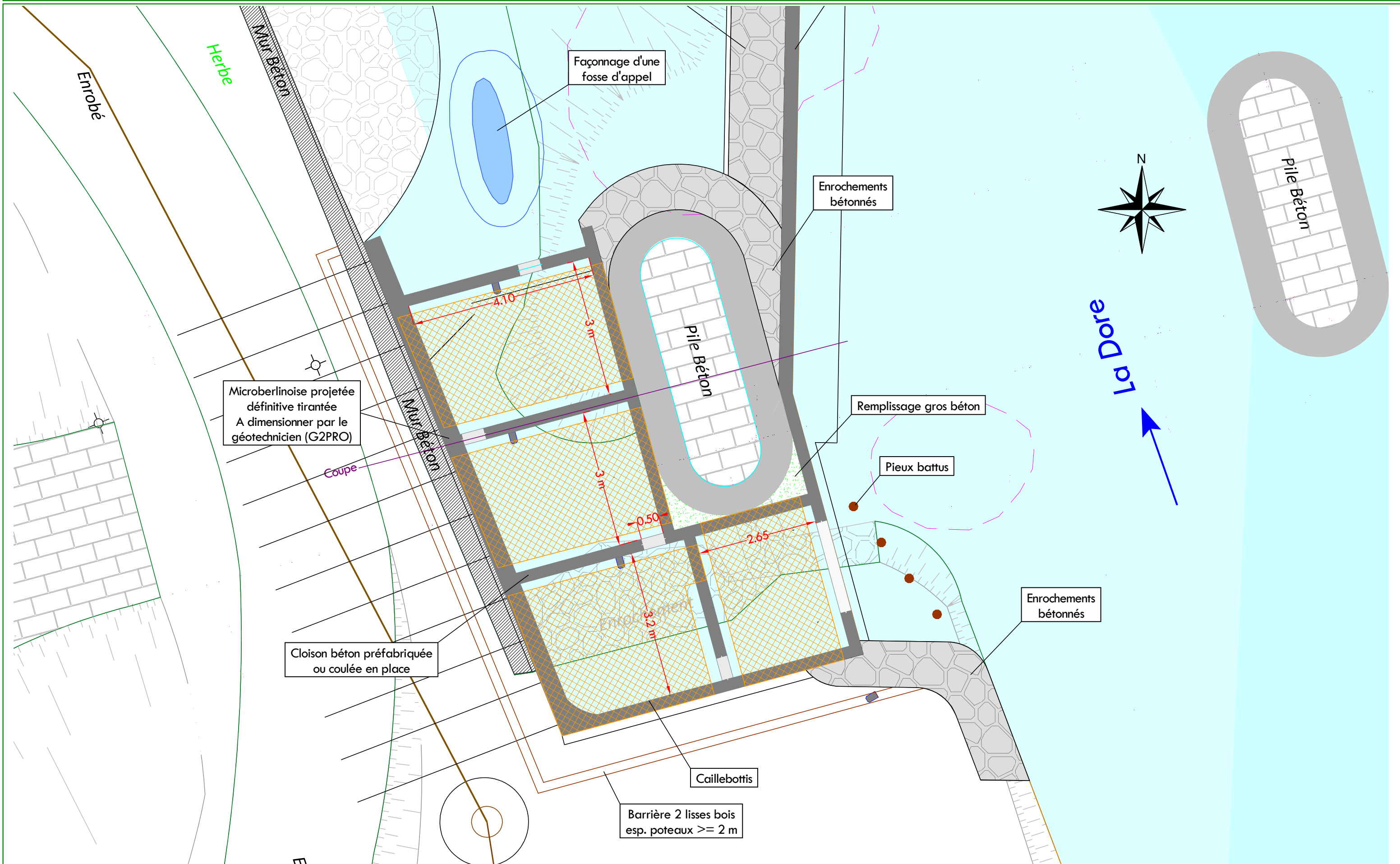
Les caractéristiques du dispositif en fonctionnement futur sont résumées ci-après :

- **Type de dispositif** : passe à bassins à jet de surface.
- **Débit d'alimentation** : 900 l/s au module, 1,2 m³/s pour 3 fois le module (voir plus loin).
- **Bassins de dissipation** :
 - Nombre : 3 bassins de dissipation +1 bassin de tranquillisation au niveau de l'entrée hydraulique ;
 - Longueur : 3 m ;
 - Largeur : 3 à 4 m.
- **Cloisons déversantes** :
 - Nombre : 4 ;
 - Dimensions échancrures : 1 échancrure profonde (0,5 m de large par 0,65 m de haut), déversement sur le haut de cloison sur 2 m de large pour les débits hors étiage ;
 - Chute fonctionnement nominal : 0,15 m au module ;
 - Puissance dissipée volumique ciblée : 100 à 160 W/m³ en fonctionnement nominal.

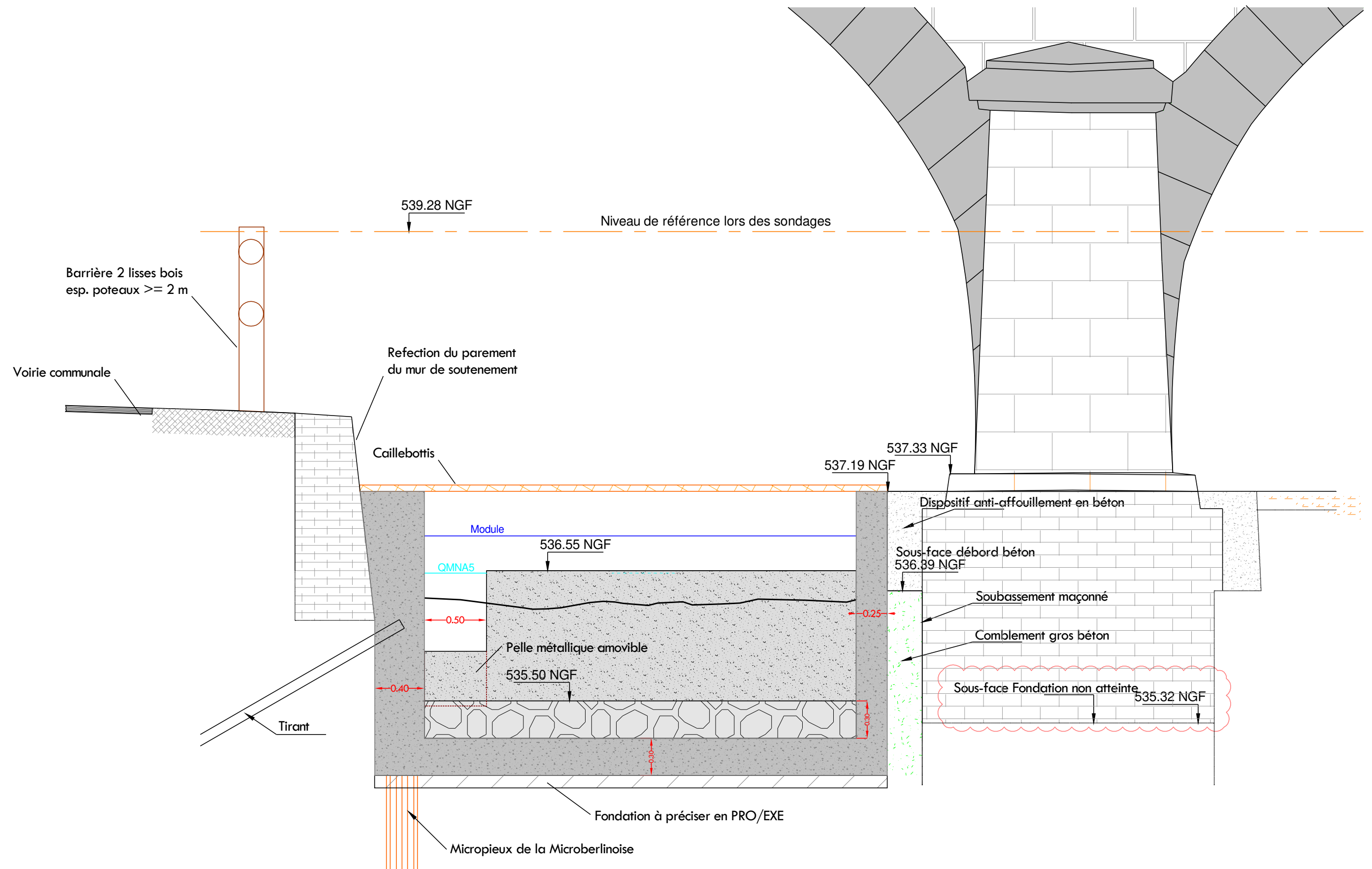
Lien avec le pont de la RD252

Les travaux vont nécessiter de constituer des fouilles décompactant les sols support de la fondation de la pile rive gauche. Le génie civil doit présenter une continuité entre la pile du pont et la passe à poissons. Un confortement de sol est nécessaire via le battage de micropieux béton sous une microberlinoise coulée en place (qui constituera in fine le mur rive gauche de la passe à poissons) stabilisée latéralement par des tirants ancrés dans le bon sol en rive gauche (voir annexe, prescription IDC structure).

AVP seuil des Mayoux - Scénario 1 plan de masse : Réfection du seuil et aménagement d'une passe à poissons



AVP seuil des Mayoux - Scénario 1 coupe type : Réfection du seuil et aménagement d'une passe à poissons



Echelle : 1/30°

Fonctionnement hydraulique post-travaux

Une simulation du fonctionnement hydraulique a été réalisée à l'aide du logiciel Cassiopee. Les résultats détaillés sont annexés au rapport.

Débit Dore	Débit passe à poissons	Lignes d'eau <u>post travaux</u> (NGF)	Tirant d'eau moyen (m)	Vitesse débitante (m/s)	Puissance dissipée volume (W/m ³)	Type de jet
0,22 m ³ /s soit VCN3-2	0,22 m ³ /s	Cote amont : 536,7 Cote aval : 536,28 Chute totale : 0,42 m	≈ 0,85	≈ 0,07	Moy : 25	jet de surface
0,30 m ³ /s soit QMNA5	0,28 m ³ /s	Cote amont : 536,81 Cote aval : 536,29 Chute totale : 0,52 m	≈ 0,95	≈ 0,08	Moy : 32	jet de surface
4,0 m ³ /s = MOD	1,1 m ³ /s	Cote amont : 537,13 Cote aval : 536,54 Chute totale : 0,59 m	≈ 1,2	≈ 0,24	Moy : 122 Max : 134 (bas.2)	jet de surface
7,9 m ³ /s soit 2 MOD	1,35 m ³ /s	Cote amont : 537,21 Cote aval : 536,66 Chute totale : 0,55 m	≈ 1,3	≈ 0,28	Moy : 136 Max : 151 (bas.2)	jet de surface
11,9 m ³ /s soit 3 MOD	1,51 m ³ /s	Cote amont : 537,27 Cote aval : 536,81 Chute totale : 0,46 m	≈ 1,4	≈ 0,29	Moy : 125 Max : 147 (bas.1)	jet de surface

Tableau 7 : Simulation du fonctionnement hydraulique du dispositif
Source : CESAME

NOTE IMPORTANTE : les lignes d'eau présentées ne sont valables que si l'ouvrage et la passe à poissons font l'objet d'un entretien régulier.

Aménagements annexes à la passe à poissons

Au niveau de l'entrée hydraulique / sortie piscicole :

- Échelle de contrôle du débit réservé (un seuil de fond en entrée du bief (type madrier bois) sera installé afin de garantir le transit du débit réservé dans la passe) ;
- Dispositif de batardeaux amovibles permettant la mise en assec du dispositif lors des phases d'entretien (rainure, possiblement vanne crémaillère) ;
- Dispositif de protection contre les corps flottants sur l'amont de l'échancrure d'entrée dans le dispositif type grille à barreaux verticaux pour la rétention des flottants sur la partie supérieure de l'échancrure (espacement inter-barreaux <150 mm), drome flottante ou rang de pieux orienté pour le piégeage des corps flottants ;
- Terrassement et raccordement progressif du fond du lit avec le radier de la passe.



Au niveau des cloisons :

- Pelle métallique amovible au fond des échancrures pour faciliter les éventuelles opérations de dégrèvement des bassins ;



Au niveau de la sortie hydraulique / entrée piscicole :

- Dispositifs de batardeaux amovibles aménagés en amont de la sortie hydraulique permettant la mise en assec du dispositif lors des phases d'entretien (ex. UPN/bastaings) ;
- Aménagement d'une fosse en sortie de passe stabilisée par des blocs et raccordement progressif avec le lit de la Dore.

Au niveau du fond du dispositif :

- Déversement, régalinge et compactage d'une couche de matériaux hétérogènes grossiers (grave et petits blocs Ø 100/350 mm) pour assurer une rugosité de fond sur une épaisseur d'au moins 30/40 cm.

- Incidences pressenties

Milieu / risques

Ce scénario aura une incidence positive vis-à-vis des espèces piscicoles ciblées pour le dispositif de montaison. Il n'apportera cependant aucune amélioration complémentaire vis-à-vis des incidences négatives liées à la présence de l'ouvrage et décrites précédemment.

Usages

La reconstruction de l'ouvrage pourrait permettre de remettre en eau le bief en rive droite.

Entretien

NOTE IMPORTANTE : le fonctionnement hydraulique de la passe est conditionné par le bon entretien **du seuil et de la passe à poissons** (notamment absence de brèches dans le parement susceptibles d'entraîner une sous-alimentation du dispositif, pas de colmatage des bassins, suppressions de flottants venant obstruer l'entrée hydraulique...).

Il est rappelé ici le caractère obligatoire de cet entretien conformément à la réglementation notamment article L.216-7 C.envir. et chapitre V de l'arrêté de prescription général de la rubrique 3110 (art. R214-1 du C.envir.) relatif aux dispositions concernant l'entretien des installations.

Le propriétaire doit donc garantir en tout temps le bon fonctionnement de l'installation sur la plage de débits ciblée. Il réalisera à minima 1 session d'entretien par an mi-octobre et après chaque crue majeure sous réserve de ne pas engendrer de départ de MES important susceptible de colmater les frayères à truite entre fin octobre et fin mars.

La garantie que cet entretien (**seuil et passe à poissons**) sera effectivement réalisé doit impérativement être obtenue avant d'aller plus loin dans la conception/réalisation du projet.



3.3.2. SC2 : Suppression de l'ouvrage et confortement des piles du pont de la RD252

• Principe

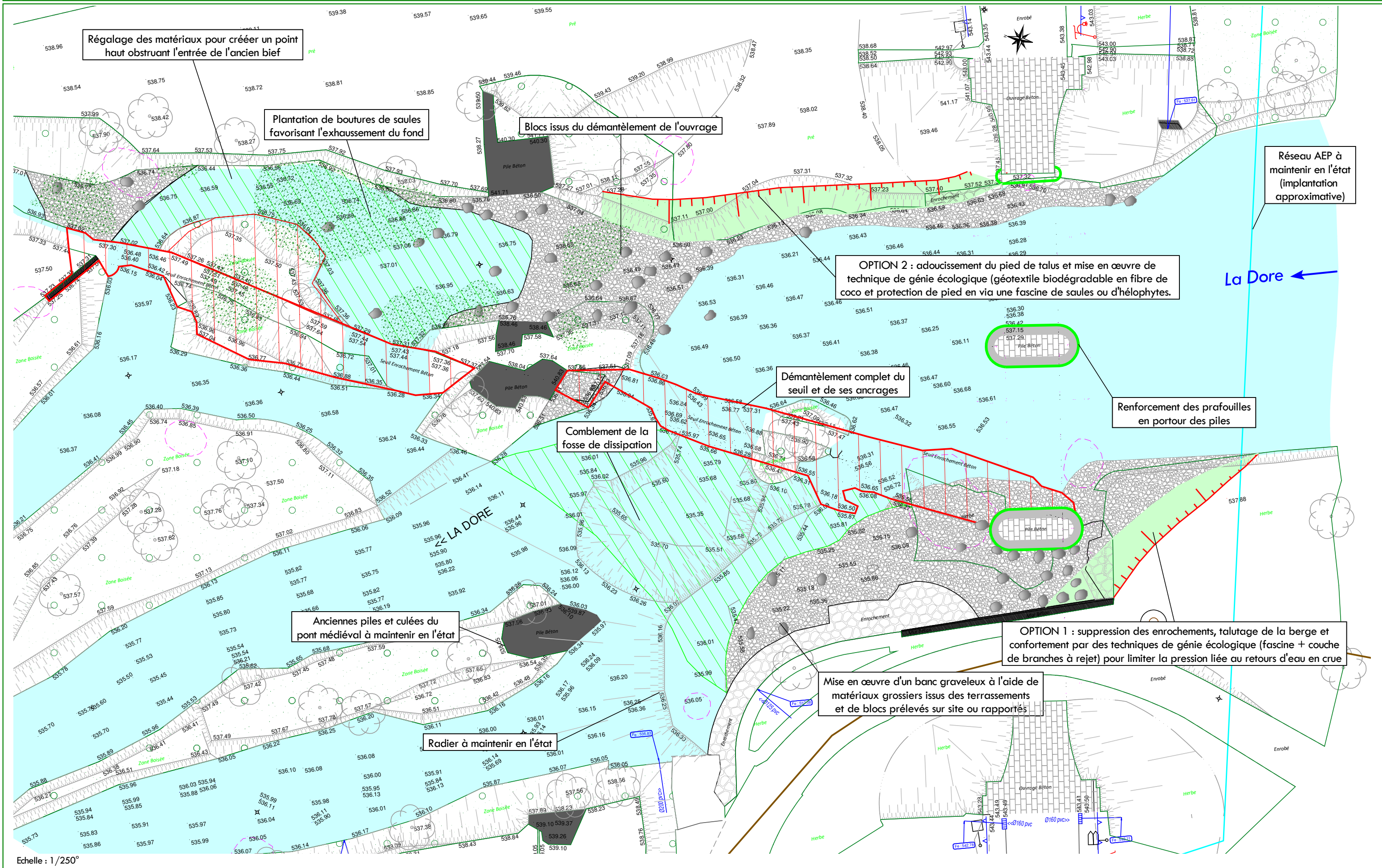
L'opération consiste à anticiper la destruction progressive du seuil par un démantèlement maîtrisé et des mesures d'accompagnement adaptées au niveau des piles du pont pour éviter les affouillements.

