



## RESTAURATION DE LA CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE SUR 14 OUVRAGES SUR LE BASSIN VERSANT DU SORNIN

### OUVRAGE SB 62 – Pont du Bas Nolay (ROE83620)

## Phase 1 & 2 : Diagnostic & AVP



Réf. : 2114 - TD/JT/TT – 2020

Étude réalisée avec la participation financière de :



Établissement public du ministère  
chargé du développement durable



Février 2025



## 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

<b>Intitulé de l'étude / du document :</b>	<b>Étude pour la restauration de la continuité écologique sur 14 ouvrages sur le bassin versant du Sornin</b> <i>Rapport de phase 1 &amp; 2 – Diagnostic &amp; AVP</i>	
<b>Référence :</b>	2114 - TD/JT/TT - 2020	
<b>Client :</b>		<b>SYMISOA</b> 321 rue de Marcigny 42720 Pouilly-sous-Charlieu Contact : Jérôme Dérigon 04 77 60 97 91 / 06 71 58 46 94 – <a href="mailto:j.dérigon@symisoa.fr">j.dérigon@symisoa.fr</a>

<b>Version</b>	<b>Date d'édition</b>
<b>V1</b>	20 septembre 2021
<b>V2</b>	03 décembre 2021 – Ajout des AVP
<b>V3</b>	17 Février 2025 – Intégration des remarques du SYMISOA

## Intervenant

<b>Organisme</b>	<b>Contribution au document</b>	<b>Rédaction</b>	<b>Vérification</b>
<b>CESAME - Mandataire</b> ZA du Parc - Secteur Gampille - 42 490 FRAISSES tel : 04 77 10 12 10 E-Mail : <a href="mailto:cesame@cesame-environnement.fr">cesame@cesame-environnement.fr</a>	Diagnostic, corps du rapport	Joseph Thiollier JB. Martineau (faune) Bruno Mace (flore)	Joseph Thiollier Thomas Thizy
<b>B-Ingenierie</b> 32 rue Dorian 42 700 Firminy tel : 04 77 56 82 41 E-Mail : <a href="mailto:contact@b-ingeniere.fr">contact@b-ingeniere.fr</a>	Expertise aspects chiffrage / génie civil / VRD	Jacques Bessy	Jacques Bessy
<b>Géolithe Massif central - Co-traitant</b> 3 rue du doct Digue – 63170 Aubière tel : 04 63 46 77 30 E-Mail : <a href="mailto:contact@geolithe.com">contact@geolithe.com</a>	Expertise géotechnique G5	V.Légal T.Derely	JB. Serre



# . Table des matières

<b>1. CADRAGE PREALABLE .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Objectifs de l'étude et contenu du dossier.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Pétitionnaire .....</b>	<b>4</b>
<b>1.1. Contenu du document .....</b>	<b>4</b>
<b>2. DIA – OUVRAGE SB 62.....</b>	<b>6</b>
<i>Situation de l'ouvrage .....</i>	<i>6</i>
<i>Contexte humain .....</i>	<i>7</i>
<i>Physionomie et fonctionnement hydraulique de l'ouvrage .....</i>	<i>10</i>
<i>Contexte éco-morphologiques et désordres identifiés.....</i>	<i>13</i>
<i>Synthèse sur la qualité de l'eau .....</i>	<i>15</i>
<i>Pré-diagnostic écologique.....</i>	<i>15</i>
<i>Incidence de l'ouvrage.....</i>	<i>18</i>
<i>Paysage et patrimoine .....</i>	<i>21</i>
<i>Contexte réglementaire lié au cours d'eau : .....</i>	<i>21</i>
<i>Bilan des enjeux et des contraintes structurants l'aménagement .....</i>	<i>21</i>
<i>Solutions d'aménagement pressenties.....</i>	<i>21</i>
<b>3. AVP – OUVRAGE SB 62 .....</b>	<b>23</b>
<i>Scénarios étudiés .....</i>	<i>23</i>
<i>Descriptif technique et analyse des incidences.....</i>	<i>23</i>
<i>Mesures complémentaires à l'ensemble des scénarios.....</i>	<i>40</i>
<i>Comparaison des scénarios.....</i>	<i>41</i>
<b>4. ANNEXES .....</b>	<b>43</b>
<i>ANNEXE 1 : Extrait du levé topographique (ALIDADE) .....</i>	<i>44</i>
<i>ANNEXE 2 : Extrait du rapport préliminaire de diagnostic G5 conduit par Géolithe.....</i>	<i>48</i>

## • Index des illustrations

Illustration 1 : Carte de situation géographique .....	5
Illustration 2 : Localisation et vue générale de l'ouvrage SB62.....	6
Illustration 3 : Fossé incisé en aval (haut), habitation à proximité (gauche) et prairie amont (droite).....	7
Illustration 4 : Carte du foncier et des infrastructures limitrophes .....	9
Illustration 5 : Photos de l'ouvrage à différents débits (haut) et morphologie accidentée en aval de l'ouvrage.....	12
Illustration 6 : Photographies aériennes ancienne et actuelle des abords de l'ouvrage SB62. ....	13
Illustration 7 : Le Botoret à l'amont du plan d'eau. ....	14
Illustration 8 : Botoret en bordure d'une plantation de résineux (gauche) et friche humide amont (droite) .....	15
Illustration 9 : Carte des enjeux écologiques .....	17
Illustration 10 : Profil en long du Botoret. ....	18
Illustration 11 : Contexte hydrologique lors des campagnes de mesure.....	19
Illustration 12 : fond en amont immédiat de l'ouvrage.....	20
Illustration 13 : Résultat par espèce du diagnostic ICE à la montaison.....	20
Illustration 14 : Illustration d'une reprise en sous-œuvre d'une fondation par passes successives. ....	24
Illustration 15 : Plan de masse scénario 1 .....	25
Illustration 16 : Coupe de principe scénario 1 .....	26
Illustration 17 : profil en long scénario 1.....	27
Illustration 18 Ruisseau de Faye (RD dept 42) – CESAME B-Ingénierie 2021 Etat initial (gauche) et 1 an après travaux (droite). Reprise en sous œuvre par longrine béton et micropieux .....	28
Illustration 19 : Vitesses admissible pour une distance parcourue de 8 m selon le groupe d'espèce.....	31
Illustration 20 : Prédimensionnement du pré-barrage aval à l'aide de la formule de Kindsvater et Carter .....	32
Illustration 21 : Plan de masse scénario 2.....	34
Illustration 22 : Coupe de principe scénario 2 .....	35
Illustration 23 : Pré-barrage blocs sur le Jacquelin (gauche) et l'Ander (droite).....	38