• Description de l'opération

Un plan de synthèse présente page suivante les aménagements prévus et les emprises concernées. L'opération comprendrait :

- Des travaux d'installation du chantier (DICT, constat d'huissier, piquetage, signalisation...) et de libération des emprises (déroussaillage, gestion des embâcles au niveau de la crête et abattages au niveau du seuil et des accès...) ;
- Des mesures minimales de protection des milieux aquatiques permettant de travailler hors d'eau et de garantir l'absence de pollution (création de rampe d'accès au lit et batardeau permettant de détourner les eaux alternativement d'un côté et de l'autre du lit) ;
- Le démantèlement de l'ouvrage et de ses ancrages avec évacuation des éléments bétonnés et mise en stock des pierres et blocs ;
- La réalisation de travaux de terrassement généraux en déblai afin :
 - D'accompagner le rééquilibrage du lit en amont et les phénomènes de redistribution naturelle des sédiments perturbés par le seuil et ceci malgré l'existence de brèches ;
 - De combler pour partie la fosse de dissipation en aval du seuil ;
 - De créer les fouilles autour des piles pour la mise en place des dispositifs para fouille ;
 - D'ameubler ou de remodeler certains atterrissements qui se sont implantés au niveau du seuil et qui seront nécessairement déstabilisés par les travaux.
- Le confortement des piles du pont de la RD252 via la mise en place de dispositif para fouille ;
- Le régalage des matériaux issus des terrassements afin :
 - D'orienter les écoulements (pourtour des piles du pont médiéval, entrée de l'ancien bief, arche rive gauche) ;
 - De recréer des formes alluviales plus proches des modèles naturels (banc de convexité, comblement de la fosse de dissipation en pied de seuil) ;
 - De rehausser légèrement le fond du lit en entrée du bief pour favoriser sa végétalisation et son atterrissement.
- La plantation dense de boutures de saules au niveau de l'entrée de l'ancien bief ;
- OPTION 1 : le démantèlement de l'enrochement au niveau de l'arche rive gauche et la création sur une vingtaine de mètres d'une berge en pente douce stabilisée par des techniques végétales (protection de pied et de talus) ;
- OPTION 2 : l'adoucissement du profil de la berge rive droite entre le pont de la RD252 et la culée du pont médiéval et la mise en œuvre de technique végétale (protection de pied) ;
- OPTION 3 : la fourniture et la mise en œuvre de matériaux grossiers et blocs pour stabiliser le fond du lit autour de la pile rive gauche ;
- La remise en état des terrains remaniés/dévégétalisés et voies d'accès.

AVP seuil des Mayoux - Scénario 2 plan de masse : Démantèlement du seuil et confortement des piles de la RD 252



• Points particuliers concernant les choix techniques et la gestion des opérations

Démantèlement du seuil

Le seuil et ses ancrages seront intégralement démontés. Les blocs et pierres seront réemployés sur site et les bétons exportés en décharge.

Terrassement

Les matériaux extraits dans le cadre des terrassements et du démantèlement du seuil seront réemployés sur site en distinguant :

- Les matériaux les plus grossiers et les blocs issus du démantèlement du seuil afin de créer des zones de fixation / orientation des écoulements (pourtour des piles du pont médiéval, entrée de l'ancien bief, zone de retour d'eau en crue et banc de convexité arche rive gauche) ;
- Les matériaux plus fins ou mélangés afin de combler la fosse de dissipation, créer un banc de convexité en rive gauche et rehausser légèrement le fond du lit en entrée du bief pour favoriser sa végétalisation et son atterrissement.

Les accumulations sédimentaires (plus ou moins végétalisées) au niveau du seuil seront légèrement décapées et redistribuées en pourtour.

Renforcement des piles de pont

Les dispositifs anti-affoulement autour des piles seront approfondis via la mise en œuvre de béton coulé en place (il a été pris pour hypothèse que les piles sont toutes conçues de la même façon). Suite au rendu, il a été demandé par le département 63 que la profondeur d'ancrage (initialement 535,20 NGF) soit augmentée de 0,3 m pour bien ancrer la base du dispositif dans l'argile (soit 534,90 NGF).

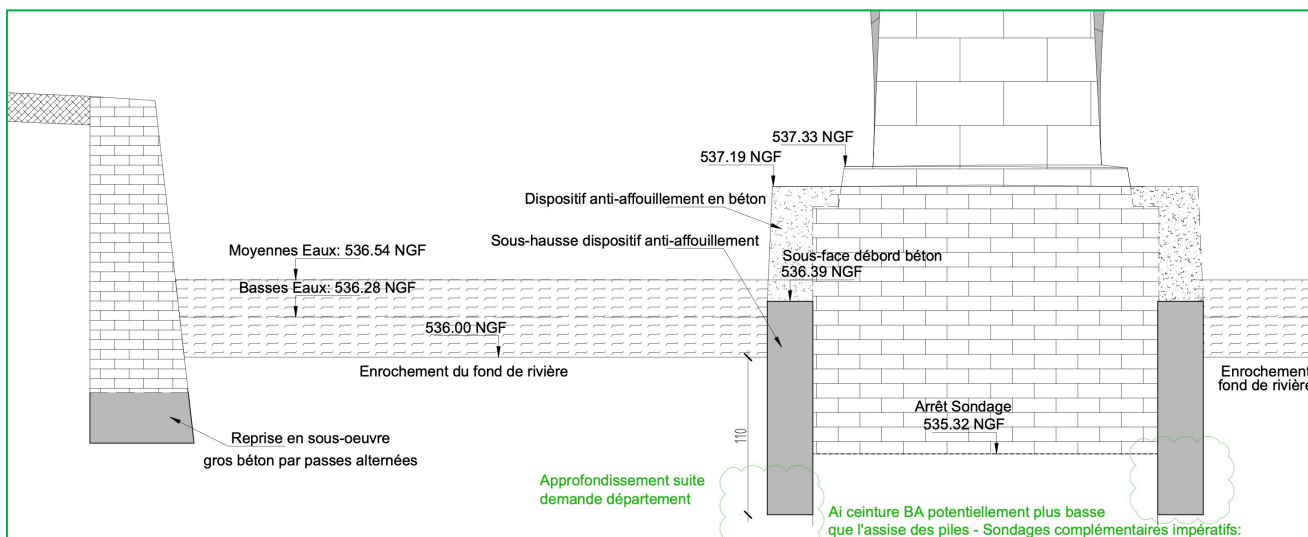


Illustration 27 : Dispositif anti-affoulement à réaliser en cas de destruction du seuil – Ex. Pile rive gauche
Source : Extrait plan IDC structure – plan complet en annexe

Le muret de soutènement de la voirie rive gauche pourrait faire l'objet d'une reprise en sous-œuvre par passes alternées si le fond devait descendre au niveau de la cote du profil d'équilibre ($\approx 536,00$ NGF). En alternative, nous proposons de stabiliser un banc de convexité avec des éléments grossiers issus du démontage du seuil ou rapportés ce qui permettra de maintenir le fond à la cote existante ($\approx 536,50$ NGF) et éviter ainsi cette reprise.

En option, il a été aussi demandé par le département 63 de prévoir un dispositif complémentaire pour limiter encore un aléa potentiel en cas de découverte de pieux bois dans le cadre de sondages en mission G3 : jet grouting sous les piles (injection de ciment sous pression pour renforcement du sol).

Face au coût de cette technique (≈ 80 000 à 90 000 € HT) nous proposons en alternative la pose d'un sabot parafouille (base à 535,20 NGF) d'une largeur de 1,5 à 2 m en enrochements bétonnés (OPTION 2) **ou encore** la pose d'une rampe en blocs libres noyée sous au moins 0,5 m de sédiments entre les piles (OPTION 3). Ces 2 options sont illustrées ci-dessous via une coupe de principe ci-dessous. ATTENTION, les dimensions ne sont pas celles du pont de Marsac-en-Livradois.

Ces éléments peuvent être précisés en phase PRO avec le département du Puy-de-Dôme.

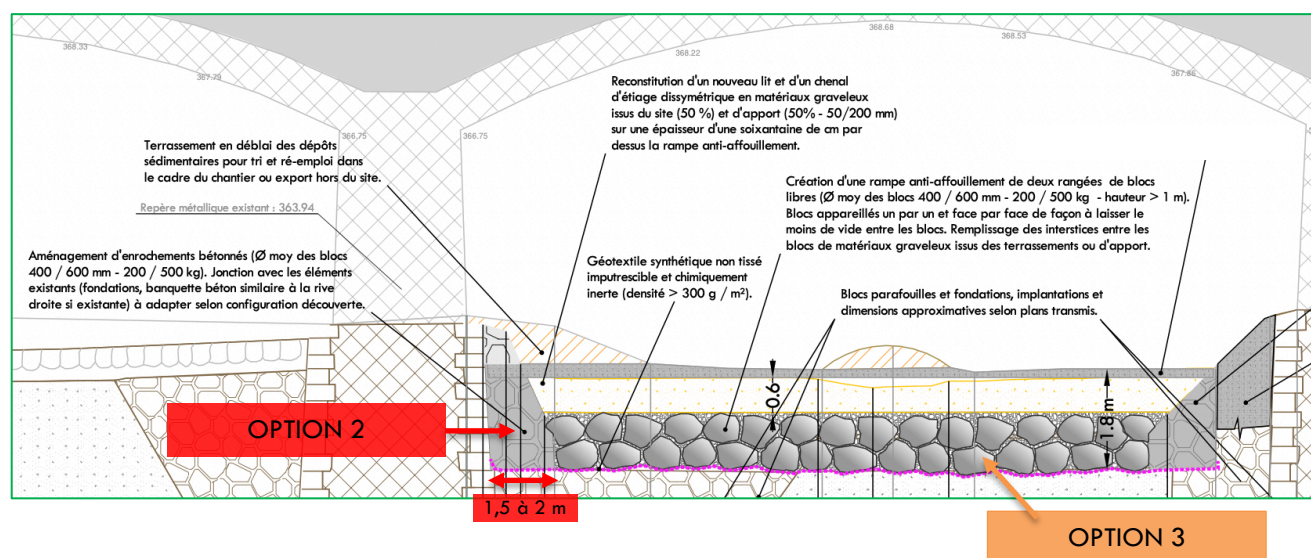
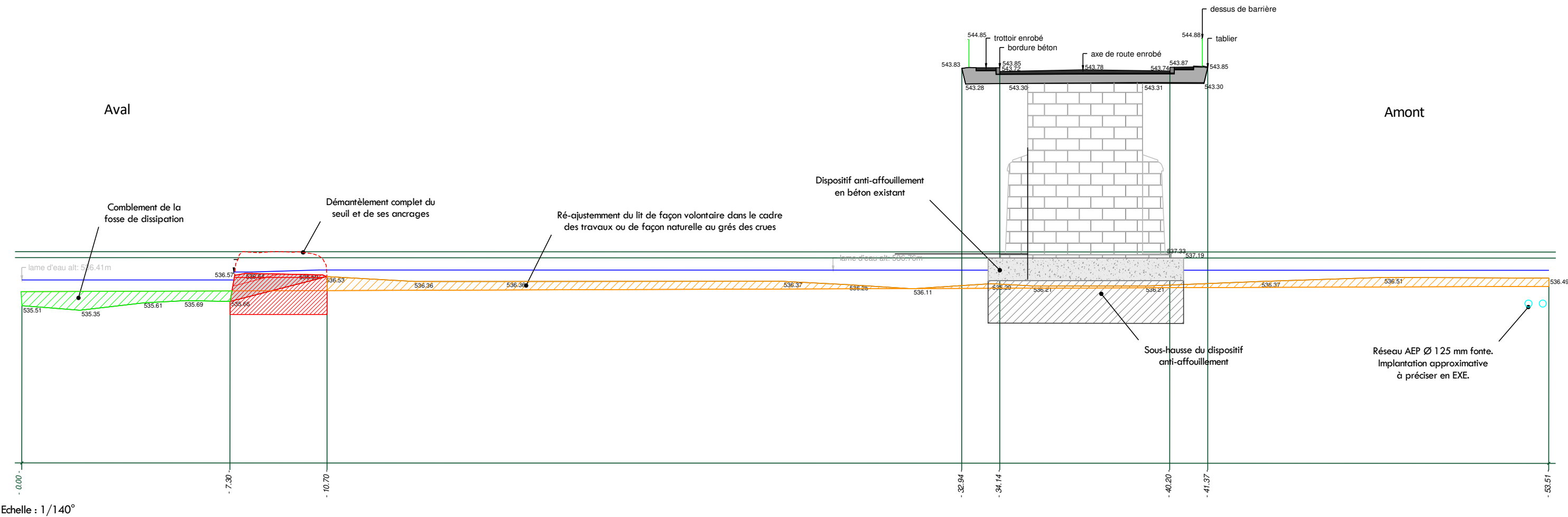


Illustration 28 : Illustration du principe d'un dispositif anti-affouillement complémentaire – exemple repris depuis un autre pont que celui de Marsac-en-Livradois
Source : CESAME – B-Ingénierie

AVP seuil des Mayoux - Scénario 2 - Profil en long

COUPE



OPTION 1

Un enrochement en mauvais état est présent à proximité de la pile rive gauche du pont de la RD252. Il a possiblement été mis en place lors du passage des réseaux et évite le contournement de la pile au niveau d'une zone soumise à la pression des retours d'eau en crue : la Dore déborde en rive gauche en amont et retourne dans son lit à cet endroit.

Cet enrochement est forcément amené à être démantelé partiellement dans le cadre des travaux de confortement des piles. Il est proposé de le remplacer par une berge en pente douce dont le talus serait végétalisé par des saules (boutures dense ou couche de branches à rejet) pour limiter la pression liée au retour d'eau en crue au niveau de la pile.

Cet aménagement viendrait en appui de la création d'un banc de convexité en matériaux grossiers stabilisant le fond en pourtour de la pile.



OPTION 2

La morphologie du lit a été conditionnée pendant plusieurs années par la présence d'une retenue conduisant à une stabilité des niveaux et une banalisation/disparition des marges entre le lit et la rive. Un enfoncement du lit est attendu suite à la suppression du seuil ($\approx 0,6$ m au niveau de la crête) entraînant notamment un (léger) encaissement du lit au pied d'un front de berge sub-vertical situé en extérieur de méandre en rive droite entre le pont de la RD252 et le pont médiéval. Un adoucissement du profil du talus et la création de berge basse rapidement modelée au gré des crues, la pose d'un géotextile biodégradable en fibre de coco et d'une protection de pied en technique végétale (fascine de saules ou d'hélophytes) permettrait d'éviter la formation de petites érosions, diversifier la morphologie de la berge et améliorer la perspective paysagère du site. **Les enjeux de protection/stabilisation de cette berge en sortie du pont de la RD252 sont cependant relativement faibles.**



OPTION 3

Une stabilisation du fond doit être réalisée au niveau de la pile rive gauche à l'aide de blocs et de matériaux graveleux grossiers. Si les terrassements ne permettraient pas de reprendre sur site ces matériaux, il est prévu de les rapporter dans le cadre de cette option.

• Incidences pressenties

Milieu

Les travaux permettront une amélioration significative du fonctionnement du cours d'eau par la suppression des incidences induites par l'ouvrage et précédemment listées.

Comme évoqué précédemment, la morphologie du lit a été conditionnée pendant plusieurs années par la présence d'une retenue stable conduisant à une stabilité des niveaux et une banalisation/disparition des marges entre le lit et la rive. Un enfoncement du lit est attendu suite à la suppression du seuil ($\approx 0,6$ m au niveau de la crête).

Selon les apports solides amont et la redistribution des sédiments suite aux travaux, il est possible que la suppression du seuil entraîne un (léger) encaissement du lit au pied d'un front de berge sub-vertical. Si cela devait être le cas, une intervention complémentaire sur le profil de berge (adoucissement de la pente, aménagement de banquettes en pied) permettrait de restaurer des bancs et berges basses favorables à la végétation pionnière.



Usages

Aujourd'hui, aucun usage n'est associé au bief. L'état de dégradation du seuil et la fréquence d'alimentation du bief limitent les possibilités d'usage potentiel. Au regard de cet état de dégradation, il n'est pas certain que la découverte d'un éventuel droit d'eau ne soit pas remise en cause par la mise en œuvre d'une procédure de ruine de l'ouvrage par les services de l'État.

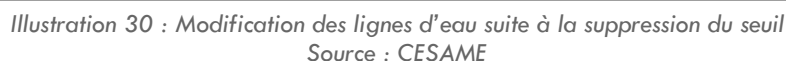
L'abaissement des niveaux ($\approx 30/40$ cm) au droit de l'abreuvoir existant en intérieur de méandre (rive gauche profil n°50) peut nécessiter des adaptations si une berge basse venait à se former. L'effondrement constaté de l'enrochement situé en extérieur de méandre pourrait aussi être accentué.

Risque

Les modifications engendrées par le projet sur les sections d'écoulement ont été intégrées dans le modèle hydraulique. Les évolutions de niveaux attendues sont présentées ci-dessous. L'incidence globale de l'ouvrage ayant été traitée précédemment, un graphe des crues débordantes en lit majeur (Q20, Q30 et Q50) est produit afin d'évaluer l'incidence sur l'inondabilité de la maison en rive gauche.



Arrondie à 5 cm



Entretien

Aucun entretien complémentaire à ceux réalisés par le PNRLF dans le cadre du CT Dore amont et le département au niveau de l'ouvrage.

3.3.3. SC3 : Réalisation d'une brèche et confortement des piles du Pont de la RD252

• Principe

Le principe consiste à approfondir les 2 brèches existantes.

La nature de l'opération induit des volumes de travail moins significatifs en comparaison du scénario 2. Il est d'ailleurs proposé de limiter les volumes de terrassement volontaire en amont du seuil au strict nécessaire car le maintien du seuil induira forcément une altération dans la redistribution de ces sédiments (dépôt en amont voir érosion en aval).

• Incidences pressenties

L'approfondissement des 2 brèches permet le rétablissement de la continuité écologique et facilitera le passage des sédiments. Les effets sur les lignes d'eau sont similaires au scénario 2 en basses eaux. Le gain sur l'abaissement des lignes d'eau diminue cependant rapidement avec l'augmentation du débit :

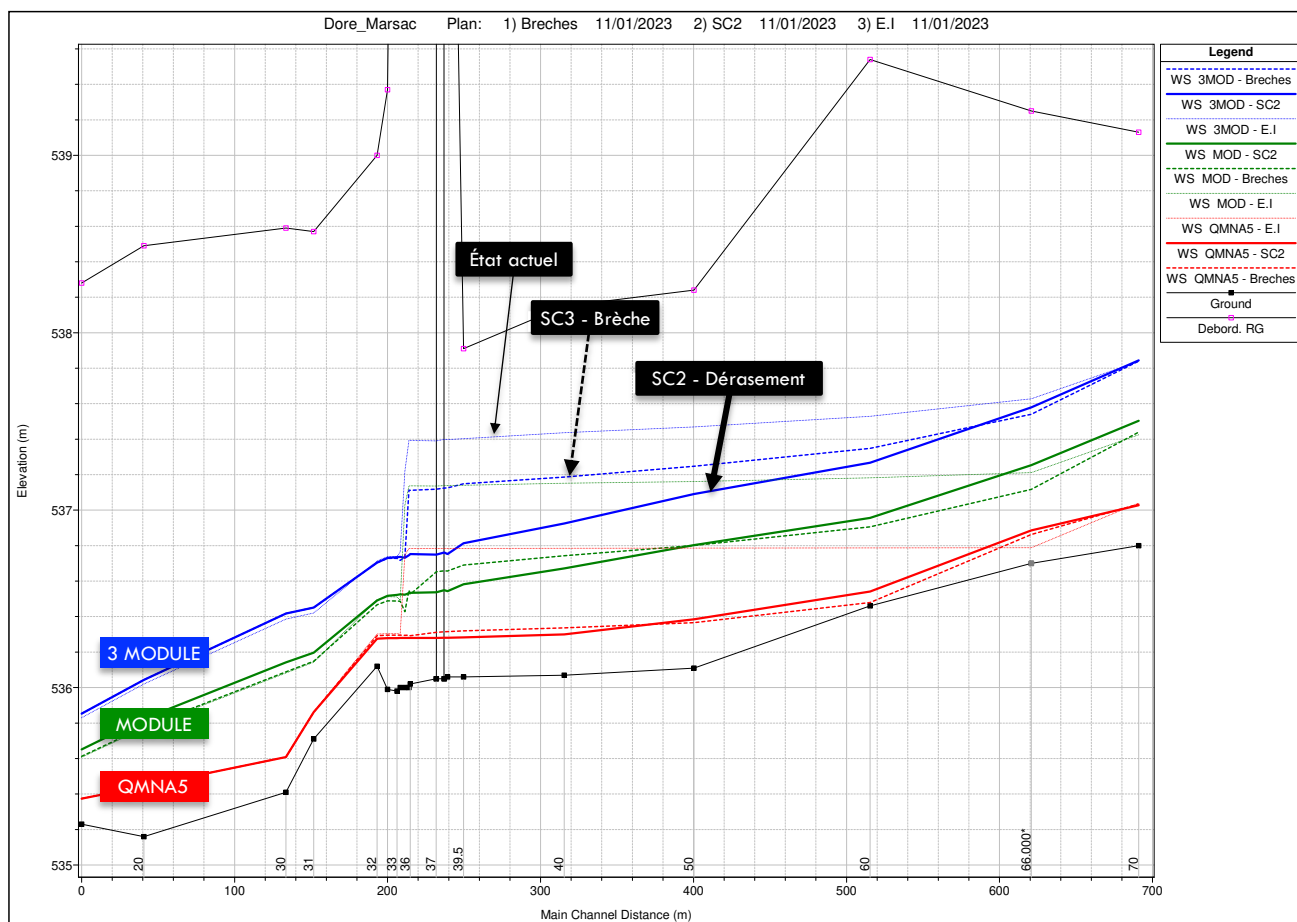


Illustration 31 : Remous hydraulique en amont du seuil selon configuration de la crête

Source : CESAME

Dès le module, le bénéfice sur les lignes d'eau (et donc les habitats) diminue par rapport à un scénario d'arasement complet du seuil.