## • Index des tables

Tableau 1 : Nature et niveau de gravité des désordres inventoriés (expertise préalable G5) .....	10
Tableau 2 : Evaluation des débits caractéristiques au droit de l'ouvrage.....	11
Tableau 3 : Évolution des hauteurs chute au niveau de l'ouvrage en fonction du débit.....	12
Tableau 4 : Qualité de l'eau au niveau des stations disponibles .....	15
Tableau 5 : Résultats du suivi in situ réalisé par CESAME.....	19
Tableau 6 : Estimation des vitesses au sein d'un U béton de 0.4 m de haut via la formule de Manning-Strickler. ....	32
Tableau 7 : Conditions hydrauliques scénario 2 au niveau du pont.....	33

# 1. CADRAGE PREALABLE

## 1.1. Objectifs de l'étude et contenu du dossier

Le Sornin est un des derniers affluents majeurs du fleuve Loire en aval du barrage de Villerest. Ce positionnement hydrographique corrélé au constat de migrations piscicoles entre le fleuve et le Sornin a notamment induit un classement de certains tronçons du cours d'eau et de ses affluents comme **axe migrateur** dans le cadre du SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021 et **en liste 1 et liste 2 au titre de l'article L214-17** du code de l'environnement<sup>1</sup>. Cet article précise que sur les cours d'eau classés liste 2 « 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 ». La notion de **continuité écologique** regroupe la circulation naturelle des flux biologiques (ici poissons migrateurs) et sédimentaires (transport suffisant permettant l'équilibre morphologique du cours d'eau).

Le SYndicat Mixte des rivières du SOrnin et de ses Affluents (SYMISOA) assure la gestion du Sornin et de ses affluents depuis sa création en 2008. Le SYMISOA est structure porteuse du second contrat de rivière (plan quinquennal de gestion multi-thématiques : inondation, qualité de l'eau, ressource en eau, morphologie...) lancé en 2017. La continuité écologique est identifiée dans le cadre de ce second contrat de rivière comme un des leviers permettant d'atteindre le bon état écologique des cours d'eau. Des interventions sont donc programmées de façon cohérente sur les axes classés prioritaires mais aussi au gré des opportunités foncières et des possibilités d'accompagnement des propriétaires volontaires.

Le SYMISOA a souhaité se faire accompagner dans la définition de projets d'aménagement concernant 14 ouvrages répartis sur 11 sites sur le Sornin et ses affluents.

Cette étude a pour objectifs d'analyser les possibilités en termes d'intervention, de comparer les scénarios d'aménagement pertinents pour rétablir la continuité écologique et de détailler les plans jusqu'au stade projet.

Elle comporte 4 phases :

- **Phase 1** : Etat des lieux, diagnostic et proposition de scénarios d'aménagement ;
- **Phase 2** : Analyse des scénarios au stade avant-projet (AVP) ;
- **Phase 3** : Etude Projet (PRO) et constitution des pièces techniques du DCE (ACT1) ;
- **Phase 4** : Dossier réglementaire (DLE/DIG).

<sup>1</sup> 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 demandeur :** SYndicat MIxte des rivières du SOrnin et de ses Affluents (SYMISOA)

**Président du syndicat :** Michel Lamarque

**Adresse :** 321 rue de Marcigny, 42 720 Pouilly-sous-Charlieu

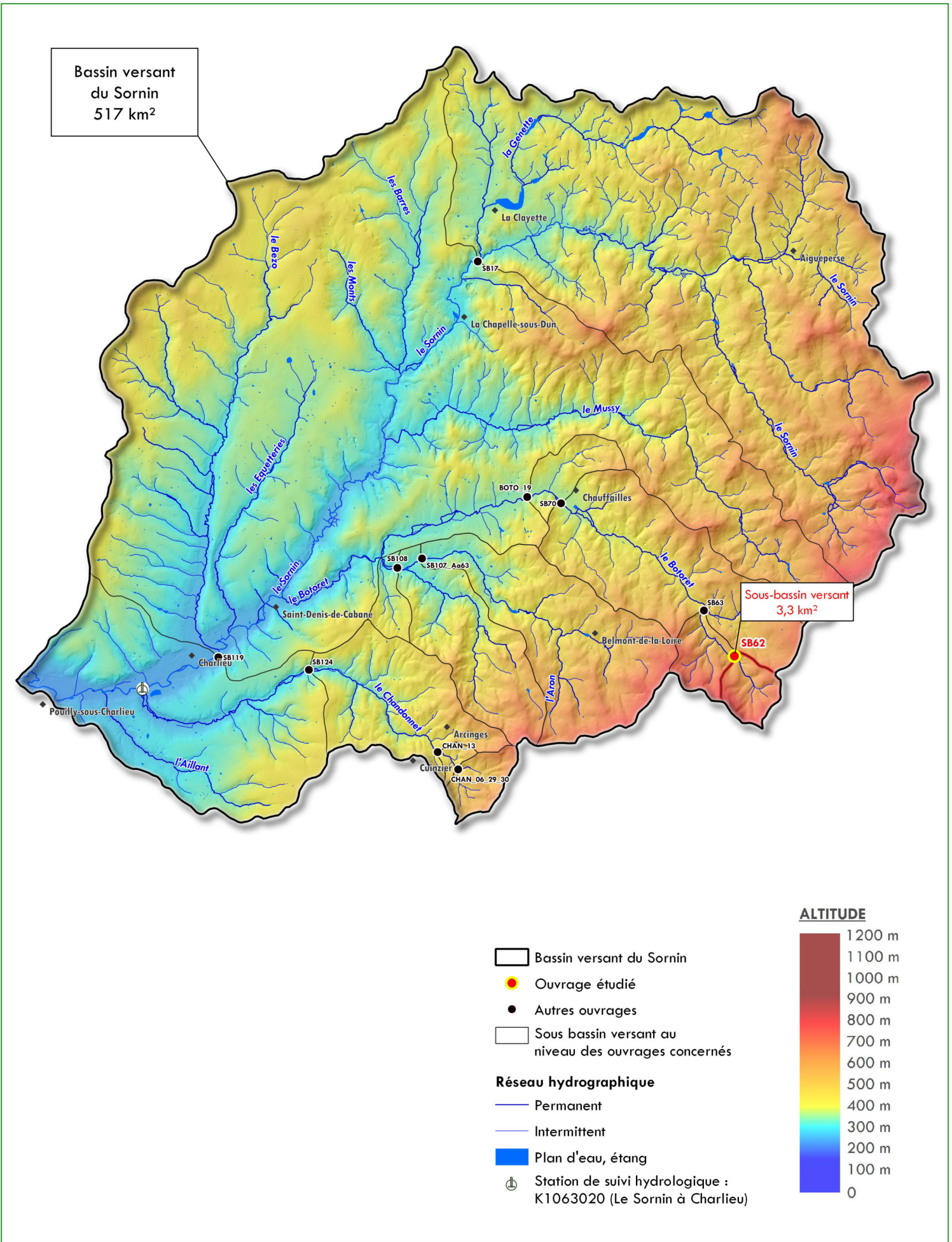
**Référent technique :** Jérôme Dérigon - 04 77 60 97 91 / 06 71 58 46 94 - [j.derigon@symisoa.fr](mailto:j.derigon@symisoa.fr)