	Crête seuil	Amont RD252	PT n°40 (+80 m)	PT n°50 (+160 m)	PT n°60 (+275 m)
QMNA5	- 0,40 m	- 0,40 m	- 0,40 m	- 0,35 m	- 0,20 m
MODULE	- 0,60 m	- 0,60 m	- 0,40 m	-0,35 m	- 0,25 m
3 MODULE	- 0,30 m	- 0,30 m	- 0,25 m	- 0,20 m	- 0,20 m
Q2	0 m	0 m	- 0,05 m	- 0,05 m	- 0,05 m
Q10	0 m	0 m	- 0,05 m	- 0,05 m	0 m
Q100	- 0,05 m	- 0,05 m	- 0,15 m	- 0,10 m	- 0,10 m
	Arrondie à 5 cm				

La création de brèches n'apporte aucun bénéfice significatif en ce qui concerne les lignes d'eau en crue par rapport à la situation actuelle.

• Entretien

NOTE IMPORTANTE : **En cas de maintien de l'ouvrage, le propriétaire reste responsable de ses obligations d'entretien.** Il est rappelé ici le caractère obligatoire de cet entretien conformément à la réglementation (chapitre V de l'arrêté de prescription général de la rubrique 3110 relatif aux dispositions concernant l'entretien des installations et art. 1244 du Code Civil – « *Le propriétaire d'un bâtiment est responsable du dommage causé par sa ruine, lorsqu'elle est arrivée par une suite du défaut d'entretien ou par le vice de sa construction* »).

M. Mayoux ayant renoncé à un droit d'eau potentiel, il n'est pas certain que cela ait un effet désengageant vis-à-vis de sa responsabilité en cas de rupture du seuil.



3.4. Analyse comparative des solutions

3.4.1. Analyse économique

AVP - SEUIL DE L'ANCIENNE SOIERIE	SC_1 : Refection seuil / passe à poissons	SC_2 : Démantèlement / confortement piles RD252	SC_3 : Brèches / confortement des piles RD252
INSTALLATION/TRAVAUX PREPARATOIRES/REPLIEMENT <i>Amené/repli des bungalows/installations de chantiers et engins, aires de stockage, sécurité, travaux forestiers/gestion des grumes, constat d'huissie, remodelage/ensemencement des aires de chantiers...</i>	23 000 €	10 000 €	8 000 €
ETUDE EXE, PIQUETAGE <i>Etude béton, piquetage des aménagements, implantation des réseaux</i>	10 500 €	3 000 €	3 000 €
ACCES, PROTECTION DES MILIEUX AQUATIQUES <i>Pêche électrique de sauvegarde, rampe (seuil et pile de pont), batardage pour mise hors d'eau (seuil et pile de pont), le cas échéant filtre MES, gestion des laitances béton</i>	25 000 €	20 000 €	20 000 €
TERRASSEMENT GENERAUX <i>Gestion de la terre végétale, terrassement en déblai/remblai, modelage du lit en amont</i>	14 500 €	4 500 €	0 €
GENIE-CIVIL / SEUIL <i>Travaux de démantèlement, travaux de construction d'un nouvel ouvrage (fouille, fondation, génie-civil, vanne de décharge)</i>	218 000 €	10 000 €	1 500 €
GENIE-CIVIL / RD252 <i>Fouille (hors batardage), fond de forme, voile BA coulé en place</i>	0 €	35 000 €	35 000 €
GENIE-CIVIL / PASSE A POISSONS <i>Parois/doisons voile BA, enrochements de berges pour entonement, substrat fond de bassins, vanne de vidange en entrée, sujétions pour raccordement et fosse de dissipation en sortie de passe, réglette débit réservé, barrière paysagère "lisse bois", caillebotis pour protection/traversée, piste d'entretien</i>	144 000 €	0 €	0 €
GENIE-ECOLOGIQUE <i>Bouture en entrée de bief</i>	0 €	1 500 €	0 €
OPR - GARANTIE <i>Plan de récolement et DOE.</i>	2 500 €	1 500 €	1 000 €
<i>Marge de sécurité liée aux imprévus (10%) :</i>	43 000 €	7 000 €	5 000 €
TOTAL TRAVAUX € HT :	480 500 €	92 500 €	73 500 €
OPTION 1 - JET GROUTING (SC2) / TALUS RIVE GAUCHE (SC3)	0,00 €	90 000,00 €	5 500,00 €
OPTION 2 - SABOT PARAFOUILLE ENROCHEMENTS BETONNES (SC2) / TALUS RIVE DROITE (SC3)	0,00 €	20 000,00 €	6 500,00 €
OPTION 3 - RAMPE DE FOND ENTRE LES PILES (SC2) / RECHARGE GROSSIERE PILE RG (SC3)	0,00 €	45 000,00 €	5 000,00 €
OPTION 4 - SUIVI DU PROFIL EN LONG (5 campagnes)	0,00 €	5 000,00 €	5 000,00 €

Tableau 8 : Analyse économique des différentes scénarios étudiés

Source : CESAME

Les prix concernent l'ensemble de l'intervention (seuil de l'ancienne soierie et pont de la RD252). Pour mémoire, le prix entreprise pour un démantèlement du seuil (scénario 2) sans reprise des piles serait vraisemblablement compris entre 10 et 20 k€ HT (prix entreprise intégrant les modalités de mises en œuvre pour la préservation des milieux aquatiques (batardage, pêche électrique...), la gestion des matériaux et le récolement).

L'analyse économique tient compte de notre expérience sur des aménagements similaires et des prix unitaires pratiqués dans le cadre de marché conduits entre 2021 et 2022. Nous attirons l'attention du maître d'ouvrage sur la prise en compte des révisions de prix en cas de report des travaux. A titre d'exemple, l'indice INSEE CEBTP (<https://www.insee.fr/fr/statistiques/serie/001710950>) indique une évolution de **+8,5%** entre janvier 2019 et janvier 2022 et **+15,9%** entre juillet 2019 et juillet 2022.



3.4.2. Analyse multicritère

Bilan environnemental	Lignes d'eau	Hydromorphologie / transport solide	Continuité piscicole	Habitats lit/berge
Scénario 1 Refection du seuil et dispositif de franchissement piscicole	Augmentation du linéaire influencé.	Diminution du transit sédimentaire	Dispositif potentiellement sélectif	Ennoiment des habitats (zone lentique homogène) Dégradation / situation actuelle
Scénario 2 Dérasement complet de l'ouvrage et confortement des piles	Restauration d'un profil d'équilibre	Rétablissement du transit. Dépôt attendu en aval du seuil	Mise en transparence complète	Rétablissement des alternances de faciès sur ≈ 450 m. Berges basses/exondées selon apport sédimentaire
Scénario 3 Approfondissement des brèches et confortement des piles	Amélioration en basses eaux mais maintien d'une influence en hautes et moyennes eaux	Rétablissement partielle du transit . Dépôt attendu en aval du seuil	Mise en transparence complète	Amélioration possible en basses eaux selon redistribution effectives des sédiments. Doute sur la restauration des faciès.
Scénario 4 Absence d'intervention (projection à moyens termes)	- Restauration des lignes d'eau. Effet en hautes eaux selon configuration / disposition matériaux	Selon configuration hydraulique / disposition matériaux. Qualité redistribution ?	- Selon configuration hydraulique / disposition matériaux. - Risque de sélectivité.	Amélioration pressentie. A pondérer selon redistribution effective des sédiments

Bilan humain et financier	Coûts (hors option)	Code de l'environnement	Aléa inondation lié à l'ouvrage	Incidence pont RD 252
Scénario 1 Refection du seuil et dispositif de franchissement piscicole	$\approx 480\,000$ € HT	- Pas d'existence légale, éventuelle consistance à préciser (ruine ?) - Renonciation de l'ayant droit	Maintien de la situation actuelle, rehausse potentielle des lignes d'eau	Maintien de la situation hydraulique actuelle
Scénario 2 Dérasement complet de l'ouvrage et confortement des piles	$\approx 92\,000$ € HT	Compatibilité avec la loi climat et résilience ?	Baisse des lignes d'eau en crue - Diminution de la fréquence d'inondation de la maison RG ($\approx Q_{20}/30 \rightarrow Q_{50}$)	Sécurisation par confortement
Scénario 3 Création d'une brèche et confortement des piles	$\approx 73\,000$ € HT	Compatibilité avec la loi climat et résilience ?	Baisse peu significative de lignes d'eau en crue	Sécurisation par confortement
Scénario 4 Absence d'intervention (projection à moyens termes)	-	Continuité à priori rétablie à moyen termes	Baisse potentielle selon configuration hydraulique / disposition matériaux.	Risque d'affouillement suite à une rupture brutale du seuil

Bilan environnemental	Lignes d'eau	Hydromorph. / t. solide	Continuité piscicole	Habitats lit/berge	Score
Pondération	1	1	1	1	/100
Scénario 1	0	0	2	0	17
Scénario 2	3	3	3	3	100
Scénario 3	1	1	3	1	50
Scénario 4	2	2	2	2	67

Bilan humain et financier	Coûts	Code de l'environnement	Aléa inondation lié à l'ouvrage	Incidence pont RD 252	Score
Pondération	2	1	1	3	/100
Scénario 1	0	1	1	3	52
Scénario 2	2	1	3	3	81
Scénario 3	2	1	1	3	71
Scénario 4	3	3	1	0	48

0 : Très défavorable 1 : Défavorable 2 : Satisfaisant 3 : Très favorable



4. ANNEXES

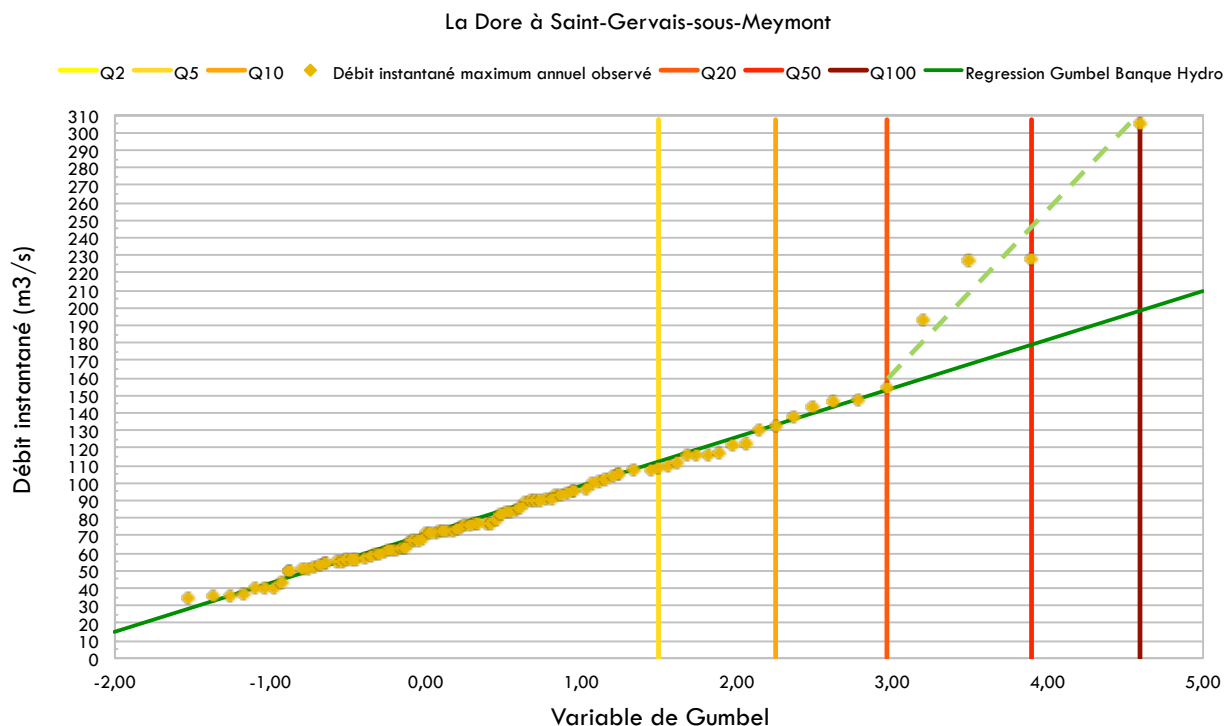
ANNEXE 1 : Annexe hydraulique

ANNEXE 2 : Plan de confortement du pont de la RD252 de 1977

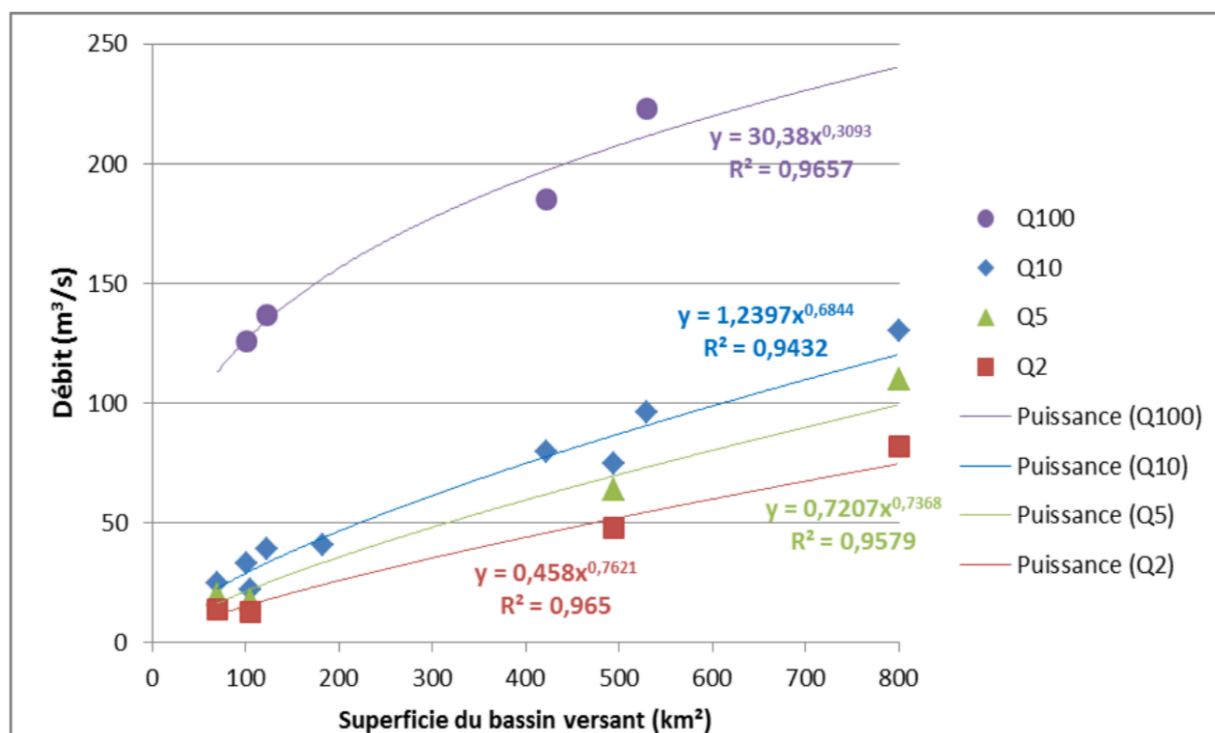
ANNEXE 3 : Livrables IDC structure

ANNEXE 1 : Annexe hydraulique

Évaluation du Q100 à la station de Saint-Gervais-sous-Meymont par alignement des maximas sur une loi de Gumbel considérant un pivot en crue vicennal.