## 1.1. Contenu du document

Le présent document concerne le seuil SB 62 « Pont du Bas Nolay » (ROE 83620).

Il constitue le rapport de phase 1 et présente le diagnostic préalable et les solutions d'aménagement pressenties pour être développées au stade AVP dans le cadre de la phase suivante.

## Contexte hydrographique et topographique





## 2. DIA – OUVRAGE SB 62

### Situation de l'ouvrage

**ROE :**

ROE83620

**Type d'ouvrage :**

Seuil

**Propriétaire de l'ouvrage :**

Commune de Belleruche

**Département :**

Loire

**Communes :**

Belleruche

**Emplacement :**

X Lambert 93 : 808 473

Y Lambert 93 : 6 562 873

**Cours d'eau (Masse d'eau) :**

Le Botoret (FRGR0187)

**Bassin versant :**

3,3 km<sup>2</sup>

**PK : 21,4 km**

**Existence légale :**

Ouvrage régulièrement autorisé

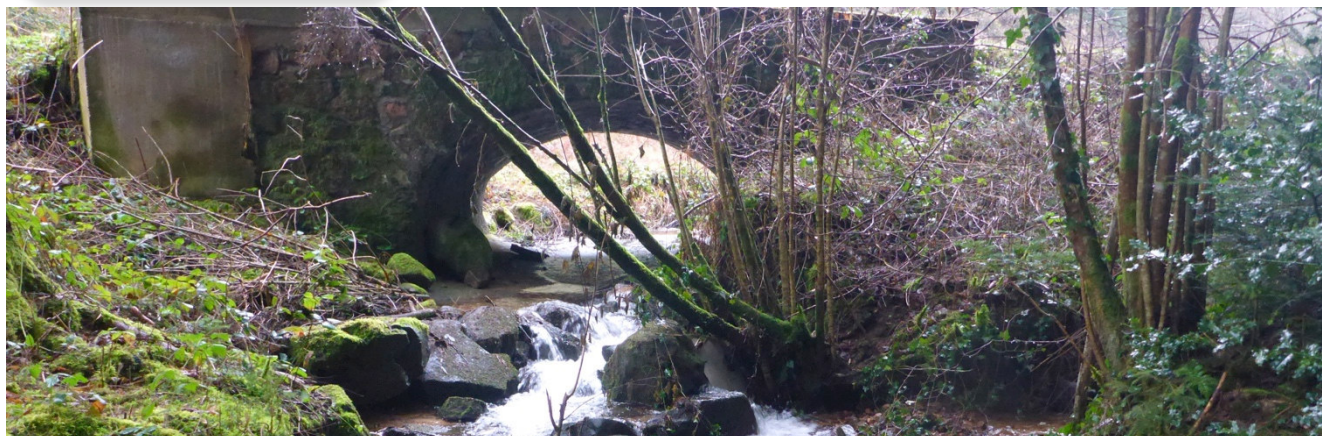
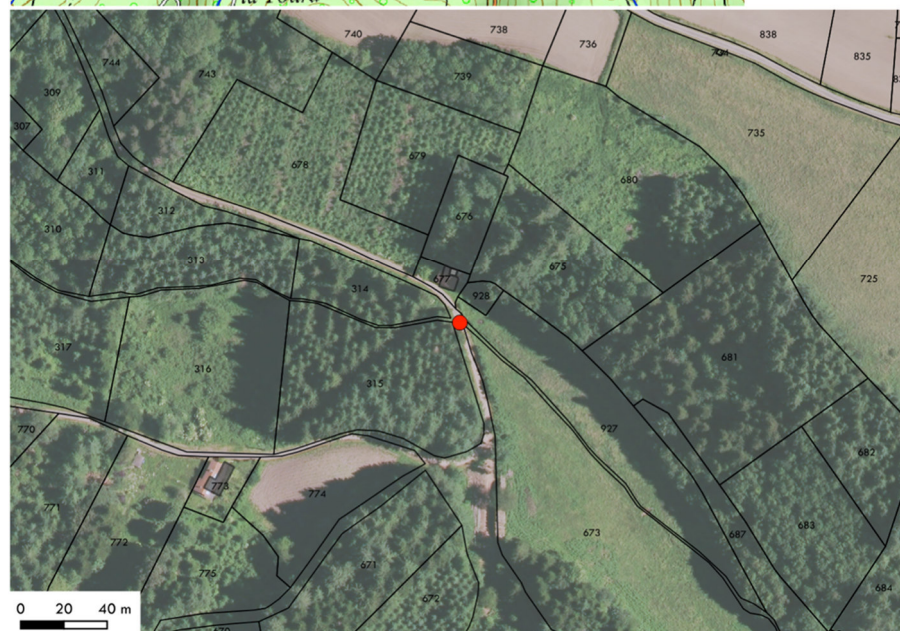
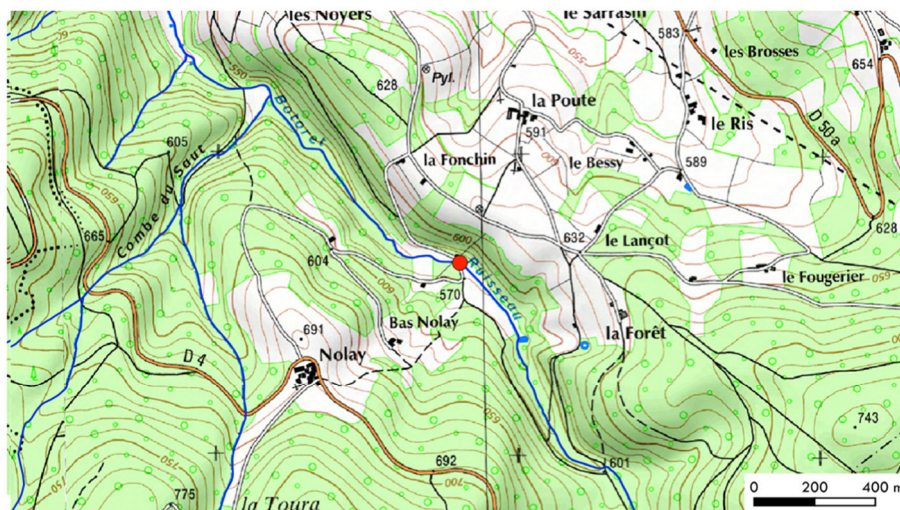