Évaluation des débits de crue sur le bassin versant de la Dore – BURGEAP 2017





ANNEXE 2 : Plan de confortement du pont de la RD252 de 1977

PUY-DE- DOME

PONT DE MARSSAC

CD5 +E

LA DORE

02.01. 1977

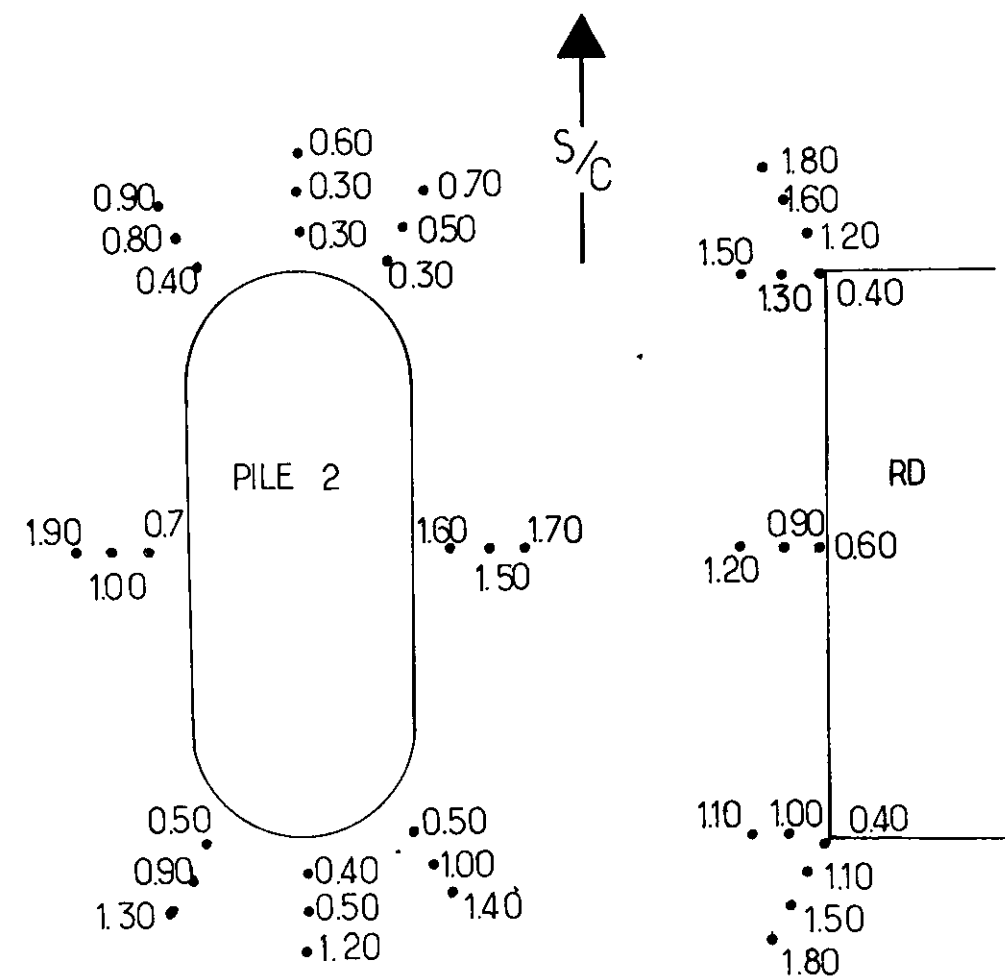
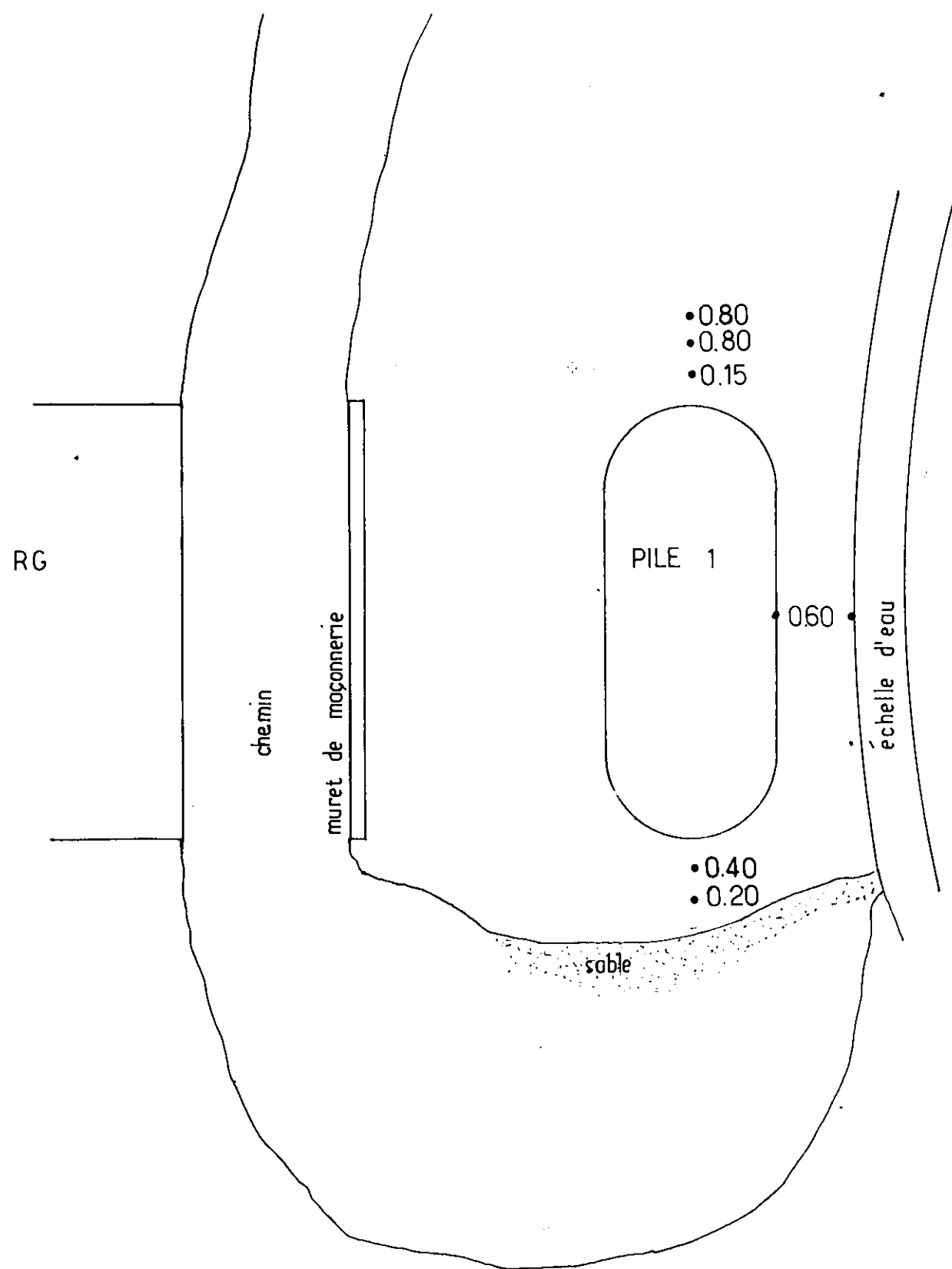
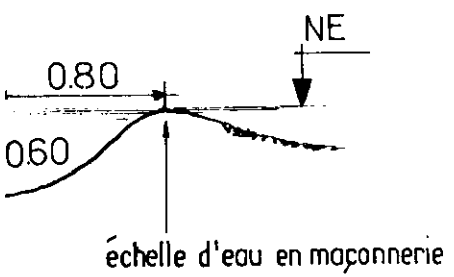
Visite Avant
Travaux Elargissement

[Signature]



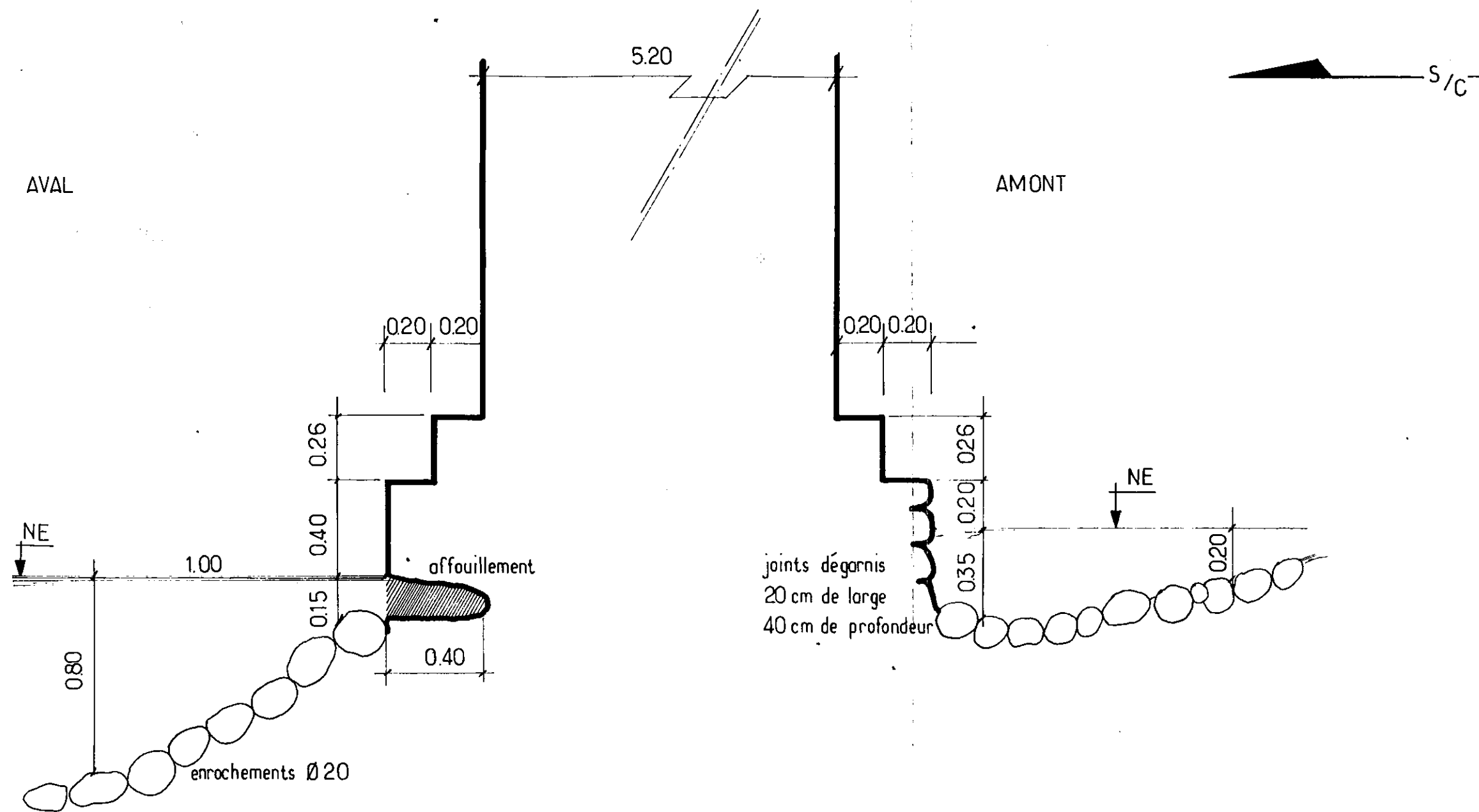
SOGETRAM

Face au n 2 Quai de la Rapée
75012 - PARIS



COUPE LONGITUDINALE DE LA PILE 1

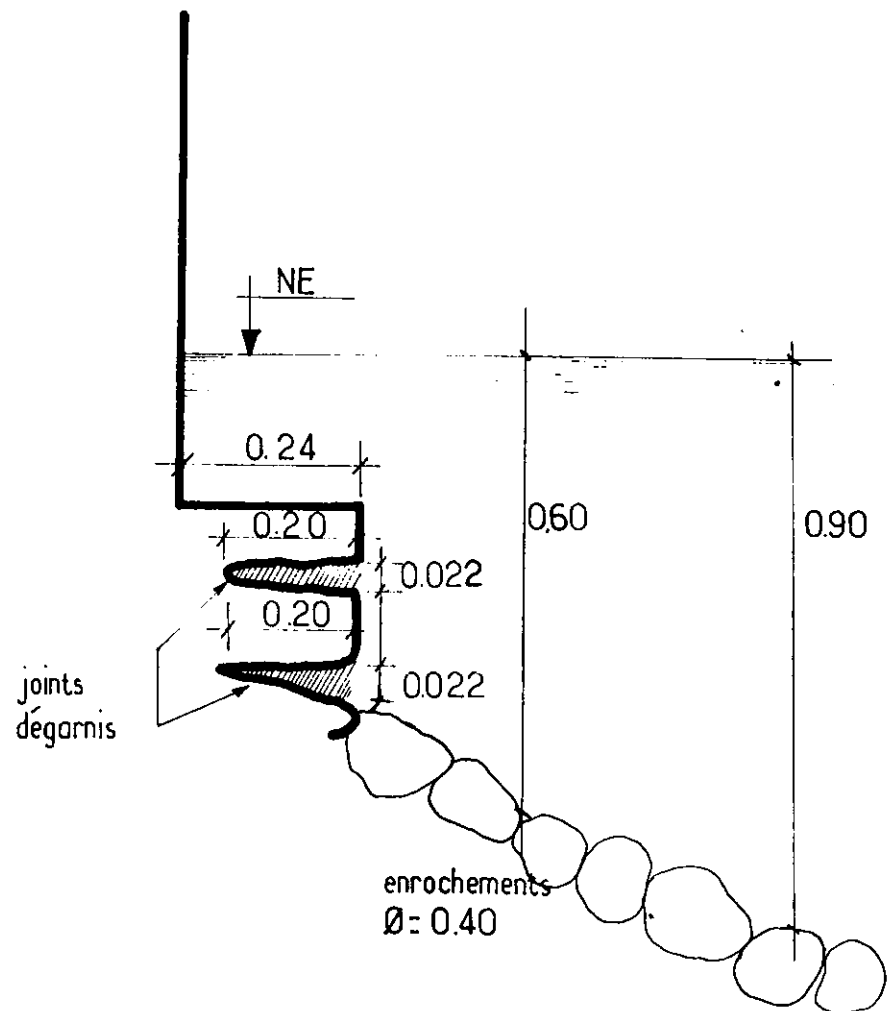
1/20^e



CULEE RG

chemin

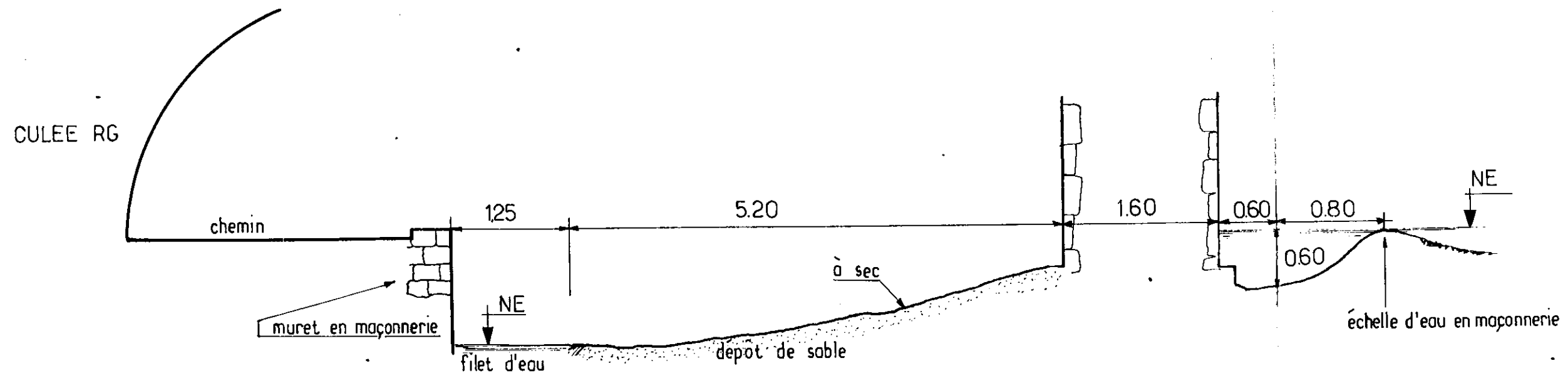
CULEE RIVE DROITE



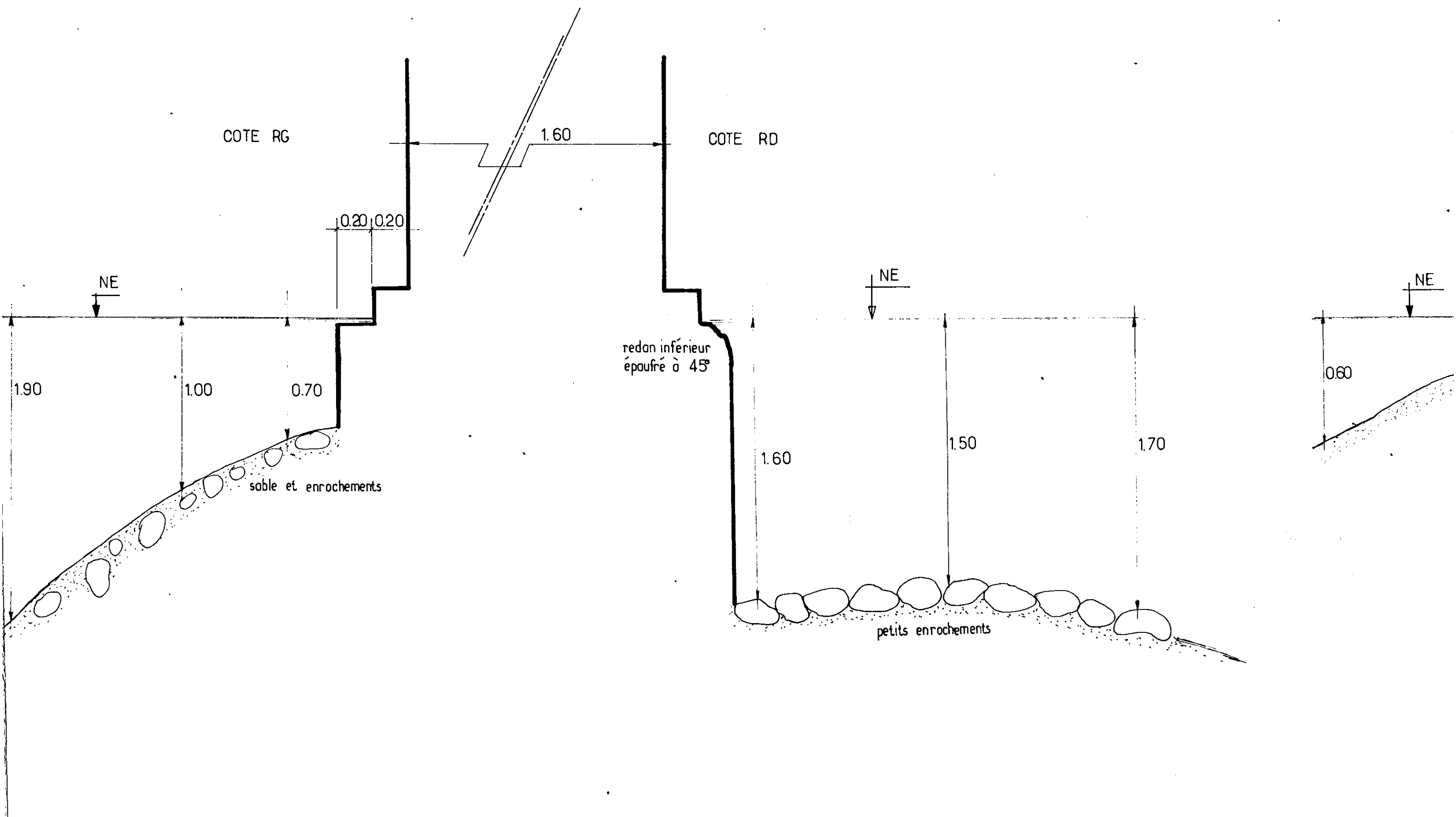
COUPE TRANSVERSALE DE LA PILE 1

1/50^e

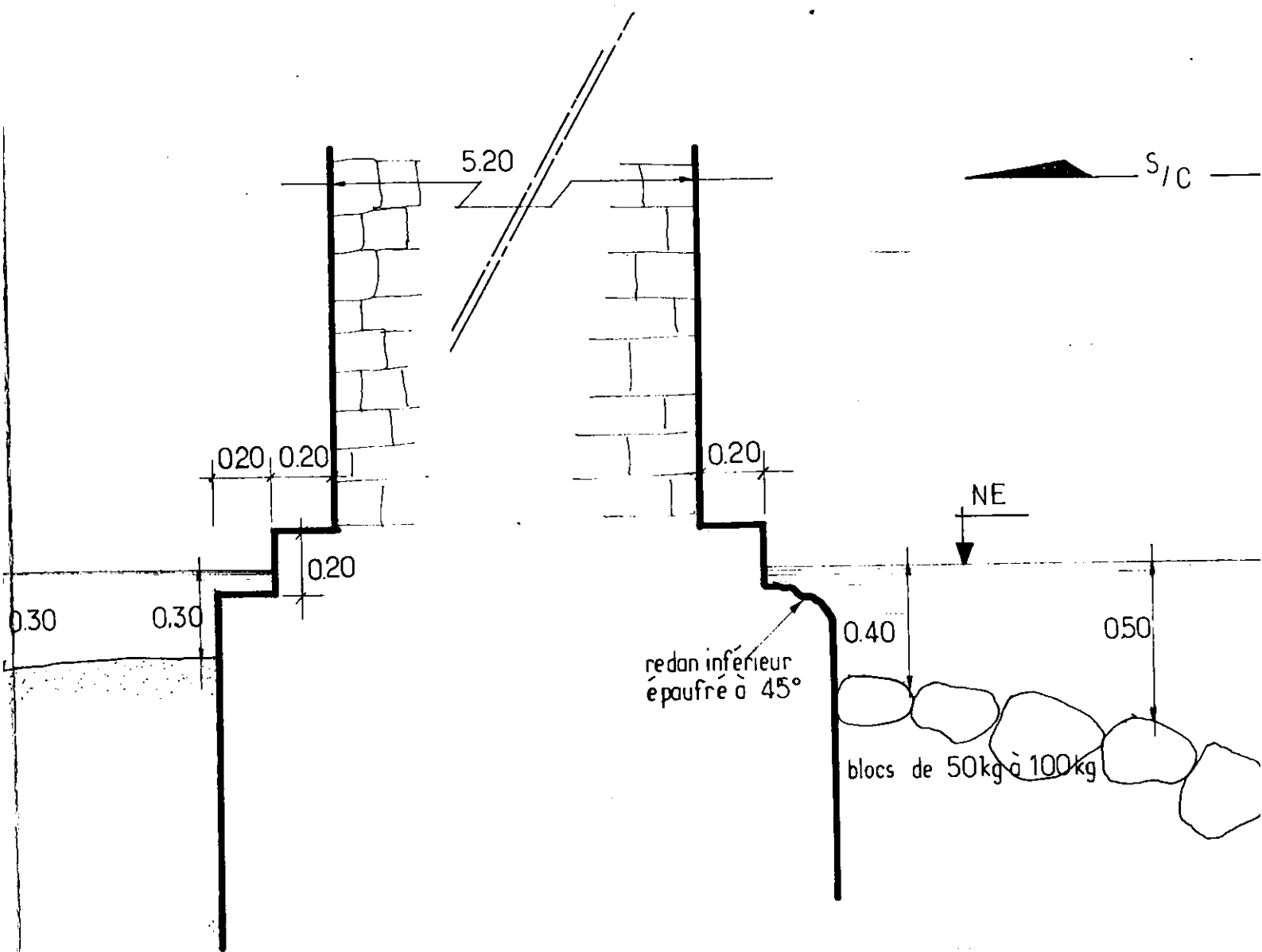
S/C



COUPE TRANSVERSALE DE LA PILE 2



COUPE LONGITUDINALE DE LA PILE 2





ANNEXE 3 : Livrables IDC structure

Rétablissement de la continuité écologique

Rapport de diagnostic



Ind.	Date	Modifications	Rédigé par	Vérifié par
Ø	24/08/2022	Version initiale	F. Brignolle	C. Patricio
A	22/02/2022	Rapport complété	J. Giraud	J. Giraud
B	03/03/2023	Modifications à la demande du département	J. Giraud	J. Giraud

Table des matières

1	Présentation	4
1.1	Mission.....	4
1.2	Contexte géographique	4
2	Investigations sur site.....	5
1.1	Relevé des désordres	5
1.1.1	Définition de l'échelle de gravité	5
1.1.2	Inventaire des désordres	8
3	Reconnaissance de fondations.....	11
3.1	Rappel de l'objectif	11
3.2	Méthode utilisée	13
3.3	Résultats.....	15
4	Etude Historique.....	17
5	Conclusion.....	20
6	Préconisations des travaux/scénarios de reprises.....	21
6.1	SC1 : Démolition/Reconstruction du seuil et passe à poissons	21
6.2	SC2 : Effacement total du seuil	23
6.3	SC3 : Réalisation d'une brèche dans le seuil actuel	25

Table des annexes

<i>Annexe 1 : Plan d'Etat des Lieux – Repérage et sondage</i>	<i>26</i>
---	-----------

Table des tableaux

<i>Tableau 1 : Caractéristiques du contexte géographique des ouvrages étudiés</i>	<i>4</i>
<i>Tableau 2 : Description des actions à mener en fonction de l'indice de gravité</i>	<i>5</i>
<i>Tableau 3 : Description des principaux désordres observés sur le pont.....</i>	<i>8</i>

Table des illustrations

<i>Fig. 1 – Localisation de MARSAC-EN-LIVRADOIS (63) avec zonage sismique – Source : Géoportail</i>	<i>4</i>
<i>Fig. 2 – Localisation des ouvrages étudiés – Source : Carte IGN.....</i>	<i>4</i>
<i>Fig. 3 – Vue satellite des ouvrages étudiés – Source : Géoportail</i>	<i>5</i>
<i>Fig. 4 – Traitement de de l'ouvrage en fonction de la classe.....</i>	<i>6</i>
<i>Fig. 5 – Présence d'organismes pionniers sur trottoirs.....</i>	<i>8</i>
<i>Fig. 6 – Présence d'organismes pionniers sur les joues de trottoirs</i>	<i>8</i>
<i>Fig. 7 – Systèmes racinaires invasifs - seuil.....</i>	<i>8</i>
<i>Fig. 8 – Systèmes racinaires invasifs - seuil.....</i>	<i>8</i>
<i>Fig. 9 – Traces d'infiltrations d'eau</i>	<i>9</i>
<i>Fig. 10 – Efflorescences de calcite en intrados.....</i>	<i>9</i>
<i>Fig. 11 – Efflorescences de calcite en intrados.....</i>	<i>9</i>
<i>Fig. 12 – Spectres d'armatures sous-enrobées et corrodées.....</i>	<i>9</i>
<i>Fig. 13 – Affouillements - seuil.....</i>	<i>9</i>
<i>Fig. 14 – Affouillements - seuil.....</i>	<i>9</i>
<i>Fig. 15 – Disjoints généralisés avec effondrements partiels</i>	<i>9</i>

<i>Fig. 16 – Disjointoiements généralisés avec effondrements partiels</i>	<i>9</i>
<i>Fig. 17 – Effondrements partiels du seuil.....</i>	<i>10</i>
<i>Fig. 18 – Effondrements partiels du seuil.....</i>	<i>10</i>
<i>Fig. 19 – Affouillements sur ouvrage aval.....</i>	<i>10</i>
<i>Fig. 20 – Affouillements sur ouvrage aval.....</i>	<i>10</i>
<i>Fig. 21 – Coupe longitudinale de la pile 1 – Source : Document de visite avant travaux d'élargissement.....</i>	<i>11</i>
<i>Fig. 22 – Culée rive droite – Source : Document de visite avant travaux d'élargissement</i>	<i>11</i>
<i>Fig. 23 – Coupe transversale de la pile 2 – Source : Document de visite avant travaux d'élargissement</i>	<i>12</i>
<i>Fig. 24 – Coupe longitudinale de la pile 1 – Source : Document de visite avant travaux d'élargissement.....</i>	<i>12</i>
<i>Fig. 25 – Photographie du pied de pile 1 20/09/2022 montrant la ceinture en béton.....</i>	<i>12</i>
<i>Fig. 26 – Localisation du sondage destructif à réaliser.....</i>	<i>13</i>
<i>Fig. 27 – Localisation du sondage à réaliser – relevé topographique.....</i>	<i>13</i>
<i>Fig. 28 – Plan des réseaux (extrait Marché d'étude - CCTP page 22/23)</i>	<i>14</i>
<i>Fig. 29 – Méthodologie du sondage à la pelle</i>	<i>14</i>
<i>Fig. 30 – Photographie commentée du sondage en pile 1</i>	<i>15</i>
<i>Fig. 31 – Schéma du pied de pile 1 intégrant les résultats du sondage</i>	<i>16</i>
<i>Fig. 32 – Photographie la plus ancienne du seuil (non datée précisément)</i>	<i>17</i>
<i>Fig. 33 – Photographie ancienne du seuil (non datée précisément)</i>	<i>18</i>
<i>Fig. 34 – Photographie actuelle du niveau du seuil repris en maçonnerie</i>	<i>19</i>
<i>Fig. 35 – Coupe de Principe sur le seuil hydraulique neuf.....</i>	<i>21</i>
<i>Fig. 36 – Extrait du plan gros œuvre du scénario SC1</i>	<i>22</i>
<i>Fig. 37 – Coupe de principe gros œuvre sur la passe à poissons.....</i>	<i>23</i>
<i>Fig. 38 – Coupe de principe des mesures de confortement des piles et soutènement</i>	<i>24</i>

1 Présentation

1.1 Mission

Dans le cadre du projet de rétablissement de la continuité écologique de la rivière « La Dore », le groupement composé des sociétés CESAME, ALIDADE et IDC STRUCTURES a été missionné pour réaliser la maîtrise d'œuvre. L'ouvrage concerné par l'étude est un seuil d'une ancienne soierie situé en aval immédiat du pont de la RD 252 à MARSAC-EN-LIVRADOIS (63). Le but de ce rapport de diagnostic réalisé par IDC Structures est de classer les différents désordres présents sur les ouvrages, d'appréhender leurs origines et d'établir un programme de travaux adaptés.

En suite de la campagne de reconnaissance des fondations réalisée, le présent rapport conclura sur les travaux à prévoir dans le cas des différents scénarii envisagés.

1.2 Contexte géographique

Le contexte géographique des ouvrages étudiés est le suivant :

Département	PUY-DE-DÔME (63)
Canton	Ambert
Adresse	Route des Chadernolles (RD 252) 63940 MARSAC-EN-LIVRADOIS
Altitude	≈ 538 m
Distance du littoral le plus proche	≈ 215 km
Région neige	A2 ($S_k = 0,45 + \Delta S_1 = 0,81 \text{ kN/m}^2$)
Profondeur Hors Gel	$H = H_0 + (A - 150) / 4000 = 79,7 \text{ cm}$
Zone de sismicité	2 (faible)
Période de construction	Antérieures à 1933 : construction du seuil et du pont ≈ 1977 : élargissement du tablier

Tableau 1 : Caractéristiques du contexte géographique des ouvrages étudiés

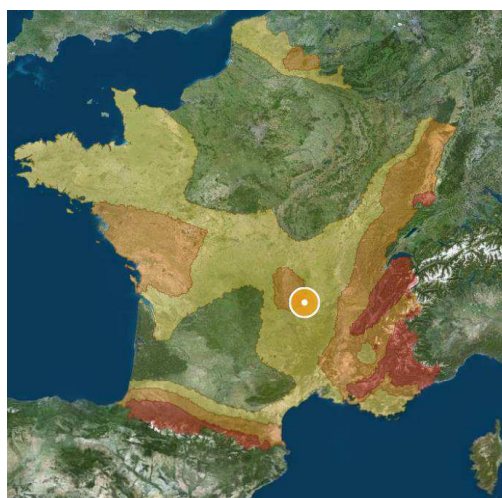


Fig. 1 – Localisation de MARSAC-EN-LIVRADOIS (63) avec zonage sismique – Source : Géoportail



Fig. 2 – Localisation des ouvrages étudiés – Source : Carte IGN

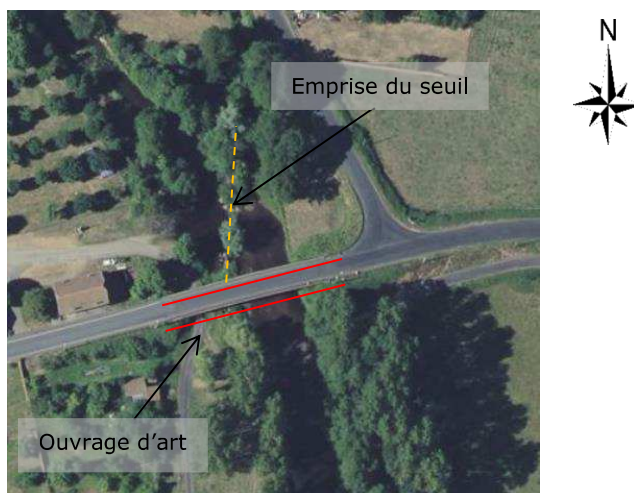


Fig. 3 – Vue satellite des ouvrages étudiés – Source : Géoportail

2 Investigations sur site

1.1 Relevé des désordres

1.1.1 Définition de l'échelle de gravité

En fonction de certains critères, dont notamment l'aspect, l'importance et l'impact structurel ou d'utilisation, les défauts observés sont pondérés d'un indice de gravité, dont le classement est inspiré de la notation IQOA, établie de la façon suivante :

Classe	Définition	Action à mener
1	Ouvrage en bon état apparent relevant de l'entretien courant	Entretien courant
2	Ouvrage, - Dont la structure est en bon état apparent mais dont les équipements ou les éléments de protection présentent des défauts, - Dont la structure présente des défauts mineurs, - Et qui nécessite un entretien spécialisé sans caractère d'urgence	Entretien spécialisé
2E	Ouvrage, - Dont la structure est en bon état apparent mais dont les équipements ou les éléments de protection présentent des défauts, - Dont la structure présente des défauts mineurs, - Et qui nécessite un entretien spécialisé URGENT, pour prévenir le développement rapide de désordres dans la structure et son classement ultérieur en 3	
3	Ouvrage dont la structure est altérée et qui nécessite des travaux de réparation mais sans caractère d'urgence	Réparation
3U	Ouvrage dont la structure est gravement altérée, et qui nécessite des travaux de réparation URGENT liés à l'insuffisance de capacité portante de l'ouvrage ou à la rapidité d'évolution des désordres pouvant y conduire à brève échéance.	

Tableau 2 : Description des actions à mener en fonction de l'indice de gravité

Nota : mention "S" : lorsque les défauts ou déficiences constatés sur l'ouvrage peuvent mettre en cause la sécurité des usagers et nécessitent de ce fait d'être traités de manière urgente, la mention "S" est attribuée à l'ouvrage en complément de l'une quelconque des cinq classes d'état définies précédemment. Cette cotation doit refléter un défaut d'une partie d'ouvrage existante ou disparue, et non pas une non-conformité à des règles de sécurité ou un niveau de sécurité jugé insuffisant.

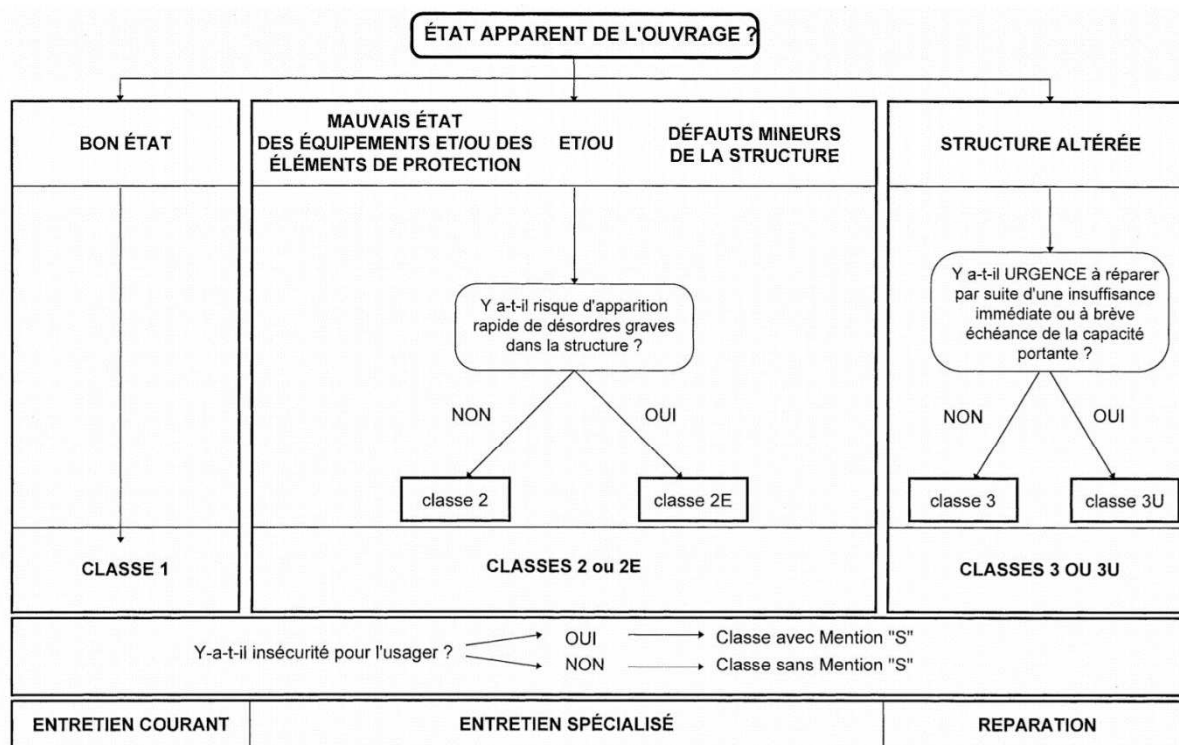


Fig. 4 – Traitement de l'ouvrage en fonction de la classe

Pour rappel, ci-après les définitions des interventions type :

- Du ressort de l'entretien courant :
 - Le nettoyage des dispositifs d'écoulement des eaux,
 - Le nettoyage des surfaces horizontales et l'enlèvement des dépôts qui se créent sur leurs rives,
 - Le nettoyage des points singuliers et des équipements,
 - Le nettoyage des éléments amovibles,
 - Le contrôle de l'état et le nettoyage des dispositifs de retenue et des accès de visite,
 - L'élimination de toute la végétation nuisible sur l'ensemble de l'ouvrage et à ses abords,
 - Le nettoyage des parements de tous graffitis et affiches,
 - Le maintien en l'état des éléments d'orientation,
 - Le contrôle de l'état de tous les équipements liés à l'usage de la structure, en particulier le contrôle des dispositifs de fixation de ces équipements à l'ouvrage ;

- Du ressort de l'entretien spécialisé :
 - Opérations sur les équipements et les éléments de protection :
 - Réfection des dispositifs d'écoulement des eaux,
 - Mise en peinture des garde-corps et des éléments métalliques des équipements,
 - Réfection des rives et éléments amovibles, des désordres locaux sur corniches,
 - Réfection des joints et points singuliers,
 - Réfection de la chape d'étanchéité, des revêtements,
 - Suppression des venues d'eau, protection des parements contre l'humidité et les ruissellements,
 - Réfection ou création de dispositifs d'entretien et de visite,
 - Remise en peinture des ossatures métalliques,
 - Entretien des protections cathodiques des parties métalliques de l'ouvrage ou des armatures du béton,
 - Réfection ou mise en place d'éléments de protection ;
 - Opérations sur les défauts mineurs de la structure :
 - Protection des armatures très localement apparentes, ragréages ponctuels et peu profonds des parements de béton très localement endommagés,
 - Protection et réfection des cachetages d'ancrages des armatures de précontrainte,
 - Remplacement isolé d'un rivet ou d'un boulon.
- Du ressort des réparations :
 - Pour la maçonnerie :
 - Le rejointoiement,
 - La reconstitution de pierres altérées,
 - L'injection,
 - La reconstruction partielle,
 - La pose de tirants d'enserrement des tympans ou des murs en retour,
 - L'épinglage des bandeaux,
 - La réalisation d'ouvrages de maintien ;
 - Pour le béton :
 - L'injection de fissures du béton,
 - La reconstitution de béton dégradé sur une profondeur importante ou une surface étendue,
 - L'adjonction d'armatures,
 - La mise en œuvre de tôles collées,
 - L'application d'une précontrainte additionnelle ;
 - Pour le métal :
 - La réfection d'assemblages boulonnés ou rivés,
 - La reconstitution ou le remplacement de pièces d'un ouvrage métallique ;
 - Pour les fondations :
 - La reprise de fondation en sous œuvre,
 - Le confortement de fondations par rideaux de palplanches métalliques, par injection du sol, par bétonnage de cavités.