Illustration 2 : Localisation et vue générale de l'ouvrage SB62.

Source : CESAME 2019



## Contexte humain

### Historique de l'ouvrage et usages directs ou indirects :

Le pont permet le franchissement du Botoret par une voie communale reliant le hameau de Nolay (bords de la RD4) à celui des Noyers à proximité du bourg de Belleroche sans faire le détour par le col des Ailletts. La date de construction n'est pas connue. La voie est vraisemblablement antérieure à la première moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle car une voie franchissant le Botoret est représentée sur la carte d'Etat-Major.

Le pont du Bas Nolay bénéficie d'une autorisation administrative : reconnaissance d'antériorité du 29/06/2016 (3110 D, 3120 D, 3150 D). La notification de la nécessité d'une mise en conformité vis-à-vis de l'article L214-17 du code de l'environnement a été faite par la DDT de la Loire (dossier n° 42-2016-00311).

### Infrastructures / Usages limitrophes

Le site d'étude est situé en contexte globalement forestier. Les infrastructures et usages limitrophes à intégrer dans un projet d'aménagement sont les suivants :

- Bâtiments/Infrastructures :
  - Habitation (à priori peu occupé) 12 m en amont rive droite ;
- Cheminement / franchissement du cours d'eau :
  - Sans objet ;
- Prélèvements et rejets :
  - Rejet d'un fossé incisé en aval immédiat en rive gauche (cf. photo) ;
- Réseaux : sans objet ;
- Agriculture :
  - Prairie humide en amont immédiat du pont ;
  - Plantation de résineux en aval immédiat.



Illustration 3 : Fossé incisé en aval (haut), habitation à proximité (gauche) et prairie amont (droite)  
Source : CESAME 2019

Les infrastructures et usages structurants sont cartographiés dans la carte ci-après.

## Foncier

Les propriétaires des parcelles amont et aval susceptibles de servir pour les accès en phase chantier ne sont pas connus.

Un point devra être réalisé par la maîtrise d'ouvrage avec les propriétaires afin de préciser les emprises mobilisables dans le cadre du projet de rétablissement de la continuité écologique.

## Bilan sur les accès au site :

L'amenée du matériel est possible sans complexité depuis l'amont où l'aval en rive droite. Compte-tenu de la hauteur de l'ouvrage est des aménagements à réaliser au niveau de la chute, elle se fera préférentiellement depuis l'aval.

Selon l'option retenue, une autorisation d'accès et d'occupation temporaire en phases travaux devra être obtenue auprès des propriétaires de ces parcelles.

## Risques :

Le site n'est pas intégré dans le périmètre d'un PPRI.

La maison située à proximité est implantée en surplomb. Elle n'est vraisemblablement pas située en zone inondable.



**SB 62 - Foncier, infrastructures et usages limitrophes**



## Occupation du sol 2018 - SB62



0 1

Bassin versant du Sornin

Ouvrage étudié



• Autres ouvrages

Bassin versant au droit de l'ouvrage

Réseau hydrographique

Permanent

Intermittent

Occupation du sol (CLC 2018)

Zones urbanisées

112 Tissu urbain discontinu

121 Zones industrielles ou commerciales et installations publiques

Territoires agricoles

211 Terres arables hors périmètres d'irrigation

231 Prairies et autres surfaces toujours en herbe à usage agricole

242 Systèmes culturaux et parcellaires complexes

243 Surfaces essentiellement agricoles, interrompues par des espaces naturels importants

Forêts et milieux semi-naturels

311 Forêts de feuillus

312 Forêts de conifères

313 Forêts mélangées

324 Forêt et végétation arbustive en mutation

Surfaces en eau

511 Cours et voies d'eau

512 Plans d'eau



## Physionomie et fonctionnement hydraulique de l'ouvrage

### Dimensions

Le radier du pont a une largeur de 3,3 m pour une longueur amont-aval de 5 m et une pente de 3,9%. Le tirant d'air à l'axe de la travée est de 1,6 m en aval contre 1 m en amont. Le pont est en pierres de taille tandis qu'une couche de béton recouvre (constitue ?) le radier.

### État

Une mission de diagnostic géotechnique G5 est en cours sur cet ouvrage. Elle est conduite par le cabinet Géolithe et se déroule en 2 temps :

- expertise préalable des ouvrages retenus et des infrastructures présentes aux abords ;
- investigations complémentaires (sondages, carottages...) adaptées aux problématiques et projets pressentis.

Dans le cadre des expertises préalables, les désordres observés sont classés en 4 catégories :

- **Niveau 0** : le désordre n'a pas de conséquence immédiate ;
- **Niveau 1** : le désordre empêche légèrement le fonctionnement de l'ouvrage à court terme et pourrait s'avérer plus problématique à long terme s'il s'aggrave ;
- **Niveau 2** : l'ouvrage est affecté et son intégrité est compromise ; le désordre n'empêche pas le fonctionnement de l'ouvrage mais des travaux sont à envisager pour endiguer la cause ;
- **Niveau 3** : l'ouvrage est affecté et son intégrité est compromise ; le désordre empêche l'ouvrage d'assurer son rôle et des travaux sont à réaliser.

Une première expertise préalable a été réalisée sur l'ouvrage SB 124 en novembre 2019 (expertise partielle du fait des forts débits le jour de la visite).

Une synthèse des désordres inventoriés est présentée dans le tableau ci-dessous et en annexe du rapport.

Nature du désordre	Niveau de gravité
Câble métallique	1
Érosion	1
Blocs	1
Fissurations	1
Sédimentation	1

Tableau 1 : Nature et niveau de gravité des désordres inventoriés (expertise préalable G5)  
Source : Géolithe 2019

Au regard des observations réalisées, l'ouvrage ne semble pas présenter de désordre majeur ni nécessiter des travaux de confortement. Compte-tenu de la nécessité d'aller plus loin en phase projet notamment au niveau de la faisabilité de supprimer ou d'aménager le radier, des sondages ont été réalisés en novembre 2020.

## Fonctionnement hydraulique actuel du site

La méthodologie de collecte de données et les modalités de calcul sont expliquées dans le rapport de diagnostic général intitulé « Contexte de l'étude et note méthodologique ».

## Hydrologie

### Débits caractéristiques définis au droit du site d'étude (m<sup>3</sup>/s)

Ouvrage	Bassin versant (km <sup>2</sup> )	QMNA5*	MODULE	3MODULE	QI2	QI10	QI100
Site 4 - SB62	3,3	0,006	0,050	0,15	1,4	2,7	5,3

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

### Débits mensuels

Débits mensuels moyens (l/s)						
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
	81	93	69	60	50	34
	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
	19	12	16	31	54	76

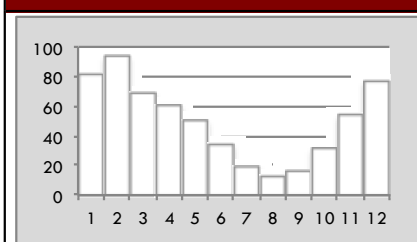


Tableau 2 : Evaluation des débits caractéristiques au droit de l'ouvrage.  
Source : CESAME 2020

## Approche hydraulique

Compte-tenu des très faibles enjeux inondation à proximité de l'ouvrage où au niveau de sa zone d'influence et de la petite taille du cours d'eau, il n'a pas été réalisé de modélisation hydraulique.

La capacité des chenaux d'écoulement en amont et en aval a été estimée via l'application de la formule de Manning-Strickler :

Section aval SB62		Section amont SB62	
Lpb (m) =	2,64	Lpb (m) =	1,25
Lm (m) =	1,80	Lm (m) =	0,92
Hpb (m) =	0,66	Hpb (m) =	0,42
I pente du radier (m/m) =	0,027	I pente du radier (m/m) =	0,030
K coefficient de rugosité =	17	K coefficient de rugosité =	25
S section mouillée (m <sup>2</sup> ) =	1,47	S section mouillée (m <sup>2</sup> ) =	0,46
R rayon hydraulique (m) =	0,44	R rayon hydraulique (m) =	0,25
Estimation QPB (m <sup>3</sup> /s) =	2,34	Estimation QPB (m <sup>3</sup> /s) =	0,79

La capacité du lit est inférieure à la crue biennale en amont au niveau de la prairie humide. Le fond de vallon plat et peu exploité est propice aux débordements en crue. Elle est plus proche de la crue décennale en aval où le gabarit du cours d'eau au niveau de la futaie de résineux est plus important.

Les hauteurs de chute selon l'hydrologie au droit de l'ouvrage sont précisées dans le tableau ci-dessous. Elles ont été extrapolées à partir du suivi pour les basses et moyennes eaux. Compte-tenu du contexte hydrologique défavorable au cours du suivi, les données en hautes eaux ont dû être estimées à l'aide de la formule de Manning-Strickler (larg. 3,2 m, pente 0,037 m/m, Ks 70, cf. fichier joint). Le niveau aval n'a pas pu être extrapolé avec suffisamment de précision. L'aval du seuil est très accidenté avec des variations brutales de niveaux dont le détail est difficilement caractérisable par un géomètre. Ceci explique pourquoi certains niveaux d'eau semblent être situés en dessous du TN. Selon le scénario retenu, ces éléments devront être précisés en PRO.

SB62	QMNA5	MODULE	3MODULE
Débit amont (m <sup>3</sup> /s)	0,01	0,05	0,15
Neau radier (amont - NGF)	565,56	565,63	565,68
Neau radier (aval - NGF)	565,33	565,43	565,48
Niveau aval (NGF)	564,74	564,84	-
Chute aval crête (m)	0,10	0,40	0,44 / 0,54
Chute totale à équiper (m)	0,82	0,80	0,64 / 0,74
Fosse d'appel (m)	Env. 0,2	Env. 0,3	Env. 0,5
Teau radier (m)	Env. 0,01	0,04 à 0,08	0,10 à 0,15
Teau blocs aval radier (m)	0,08/0,12	0,08/0,12	-
Vitesse sur le radier (m/s)	< 0,50	< 0,50	-

Tableau 3 : Évolution des hauteurs chute au niveau de l'ouvrage en fonction du débit.  
Source : Suivi CESAME 2019/2020



Illustration 5 : Photos de l'ouvrage à différents débits (haut) et morphologie accidentée en aval de l'ouvrage.  
Source : CESAME