1.1.2 Inventaire des désordres

Les principaux désordres observés, de manière non exhaustive et limité aux zones investiguées, sont détaillés dans le tableau suivant :

Description	Indice de gravité	Exemple
Présence d'organismes pionniers et systèmes racinaires invasifs	1	<i>Fig. 5 à Fig. 8</i>
Traces d'infiltrations d'eau avec efflorescences de calcite	2	<i>Fig. 9 à Fig. 11</i>
Spectres d'armatures sous enrobées et corrodées en sous-face des élargissements	2	<i>Fig. 12</i>
Affouillements du seuil	3u	<i>Fig. 13 & Fig. 14</i>
Disjoints généralisés avec ruine partielle du seuil	3u	<i>Fig. 15 à Fig. 18</i>

Tableau 3 : Description des principaux désordres observés sur le pont

Ci-après, des clichés photographiques représentatifs des principaux désordres observés :



Fig. 5 - Présence d'organismes pionniers sur trottoirs



Fig. 6 - Présence d'organismes pionniers sur les joues de trottoirs



Fig. 7 - Systèmes racinaires invasifs - seuil



Fig. 8 - Systèmes racinaires invasifs - seuil



Fig. 9 – Traces d'infiltrations d'eau



Fig. 10 – Efflorescences de calcite en intrados



Fig. 11 – Efflorescences de calcite en intrados

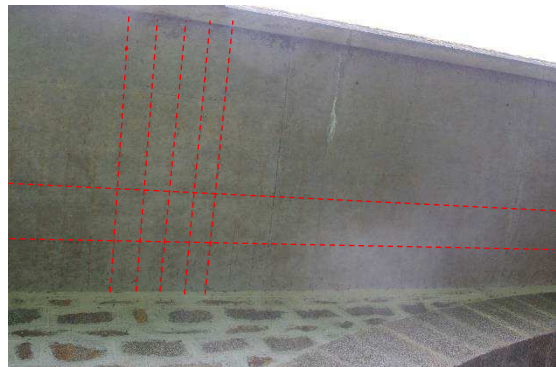


Fig. 12 – Spectres d'armatures sous-enrobées et corrodées



Fig. 13 – Affouillements - seuil



Fig. 14 – Affouillements - seuil



Fig. 15 – Disjoints généralisés avec effondrements partiels



Fig. 16 – Disjoints généralisés avec effondrements partiels



Fig. 17 – Effondrements partiels du seuil



Fig. 18 – Effondrements partiels du seuil

***Nota :** Il est à préciser que des affouillements sont constatés à proximité des ouvrages étudiés.*



Fig. 19 – Affouillements sur ouvrage aval



Fig. 20 – Affouillements sur ouvrage aval

3 Reconnaissance de fondations

Pour les besoins de l'étude, des investigations visant à reconnaître les fondations se sont avérées nécessaires. Celle-ci ont été réalisées par le Parc Naturel régional Livradois Forez le 20/09/2022, en présence d'IDC Structures. Ces sondages ont été menés conformément au cahier des charges T22B024-CDC01-Ø en date du 24/06/2022 rédigé par IDC Structures.

3.1 Rappel de l'objectif

À l'issue de la visite sur site réalisée le 02 juin 2022, il a été mis en évidence un état de dégradation avancé du seuil hydraulique situé en aval (cf. inventaire des désordres). Une ruine de cet élément n'est pas à exclure à court ou moyen terme (notamment suite à une montée des eaux importante). Ce dernier permet, à ce jour, de réguler l'écoulement et ainsi de conserver un niveau d'eau suffisant pour assurer la pérennité du pont situé en amont immédiat. Toutefois, dans le cas où ce seuil hydraulique venait à disparaître, selon la nature des fondations du pont (sur pieux bois ou autre), ce phénomène pourrait porter atteinte à la résistance de ce dernier et remettre en cause sa pérennité.

En effet, comme évoqué dans le CCTP réf. ROE 41384, de nombreux ouvrages d'art de la même époque sur le Puy-de-Dôme sont fondés sur « une plateforme en charpente et pieux en bois recépés juste sous l'étiage ».

Toutefois, lors de la visite du 02/06/2022, le niveau d'eau était proche de celui de l'étiage sans pour autant faire apparaître une structure caractéristique de pieux bois. Également, le document communiqué (*Rapport de visite avant travaux d'élargissement*) réalisé le 02/01/1977, avant les travaux d'élargissement du tablier, met en évidence des affouillements sur les culées et la pile 1 (cf. Fig. 21 & Fig. 22) ainsi qu'une profondeur de fondations mesurée, pour la pile 2, à 1,60 m (cf. Fig. 23).

Dans le but d'arrêter la faisabilité de différents scénarios de reprise et d'orienter sur les préconisations des travaux à envisager, une campagne de reconnaissance des fondations s'est donc avérée nécessaire.

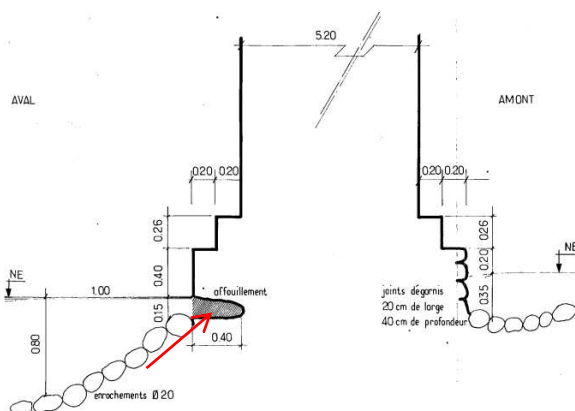


Fig. 21 - Coupe longitudinale de la pile 1 -
Source : Document de visite avant travaux
d'élargissement

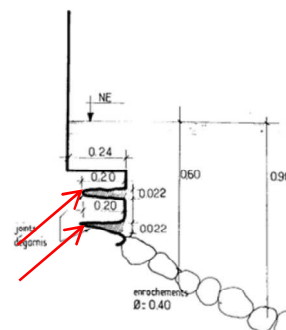


Fig. 22 - Culée rive droite - Source :
Document de visite avant travaux
d'élargissement

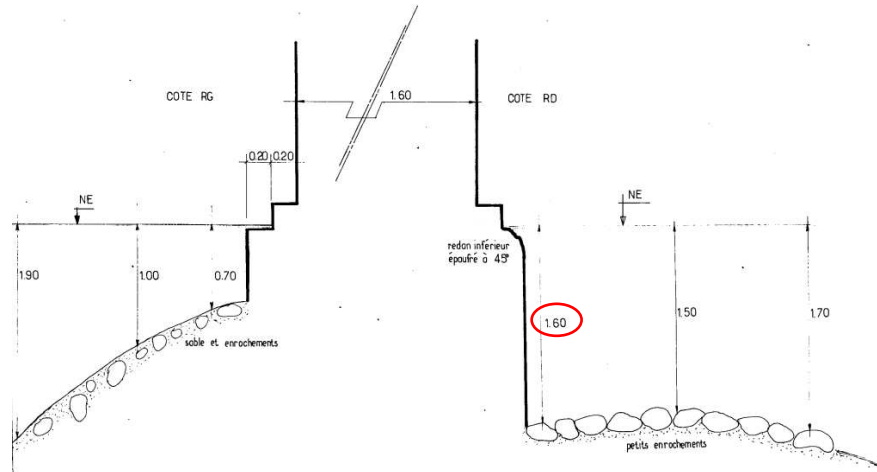


Fig. 23 – Coupe transversale de la pile 2 – Source : Document de visite avant travaux d'élargissement

La géométrie des pieds de piles relevées lors de ce constat sont différentes de l'état actuel. En effet, une ceinture en béton semble avoir depuis été réalisée sur chacun des pieds de piles. Ces dernières semblent avoir été réalisées à la suite de ces constats pour réparer les problématiques d'affouillements et d'altération des joints.

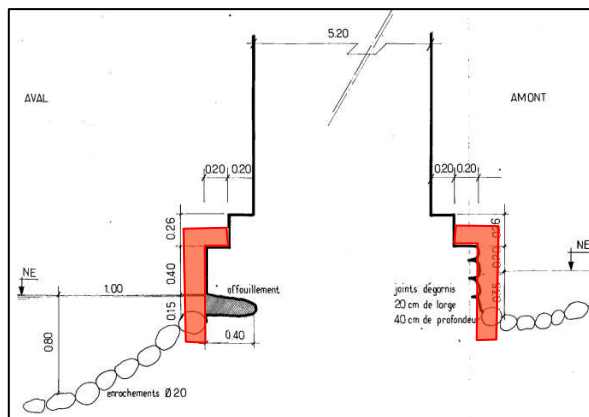


Fig. 24 – Coupe longitudinale de la pile 1 – Source : Document de visite avant travaux d'élargissement



Fig. 25 – Photographie du pied de pile 1 20/09/2022 montrant la ceinture en béton

3.2 Méthode utilisée

La profondeur du sondage a été limitée à 1m30 car la hauteur d'incidence des différents scénarios reste limitée (environ 50 à 60cm). Au-delà de cette profondeur, les différents scénarios envisagés sont sans incidence.

Le sondage a été localisé sur la pile 1 et a été réalisé, côté rive gauche, depuis le chemin communal de 3,5 m de large.



Fig. 26 – Localisation du sondage destructif à réaliser

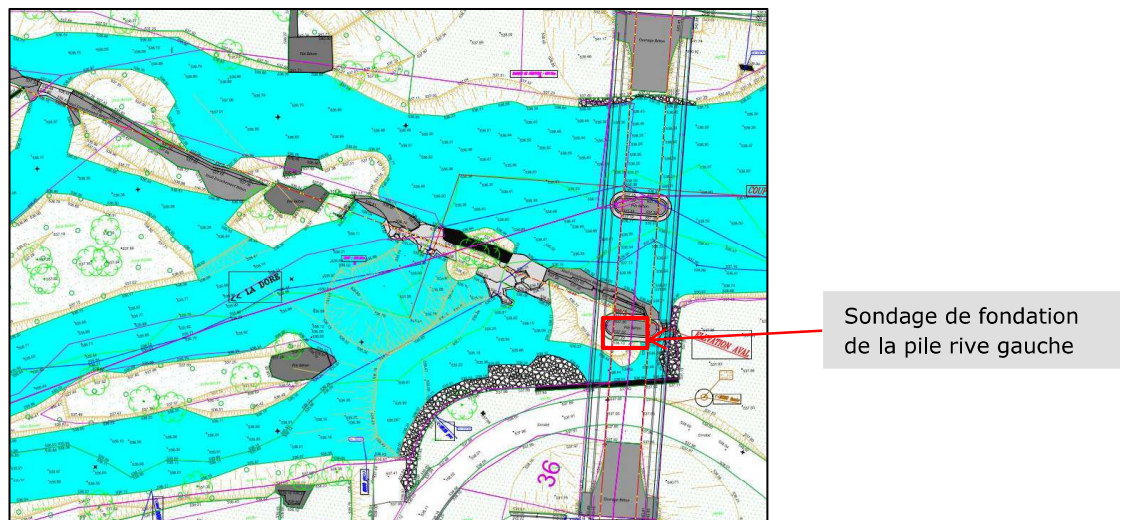


Fig. 27 – Localisation du sondage à réaliser – relevé topographique

Deux réseaux enterrés se situent à proximité de l'ouvrage :

- Réseau d'eau potable en traversée dans le lit mineur : situé à environ une dizaine de mètres en amont du pont
- Réseau d'assainissement en rive gauche,

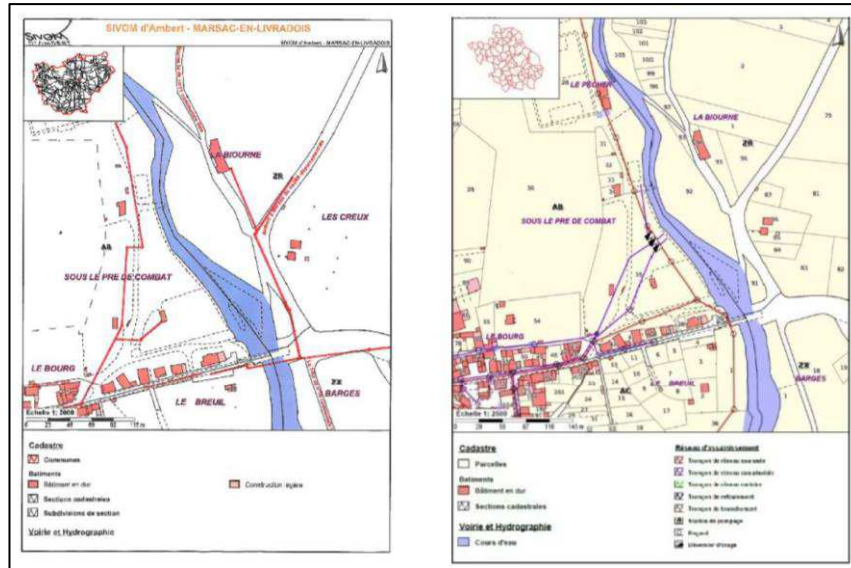


Fig. 28 – Plan des réseaux (extrait Marché d'étude - CCTP page 22/23)

Afin de ne pas impacter les réseaux à proximité, une reconnaissance préalable avec repérage au sol de leur position a été réalisée par le Parc Naturel régional Livradois Forez.

La reconnaissance de fondation a été réalisée le 20/09/2022 par le Parc Naturel régional Livradois Forez, en présence du service ouvrages d'art du CD 63 et des représentants de la commune de Marsac-en-Livradois.

Préalablement au sondage, la balsamine de l'Himalaya, présente au droit du sondage a fait l'objet d'un arrachage manuel.

Un batardeau provisoire a été réalisée au moyen de quelques blocs entre la pile et la berge côté rive gauche. Le fond de fouille a fait l'objet d'un pompage de façon à obtenir pour une meilleure visibilité des fondations de l'ouvrage. Les eaux souillées, pompées ont été rejetées dans un trou creusé dans la parcelle AC 0001.

Les matériaux issus de la fouille ont été entreposés temporairement sur la parcelle n° AC 0001 puis remis en place après intervention.



Fig. 29 – Méthodologie du sondage à la pelle

3.3 Résultats

La hauteur de la ceinture en béton formant dispositif anti-affouillement est pratiquement limitée au fond de rivière actuelle ancrage de quelques centimètres.

Sous celle-ci, le pied de pile historique a pu être visualisé. Il s'agit d'une fondation en maçonnerie hourdée qui a été repérée jusqu'à l'arrêt du sondage. Le fond de fouille n'a pas permis d'atteindre la base de la fondation.

Aucun signe visible de platelage ou de pieu n'a été identifié jusqu'à l'arrêt du sondage. Seul un bastaing bois ponctuel a été mis en évidence. Toutefois celui-ci s'apparente plus à un vestige de coffrage qu'à un élément structural.

Le sondage a été arrêté à la cote 535.32NGF environ, soit 1m30 sous le fond actuel du cours d'eau. Les différents scénarios envisagés ayant une incidence de 50 à 60cm sur le niveau d'eau la profondeur reconnue est suffisante pour conclure sur la faisabilité des travaux.

La stratigraphie du fond de rivière est actuellement composée d'une couche de dépôts alluvionnaires surmontant des blocs de pierre pluri-décimétriques s'apparentant à un cloutage du fond de lit. Au-delà, une couche de matériaux argileux bleutés a été constatée jusqu'en fond de fouille.

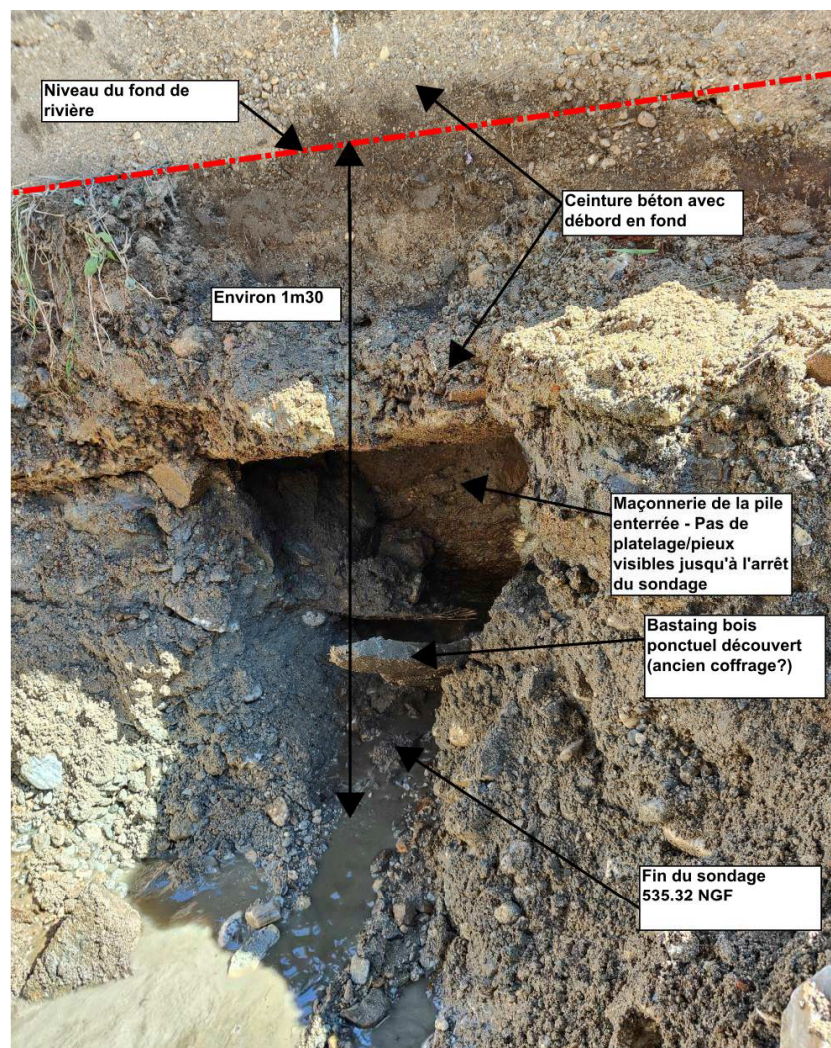


Fig. 30 – Photographie commentée du sondage en pile 1

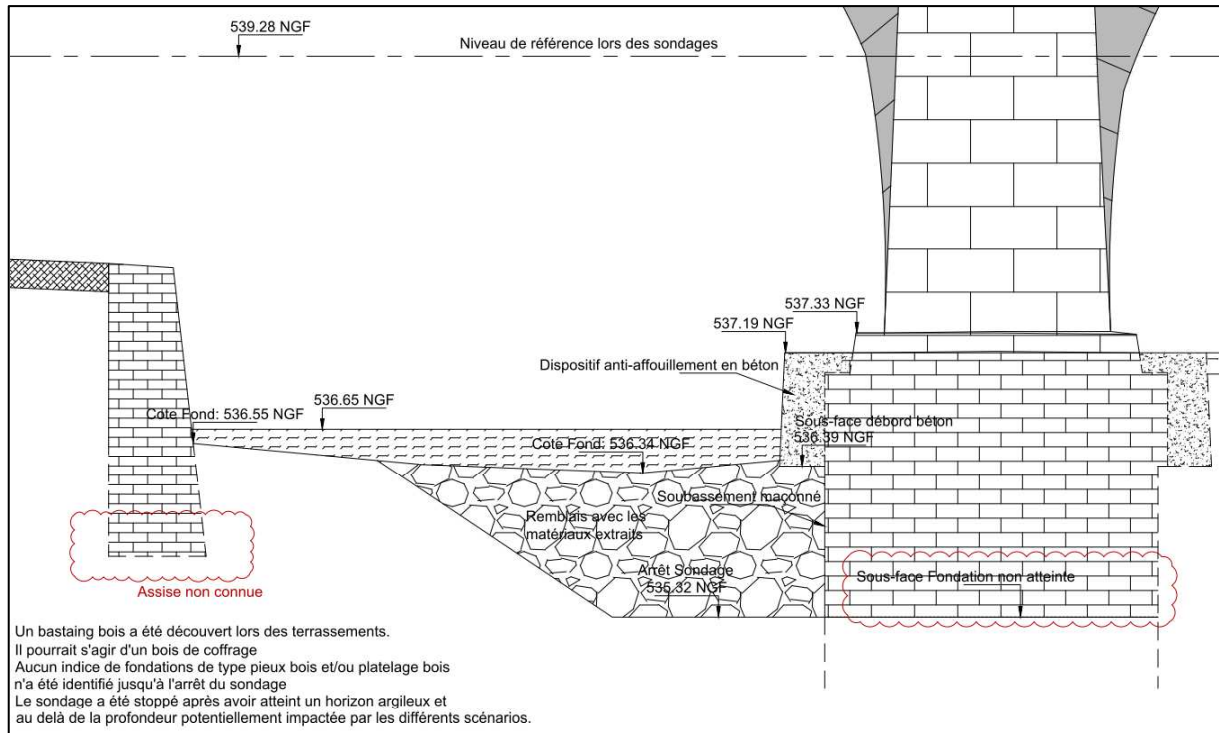


Fig. 31 – Schéma du pied de pile 1 intégrant les résultats du sondage

La pile maçonnerie se prolonge donc sur une profondeur nettement supérieure à l'impact supposé des différents scénarios. Cependant, le dispositif anti-affouillement et assurant la protection des joints de maçonnerie contre l'érosion est limité strictement à la profondeur actuelle du cours d'eau. Tout approfondissement du fond de rivière occasionnerait une mise à nu de la pile maçonnerie sous la ceinture béton de protection.