## Contexte éco-morphologiques et désordres identifiés

### Analyse historique

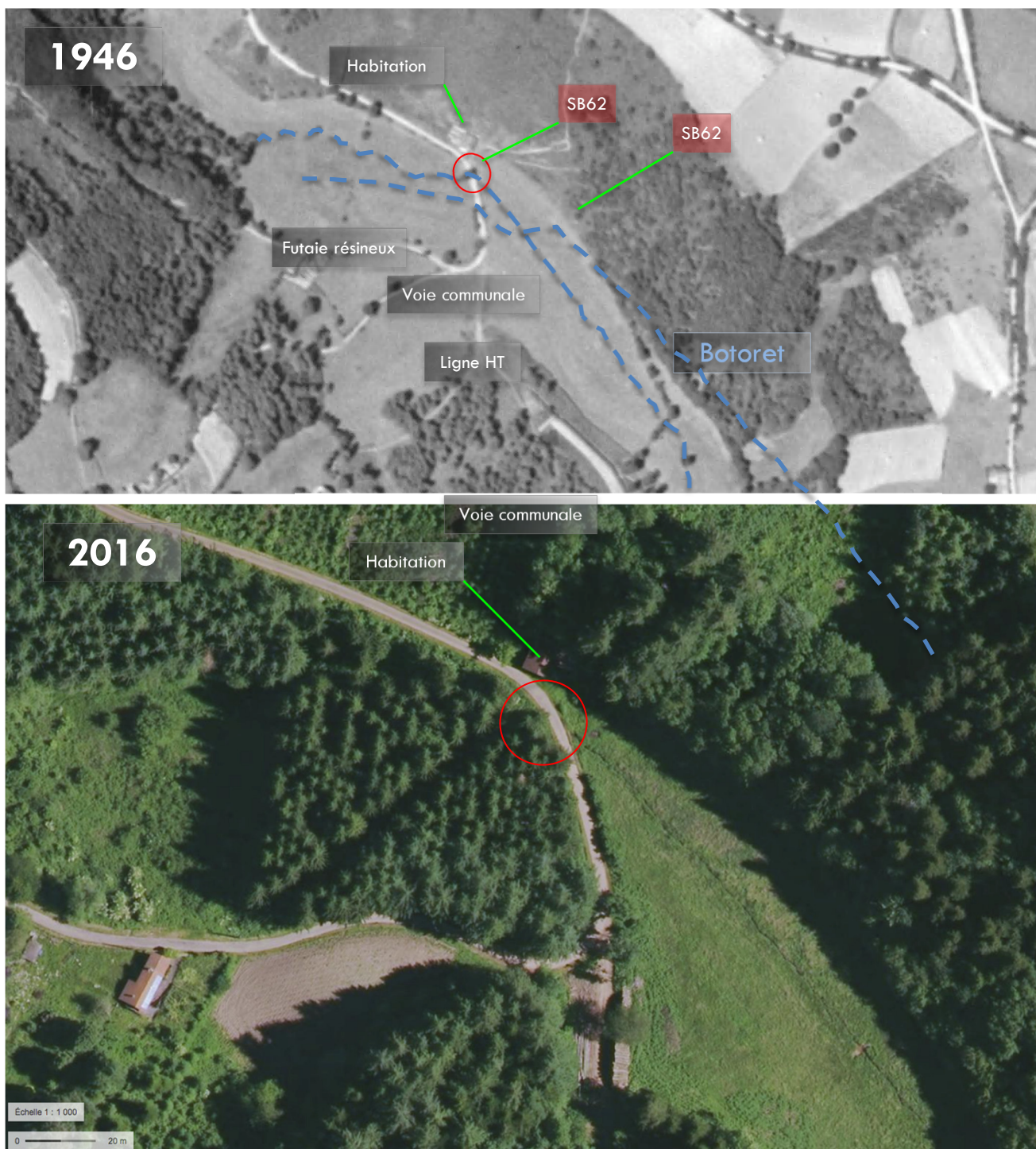


Illustration 6 : Photographies aériennes ancienne et actuelle des abords de l'ouvrage SB62.  
Source : Géoportail

La comparaison des photographies aériennes de 1946 et 2016 ne montra pas dévolution significative hormis un changement de la valorisation des sols en aval où les prairie ont été remplacé par de la plantation de résineux.

## Morphologie et habitat

En amont de la voie communale, le Botoret s'écoule avec une pente significative ( $\approx 3\%$ ) et un lit peu sinueux au sein d'une prairie humide. Lors des investigations de terrain, celle-ci n'était pas exploitée (pas de pâture ni de fauche au cours de la saison estivale) et le milieu était en cours de fermeture.

Au regard de l'absence de pression visible (hormis une végétation riveraine éparse) et de la morphologie du chenal (faible hauteur de berge  $\approx 0,4\text{m}$ , capacité de plein bord inférieure à la crue biennale, fond non colmaté), le cours d'eau doit être proche de ses caractéristiques naturelles.

En aval, la morphologie du chenal est impactée par la plantation de résineux dont les systèmes racinaires sont peu propices au maintien des berges et dont la densité ne permet pas l'installation au sol d'un couvert végétal diversifié. Sans végétation rivulaire adaptée et avec des hauts de berge non stabilisés et vraisemblablement soumis à des à-coups hydraulique liés au pont (accélération sur le radier et en aval), le chenal a tendance à s'élargir (2,6 m de largeur à plein-bords contre 1,3 m en amont et incision légère) et est relativement pauvre en habitat rivulaire.



Illustration 7 : Le Botoret à l'amont du plan d'eau.  
Source : CESAME.

## Contexte piscicole et espèces cibles identifiées

Le diagnostic préalable réalisé par la fédération de Pêche de la Loire (voir rapport de diagnostic général intitulé « Contexte de l'étude et note méthodologique » et ses annexes détaillées) montre que l'ouvrage est situé dans un contexte salmonicole conforme avec des populations piscicoles dominées par la truite fario (*Salmo trutta fario*), seule espèce cible retenue sur le site d'étude.



## Synthèse sur la qualité de l'eau

Le Botoret fait l'objet d'un suivi qualité à Belleroche juste en aval du site d'étude depuis 2002 dans le cadre du réseau complémentaire de suivi porté par le département de la Loire. La qualité de l'eau peut être considérée comme bonne malgré quelques déclassements ponctuels au niveau des nutriments :

		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
<b>Botoret au Pont de Montveneur</b>	Bilan en oxygène	Très bon	Bon	Bon	Bon	Bon	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen
	Nutriments	Bon	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Moyen	Médiocre	Moyen	Moyen	Moyen

Très bon (bleu)      Bon (vert)      Moyen (jaune)      Médiocre (orange)  
 Médiocre (rouge)      Indéfini (gris)

Tableau 4 : Qualité de l'eau au niveau des stations disponibles  
Source : Département de la Loire

## Pré-diagnostic écologique

### Contexte naturel

Pont par-dessus un ruisseau en fond de vallon bordé par des plantations de résineux, et en amont par une ancienne prairie humide aujourd'hui enrichie. Ouvrage situé à l'étage montagnard (env. 600m).



Illustration 8 : Botoret en bordure d'une plantation de résineux (gauche) et friche humide amont (droite)  
Source : CESAME 2019.

### Enjeux flore et habitats

#### Enjeux modérés à fort

- **Pas d'enjeu** identifié à ce niveau.

#### Enjeux faibles à très faibles

- **Habitat de zone humide dégradé** : ancienne prairie humide enrichie amont du pont, de faible enjeu floristique potentiel ;
- Culture de résineux.

## Enjeux faune

Secteur occupé aux habitats (friche humide et plantation de résineux) sans grand enjeu pour la faune. Toutefois, la friche humide s'étant probablement développée suite à l'abandon d'une prairie humide, il est possible qu'une faune patrimoniale liée à ce dernier milieu se soit maintenue.

### Enjeux potentiels forts

Secteur à possible enjeux potentiels liés à la prairie humide :

- Présence possible de campagnol amphibie ;
- Présence possible de papillons protégés : cuivrais des marais...

*Secteur globalement d'enjeu modéré à faible, mais l'attention doit être portée aux bordures des plantations de résineux et à la friche humide qui de manière très localisée peuvent avoir des enjeux potentiels forts.*

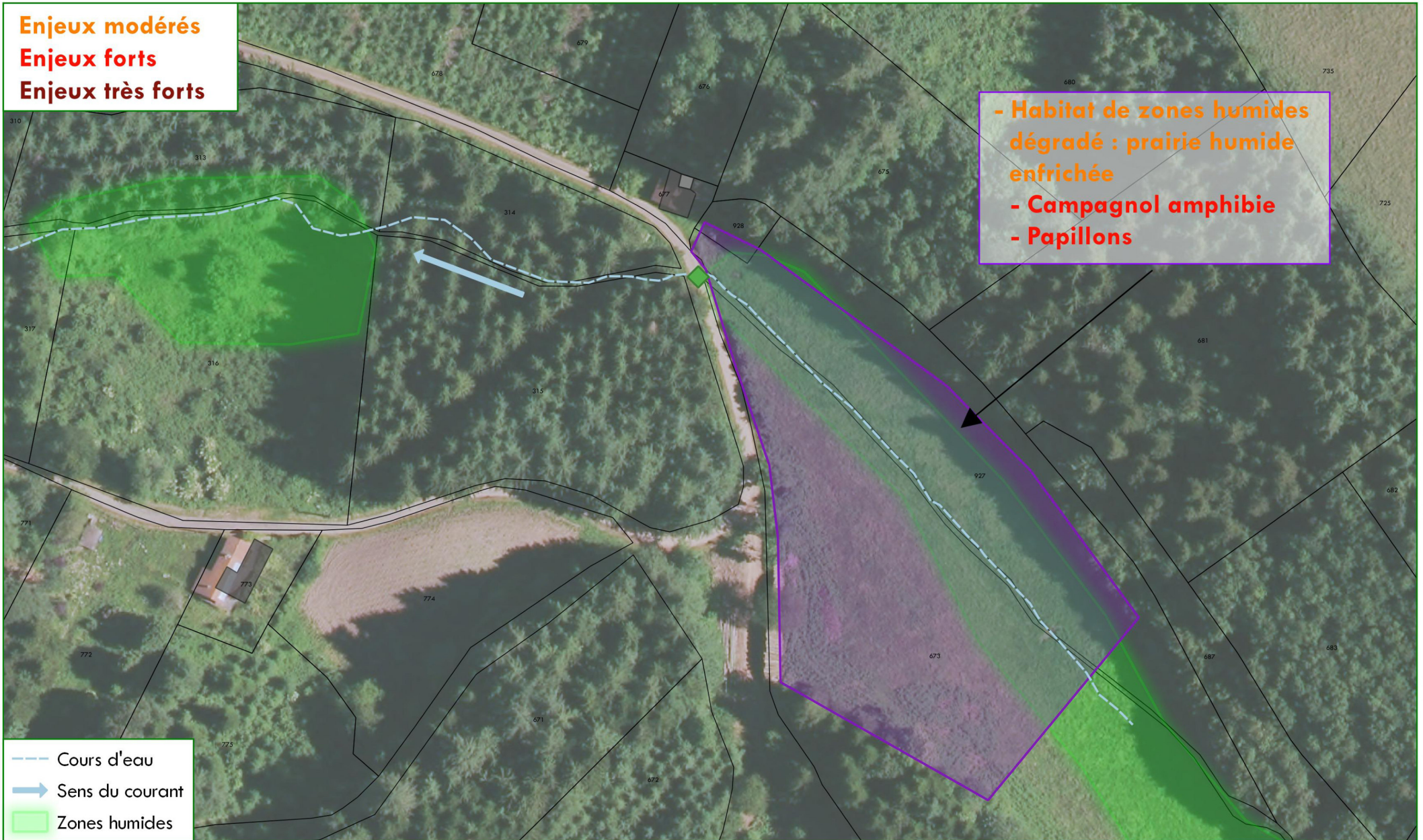




## SB 62 - Enjeux faune/flore potentiels

**Enjeux modérés**  
**Enjeux forts**  
**Enjeux très forts**

- Habitat de zones humides dégradé : prairie humide enfrichée  
- Campagnol amphibie  
- Papillons



--- Cours d'eau  
→ Sens du courant  
Zones humides



## Incidence de l'ouvrage

### Morphologie du lit et habitat

Bien qu'en apparence l'ouvrage ne semble pas présenter une incidence significative sur le profil en long (pas de remous hydraulique significatif, pas d'altération visible de la qualité des écoulements et des habitats) il est positionné relativement haut sur le profil en long et le remou solide généré en diminue la pente sur une vingtaine de m.

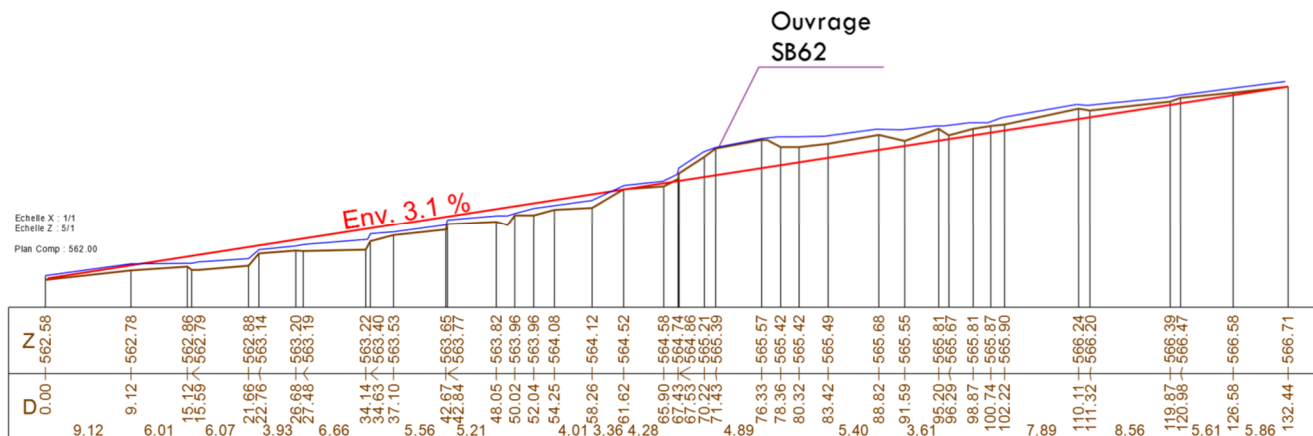


Illustration 10 : Profil en long du Botoret.