4 Etude Historique

Plusieurs clichés photographiques du seuil ont pu être retrouvés. Bien que celles-ci ne soient pas précisément datées, on estime la plus ancienne au début du XXème siècle tandis que la seconde semble plutôt avoir été prise au début de la seconde moitié du XXème siècle.

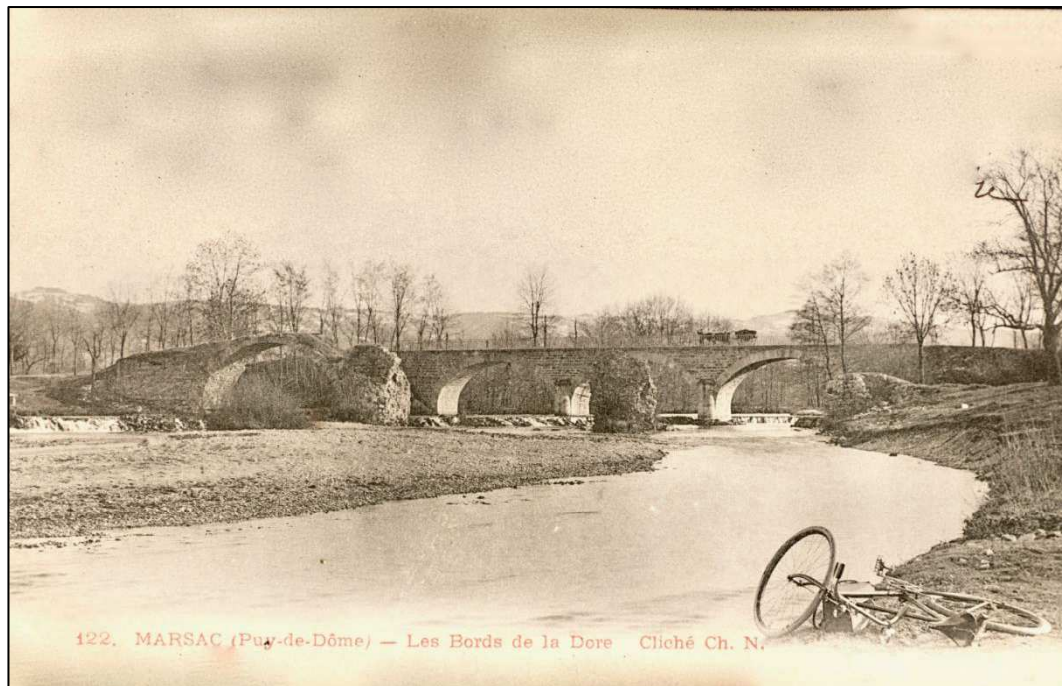


Fig. 32 – Photographie la plus ancienne du seuil (non datée précisément)

Sur ce premier cliché, on observe la présence de la voûte correspondant à la première travée en rive droite du pont historique. Le reste de l'ouvrage était déjà effondré. Le seuil apparaît continu et le débit de la rivière semble important. Une langue de terre dépourvue de végétation est visible dans le lit principal de la rivière.



Fig. 33 – Photographie ancienne du seuil (non datée précisément)

Cette seconde photographie plus récente a été prise avant les travaux d'élargissement du tablier du pont. La langue de terre est toujours présente dans le lit principal du cours d'eau et occupée par des espèces végétales de grandes tailles. Le cours d'eau semble présenter un débit moins important que sur le cliché précédent car le débordement au-dessus du seuil n'est pas visible.

On constate que le seuil aujourd'hui composé d'amas de pierres instables était à cette époque un ouvrage massif en enrochement bétonné. Sur cette photographie, on voit également que le pied de la pile en rive gauche est plus bas que le seuil. Cette différence de hauteur ne semble plus aussi marquée actuellement. L'ouvrage a donc probablement été dérasé (naturellement ou non) au cours de son histoire. On constate d'ailleurs que des réfections ont été réalisées en ce sens par réhausse en maçonnerie de type agglomérés de béton pleins.



Fig. 34 – Photographie actuelle du niveau du seuil repris en maçonnerie

Ces différents visuels nous éclairent sur l'état d'origine de cet ouvrage qui était visiblement massif et en enrochement bétonné. A ce jour, le seuil ne correspond plus qu'à un amas de pierres partiellement jointives dont la stabilité est précaire. Plusieurs réparations semblent avoir été engagées depuis les années 1950. Notamment les surélévations du seuil en agglomérés de béton plein ou les bétonnages de consolidation. Cependant ces interventions ne semblent pas avoir été réalisées conformément aux règles de l'art.

L'évolution de l'état du seuil constatée depuis la seconde moitié du XXème siècle jusqu'à aujourd'hui illustre un ouvrage dégradé par le temps et donc la ruine à court ou moyen terme est quasi certaine.

5 Conclusion

À l'issue du diagnostic, les principaux éléments mis en évidence sont les suivants :

- Vis-à-vis des désordres :

- Présence d'organismes pionniers et systèmes racinaires invasifs, vraisemblablement due à une insuffisance d'entretien, l'environnement humide étant favorable au développement de la végétation,
- Traces d'infiltration d'eau avec efflorescences de calcite principalement localisées en intrados du pont. L'origine de ce désordre est une circulation et une accumulation d'eau entre les pierres, s'apparentant vraisemblablement à un défaut d'étanchéité de la chaussée,
- Spectres d'armatures sous-enrobées et corrodées en sous-face des élargissements. Ce désordre s'apparente à un défaut de mis en œuvre,
- Affouillements du seuil,
- Disjointoiements généralisés avec ruine partielle du seuil. A l'issue de la visite, il a été mis en évidence un état de dégradation avancé de ce seuil hydraulique, dont les causes (de façon non exhaustives) seraient une insuffisance structurelle de l'ouvrage vis-à-vis des efforts de poussées, couplée à l'âge avancé de la structure.
- Au regard de sa composition et de son état de dégradation, la réparation du seuil dans les règles de l'art n'est pas envisageable.
- Sans intervention l'effacement naturel du seuil à court ou moyen terme est hautement probable.

- Vis-à-vis des fondations :

- Les pieds de piles sont actuellement protégés par dispositif de protection en béton contre l'érosion des joints de maçonnerie du fait de leur exposition au courant et l'apparition d'affouillement par déscellement des pierres de maçonneries en résultant. Cette ceinture s'arrête actuellement au niveau du fond de rivière. Toute modification ayant pour conséquence la modification de ce niveau conduira à une mise à nu des pieds de piles maçonnés sous la ceinture béton de protection.
- La partie maçonnée des piles a été reconnue jusqu'à 535.32NGF. L'assise de la fondation n'a pas pu être reconnue et est donc plus profonde que cette cote altimétrique. Aucun signe de la présence de platelage ou de pieux bois n'a été identifié jusqu'à cette cote. Seul un bastaing s'apparentant à un vestige de coffrage a été aperçu en fond de fouille. L'incidence des différents scénarios envisagés sur le niveau d'eau étant limité à 50/60cm, celle-ci n'apparaît pas préjudiciable pour la portance des fondations du pont qui sont ancrées au-delà. Quelque soit le scénario retenu l'assise des fondations restera sous l'étiage garantissant sa pérennité quelque soit sa nature.

6 Préconisations des travaux/scénarios de reprises

De façon à pérenniser l'ouvrage d'art en amont du seuil hydraulique, il conviendrait de dévégétaliser et nettoyer l'ouvrage, puis de procéder à une purge des concrétions calcaires.

Concernant le seuil hydraulique :

Rappelons tout d'abord que sa composition et son état de dégradation avancé ne permettent pas d'envisager une réparation dans les règles de l'art. Par conséquent les scénarios étudiés sont les suivants :

- **SC1 : la démolition du seuil actuel et la reconstruction d'un seuil hydraulique neuf et l'aménagement d'une passe à poissons**
- **SC2 : L'effacement du seuil**
Cette hypothèse correspond soit à une intervention volontaire et maîtrisée, soit à l'évolution hautement probable du seuil réputé instable du fait des crues répétées.
- **SC3 : La réalisation d'une brèche dans le seuil actuel**

6.1 SC1 : Démolition/Reconstruction du seuil et passe à poissons

Le seuil sera constitué d'une semelle filante en béton armée ancrée dans l'horizon argileux du fond de rivière. Pour cela une étude géotechnique de type G2 devra être commandée par le maître d'ouvrage préalablement aux études phases projet.

Cette semelle supportera d'une part un voile en béton armé de 30cm faisant obstacle à l'eau, mais également un enrochement bétonné en aval ayant le double objectif de limiter la hauteur de chute et donc les affouillements, et de rendre moins artificiel l'impact visuel du seuil.

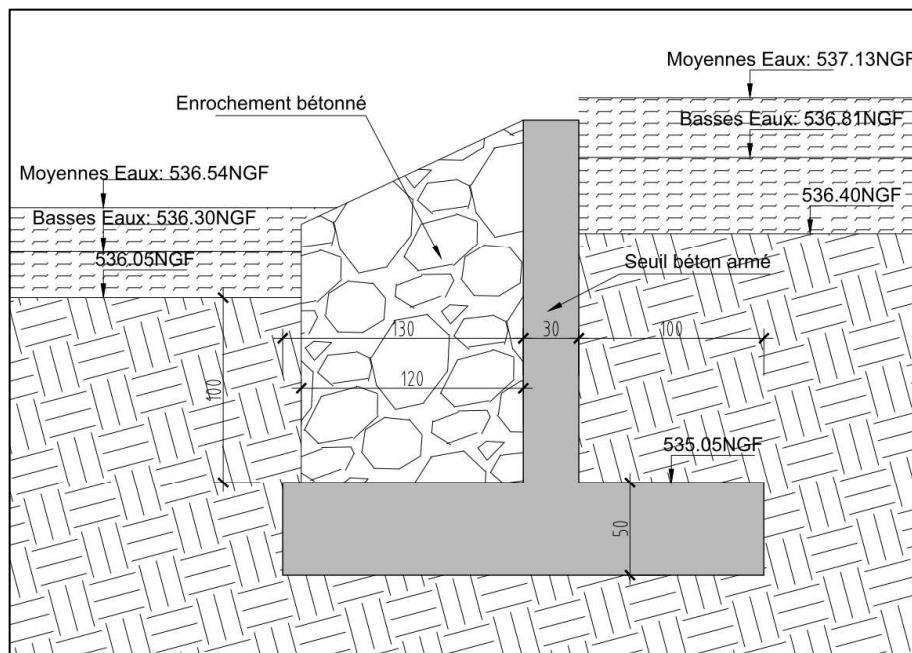
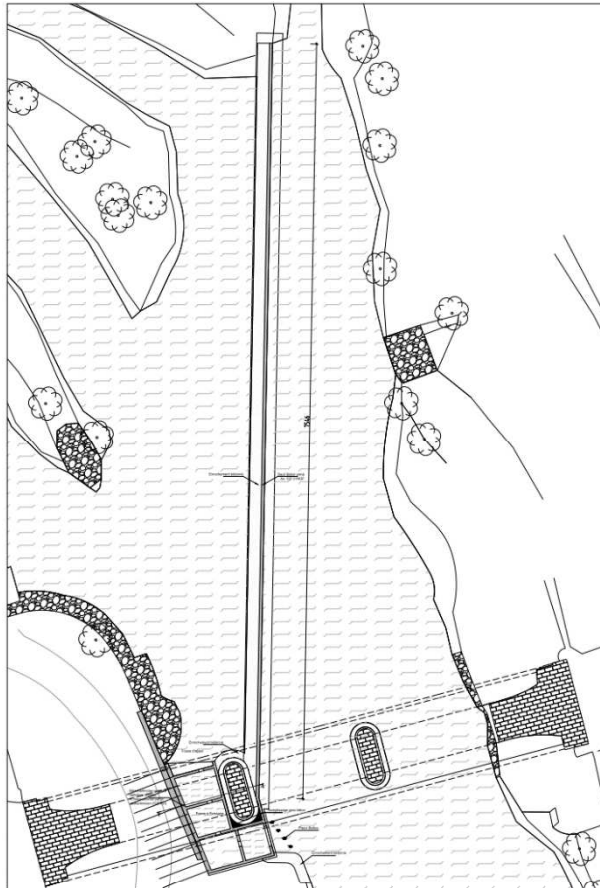


Fig. 35 – Coupe de Principe sur le seuil hydraulique neuf

Cette solution aura un impact visuel proche de la photographie historique présentée dans le chapitre 4.



Cet ouvrage aura une longueur d'environ 75m et nécessitera à minima une réalisation par moitié avec la mise en place d'un batardeau pour les phases provisoires.

Pour permettre aux espèces aquatiques de contourner cet obstacle, une passe à poissons devra être aménagée en rive gauche entre le chemin vicinal et la pile 1.

Celle-ci sera composée d'un radier de fond horizontal ancré dans l'horizon argileux pour lequel des études géotechniques devront également être menées en phase PRO.

Différentes parois en béton découperont cet ouvrage en plusieurs bassins. La déclivité du fond de passe sera obtenue par recharge en gros béton sur le radier structural.

La passe à poissons occupera l'intégralité de la largeur entre le mur de soutènement retenant la voirie et la pile.

Fig. 36 – Extrait du plan gros œuvre du scénario SC1

Le dimensionnement hydraulique de la passe afin de conserver les niveaux d'étiages actuels à imposer un fond d'ouvrage à 535.50NGF. Cette altimétrie induit :

- Le comblement en gros béton de l'interstice entre la pile maçonnerie et la passe à poissons en dessous de la ceinture de protection.
- La reprise en sous-œuvre du mur de soutènement de la voirie dont les conditions d'équilibre seront modifiées.

Le niveau d'assise de cet ouvrage n'a pas été reconnu précisément. Toutefois au regard de la situation actuelle et de projet envisagé un confortement de l'ouvrage sera nécessaire. Celui-ci devra être confirmé et dimensionné dans le cadre de la mission d'ingénierie géotechnique nécessaire à la poursuite des études du projet en phase PRO.

A ce stade, une solution de reprise de type micro berlinoise tirantée a été retenue. Celle-ci sera composée de micropieux verticaux réalisés directement en pied du mur, et d'un parement en béton projeté qui sera également le bajoyer définitif de la passe à poissons. Suivant la hauteur à conforter un lit de tirant sous la voirie pour s'avérer nécessaire.

La profondeur de la passe correspond approximativement à l'altimétrie d'arrêt des reconnaissances de fondation de la pile. Par conséquent, cet ouvrage n'est pas de nature à déchausser la pile du pont.

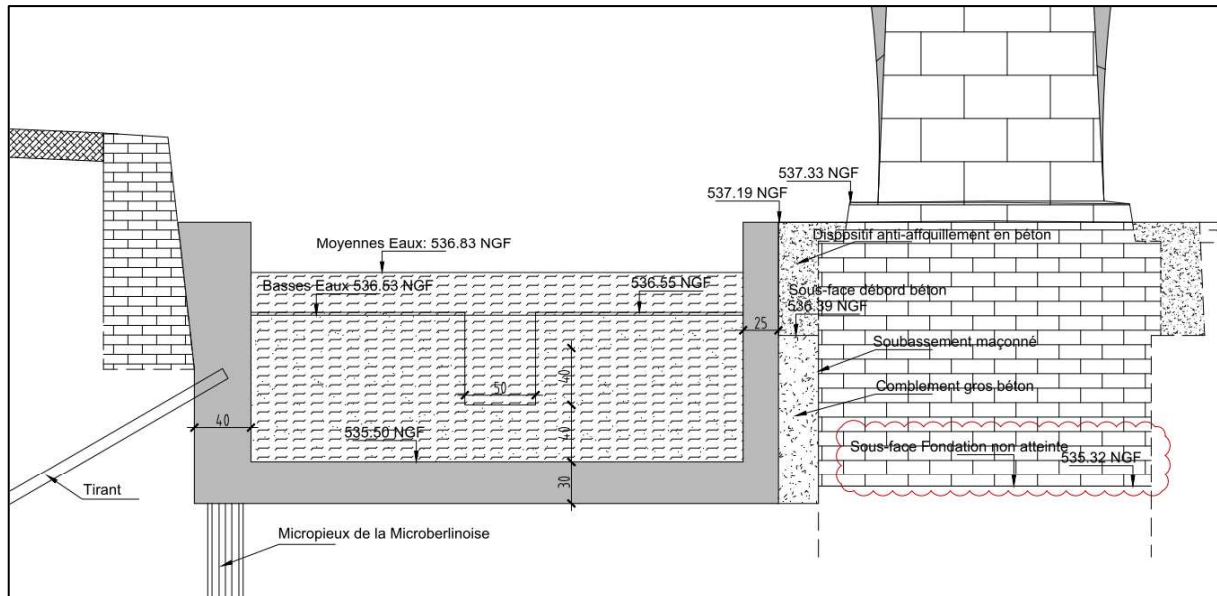


Fig. 37 – Coupe de principe gros œuvre sur la passe à poissons

6.2 SC2 : Effacement total du seuil

Ce scénario correspond :

- Soit à une démolition du seuil dans le cadre d'une campagne de travaux,
- Soit à l'évolution naturelle hautement probable qui résulterait de l'effondrement du seuil sans intervention.

Les simulations hydrauliques réalisées par l'entreprise CESAME ont permis de définir les niveaux d'eau et de fond attendus dans cette hypothèse :

- Moyennes eaux : 536.54NGF
- Basses eaux : 536.28 NGF
- Fond de rivière 536.28NGF

Le fond de rivière se trouverait ainsi plus bas que la ceinture béton existante autour des piles, la rendant inefficace.

Pour mémoire, celle-ci a pour fonction d'empêcher l'érosion des joints de maçonnerie au contact du courant et le déscellement de pierres qui en résulte et provoquant des affouillements.

L'effacement du seuil se doit donc d'être accompagné pour maîtriser les incidences à long terme sur l'ouvrage de franchissement. En outre, nous préconisons l'approfondissement de la ceinture béton en pied des piles et culées.

De la même manière que pour le scénario Sc1, le niveau de fond de rivière étant modifié en pied du mur de soutènement de la voirie, les conditions d'équilibre actuel ne sont plus garanties. Une mission d'ingénierie géotechnique devra reconnaître le niveau d'assise de

cet ouvrage pour permettre d'affiner la solution retenue en phase PRO. Toutefois, les modifications du nivellement étant peu importantes, une solution de reprise en sous œuvre gros béton par passes alternées paraît plus adaptée à la situation résultant de ce scénario.

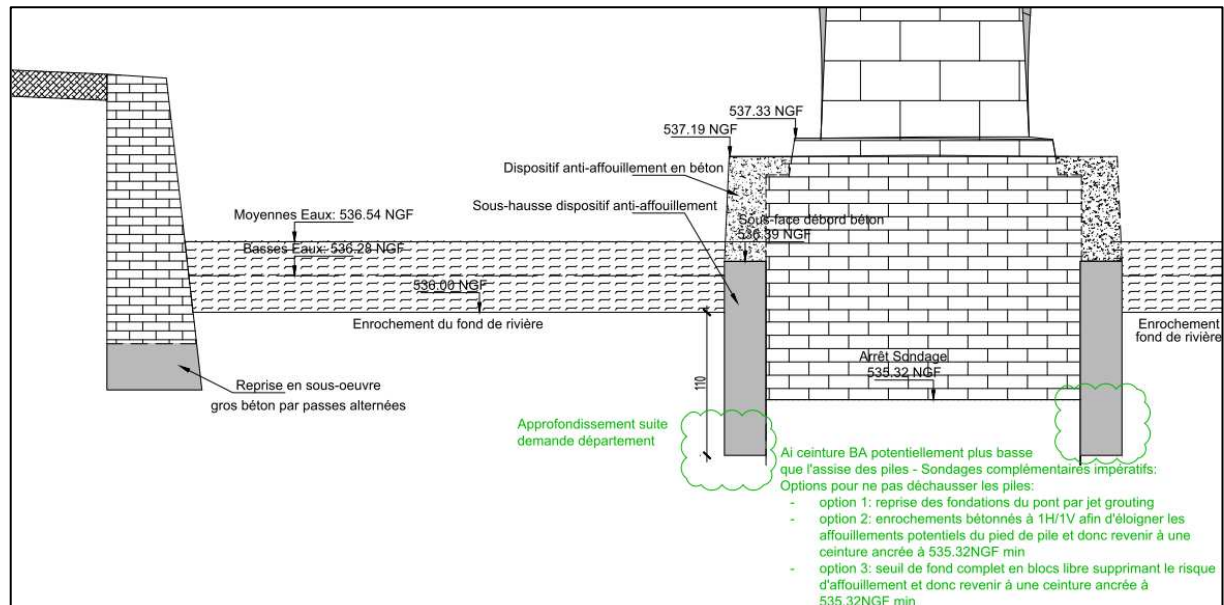


Fig. 38 – Coupe de principe des mesures de confortement des piles et soutènement

L'approfondissement des dispositifs de protection des pieds de piles demandé par le département induit une incertitude complémentaire. En effet, la profondeur demandée pour ces derniers est plus importante que la profondeur reconnue lors du sondage. Par conséquent il n'est pas à exclure que la profondeur souhaitée conduise à des terrassements plus profonds que l'assise des piles. Dans ce cas, plusieurs variantes seraient envisageables :

- Limiter strictement le ceinturage des pieds de piles à la profondeur d'assise des fondations pour ne pas les déchausser.
Pour écarter les risques d'affouillement, cette variante peut être accompagnée de mesures pour limiter les risques :
 - Réalisation d'un fond de rivière complet en blocs libre pour supprimer totalement les risques d'affouillements potentiels
 - Réalisation d'enrochements bétonnés à 1H/1V en périphérie des ceinturages de pied de pile, de sorte à éloigner les éventuels affouillements des piles
- Une variante pourrait également être de reprendre en sous-œuvre les piles et culées de l'ouvrage concernées par jet grouting.

6.3 SC3 : Réalisation d'une brèche dans le seuil actuel

Du point de vue structurel, la réalisation d'une brèche et l'effacement complet du seuil sont similaires. En effet, dans la différence entre ces 2 scénarios n'est réelle qu'à très court terme. Après réalisation de la brèche, la tenue des parties conservées n'est pas garantie. Il est donc hautement probable que cette situation transitoire évolue vers un effacement complet à court ou moyen terme. Les mesures d'accompagnement identiques au scénario Sc2 seront à retenir :

- Approfondissement des ceintures béton en pied de piles/culée
- Reprise en sous œuvre de la fondation du mur de soutènement (après mission d'ingénierie géotechnique)

Annexe 1 : Plan d'Etat des Lieux – Repérage et sondage

(1 page)

[illegible][illegible][illegible][illegible]

ETUDE SEUIL DE LA SOIRIE
MARSAC-EN-LIVRAOIS/PUY-DE-DÔME 63

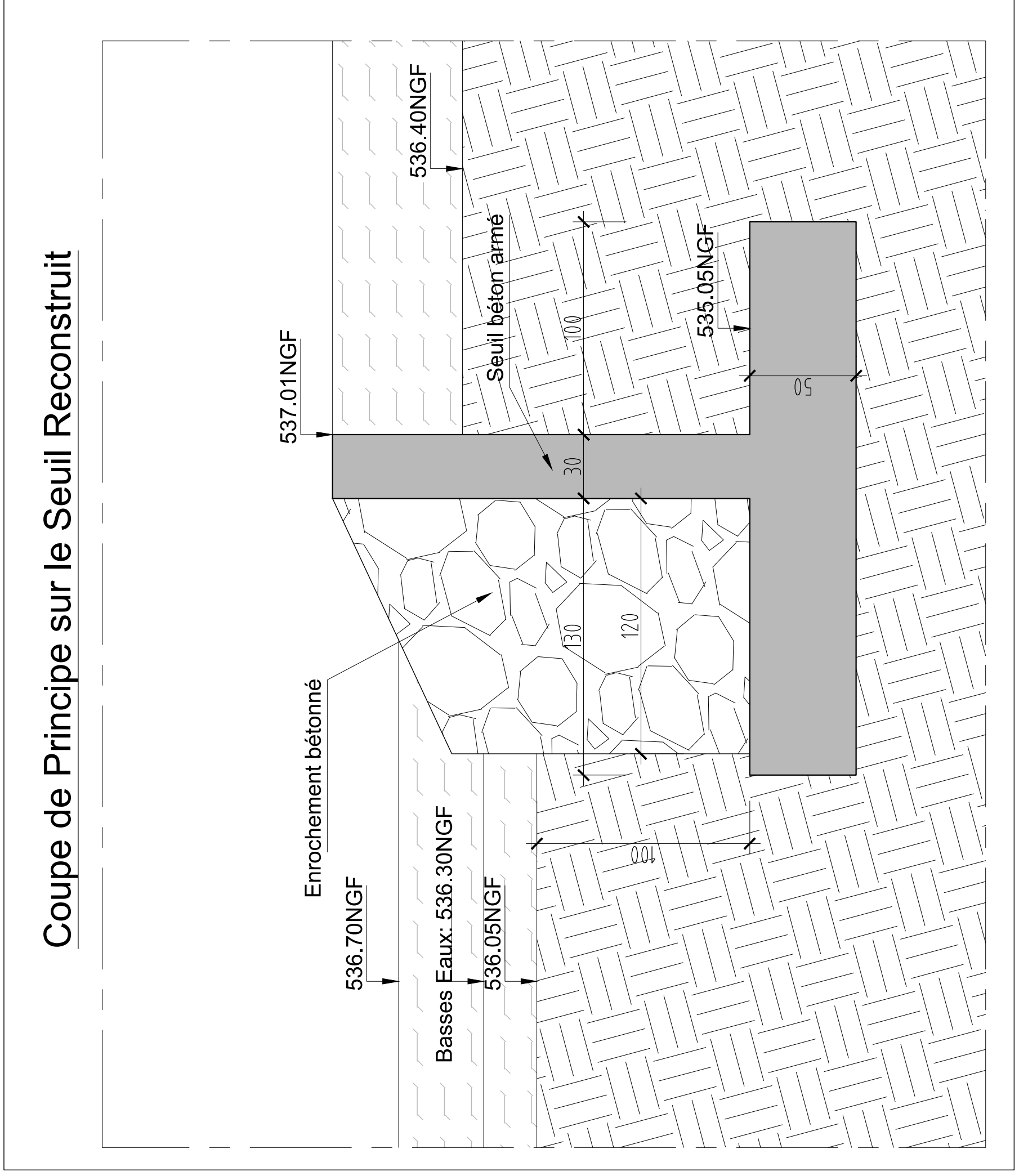
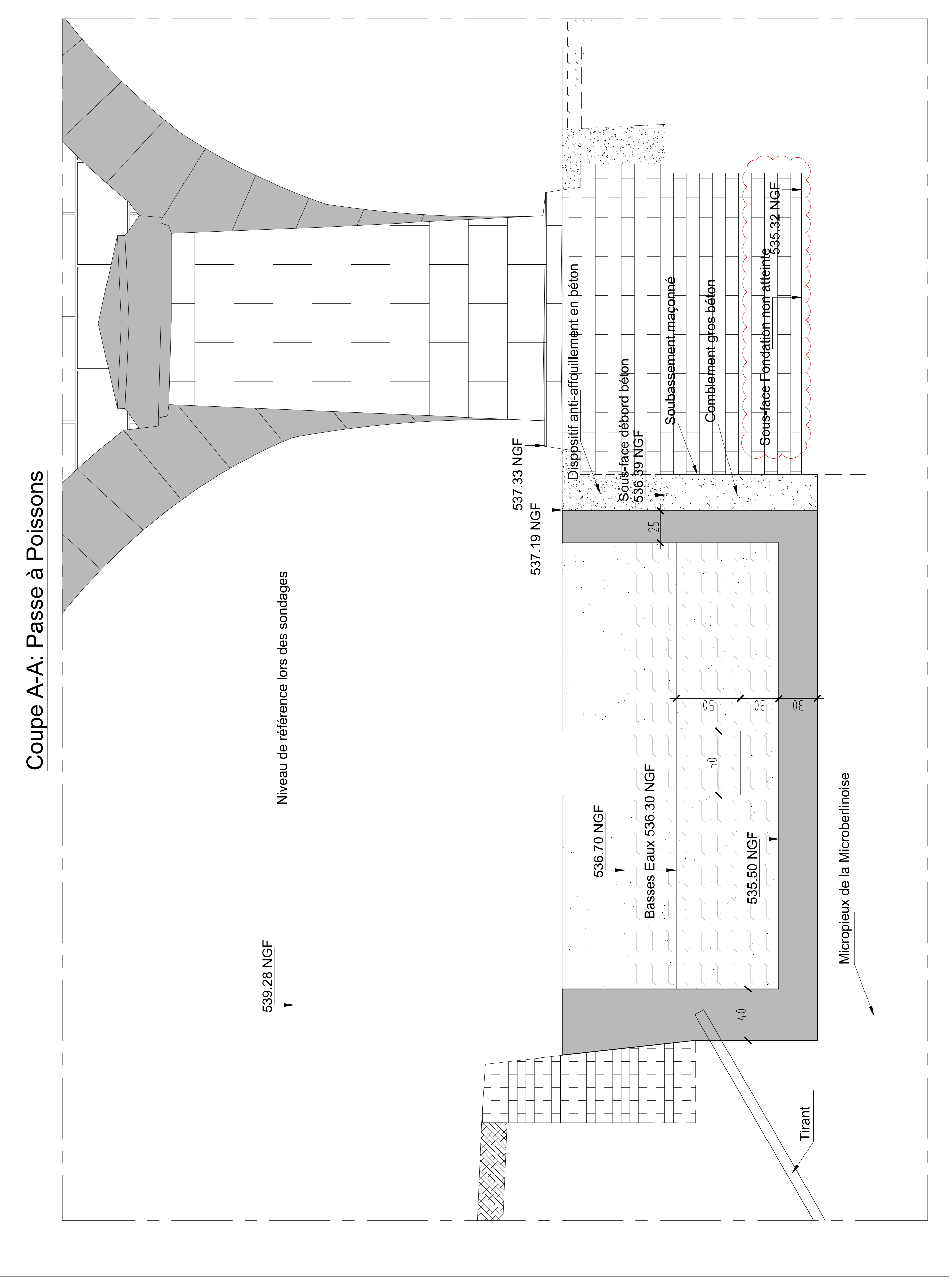
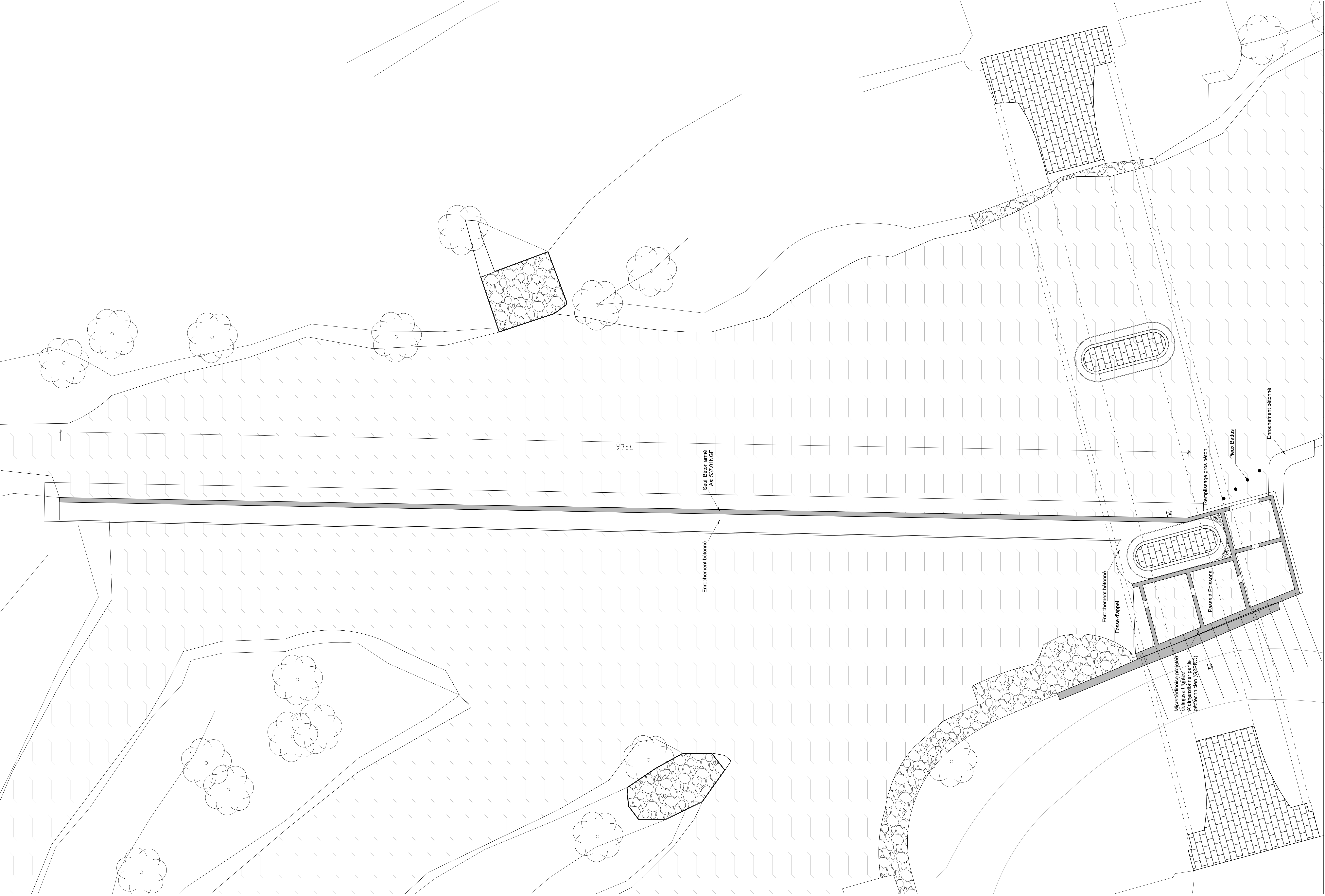
	Td	total :
MATRIE D'OUVRAGE	Communs Mirapoix-Lirabot	
BE ENVIRONNEMENT	CESAME	214,1 Pm - 424,0 FRANCES
		total : 141,660 10 10
GEOMETRIE	ALDADE	250 x des environs 4111 ESPRIS/DES SAINT PAUL
		16 04776209 total :

Repérage et Sondage

[illegible]

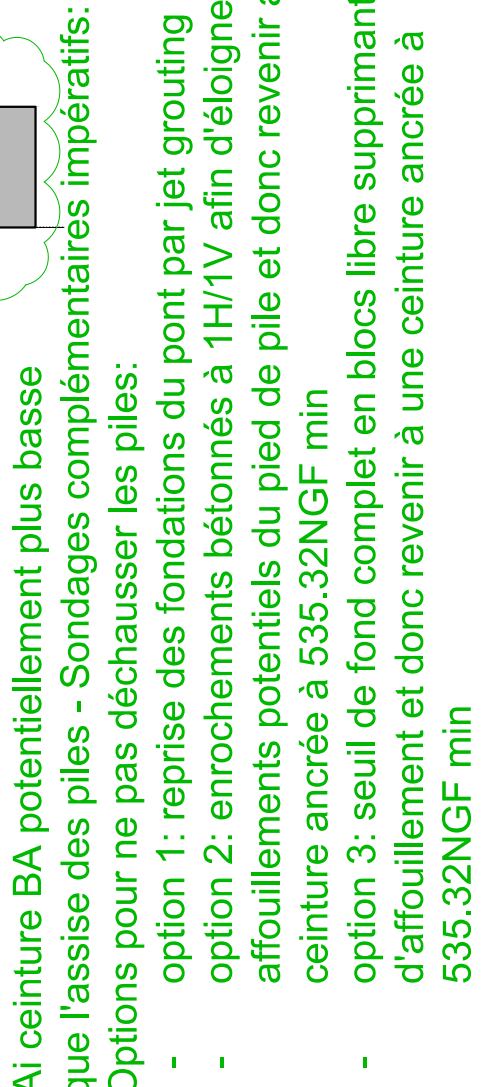
Annexe 2 : Plan Scénario 1 – Réfection du seuil et aménagement d'une passe à Poissons

(1 page)

[illegible]

Annexe 3 : Plan Scénario 2 – Effacement du Seuil

(1 page)

[illegible][illegible]