Source : CESAME.

Une attention particulière à la gestion du ré-ajustement du profil aval, aujourd'hui stabilisé par des radiers à pierres/blocs, devra être accordé en phase projet afin d'éviter la remontée de phénomènes d'érosion régressive.

En cas de suppression du radier du pont, un enfoncement de l'ordre de 0,6 à 0,8 m est attendu au niveau de l'ouvrage et en amont immédiat.

### Qualité de l'eau

Des mesures in situ ont été réalisées en amont et en aval de chaque ouvrage au cours de 3 campagnes pendant l'été 2020. Ces mesures réalisées toujours aux mêmes points en sortie de mouille ont pour but de vérifier si ponctuellement une altération de la qualité de l'eau est mise en évidence du fait de la présence de l'ouvrage. Elles ont été réalisées en très basses eaux.



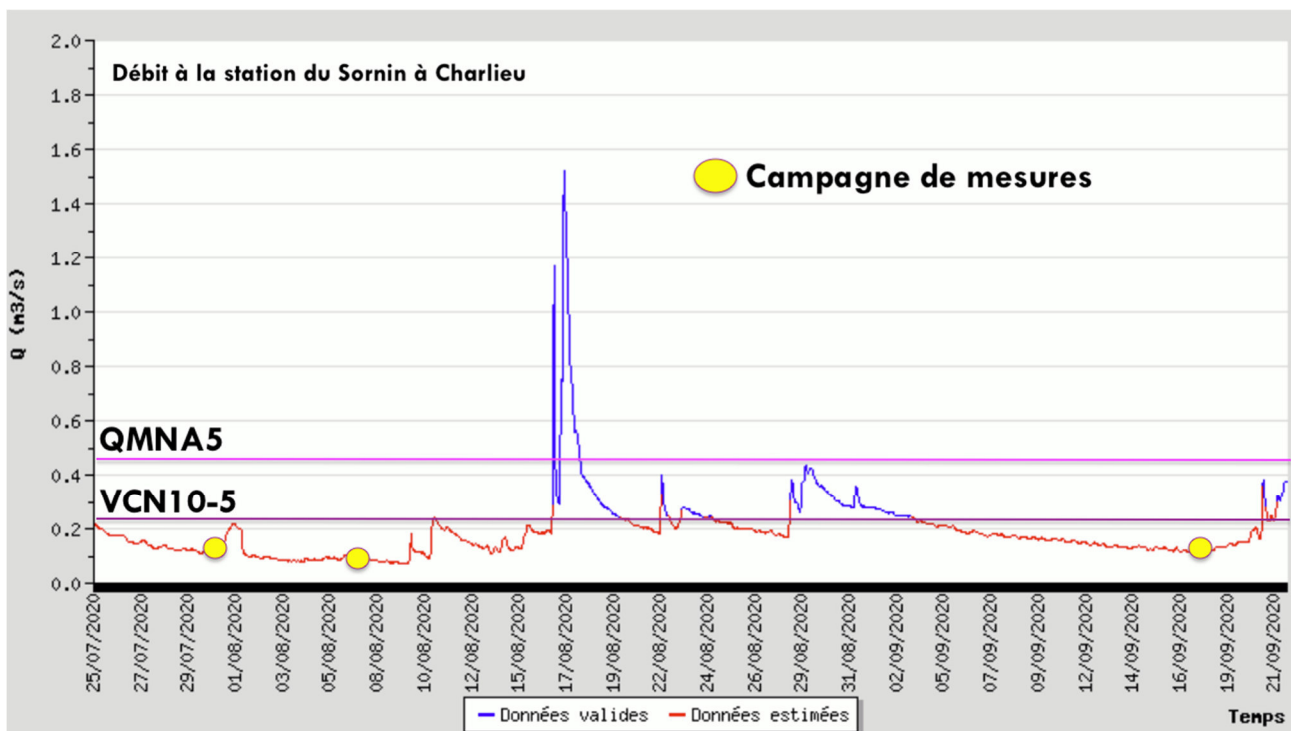


Illustration 11 : Contexte hydrologique lors des campagnes de mesure  
Source : CESAME

Les résultats des mesures sont interprétés via la grille d'interprétation de l'arrêté du 27 juillet 2015 relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface.

Date	Station	pH 50%	T° 50%	Cond 50%	Saturation O <sub>2</sub> 50%	O <sub>2</sub> dissous 50% (mg/L)	Saturation O <sub>2</sub> 95%	O <sub>2</sub> dissous 95% (mg/L)
30/07/20	STNA	8,04	14,8	100	100,0	9,88	94,6	8,99
	STRET	7,99	14,9	100	100,0	9,78	100,0	10,60
	STAV	8,18	15	110	85,0	8,14	93,7	9,05
06/08/20	STNA	7,90	13,5	90	96,0	9,20	84,0	9,00
	STRET	7,90	13,5	90	94,0	8,50	80,9	6,77
	STAV	7,92	13,5	90	100,0	9,67	100,0	9,70
18/09/20	STNA	SEC						
	STRET							
	STAV							

STNA = Station Naturelle Amont - STRET = Station Retenue - STAV = Station Aval - Les % représentent la profondeur de mesure sur la colonne d'eau.

Tableau 5 : Résultats du suivi in situ réalisé par CESAME.

Source : CESAME 2020

Les valeurs entre l'amont et l'aval sont très proches et ne mettent pas en évidence d'écart significatif signifiant une incidence de l'ouvrage sur la qualité de l'eau.

Lors de la dernière campagne, le cours d'eau était complètement à sec.

Les valeurs de températures restent très en deçà des valeurs maximales admissibles pour la truite fario (22° max en été, létalité pour 25° - Rossi et Hari 2004).



## Continuité sédimentaire

L'analyse du profil en long met clairement en évidence une accumulation sédimentaire en amont de l'ouvrage sur une vingtaine de mètres (plat courant avec accumulation de graviers et sables). Pour autant, compte-tenu de la quasi absence de remous liquide et de l'absence de crête saillante, il est probable que l'ouvrage impactent peu le transit sédimentaire.

Illustration 12 : fond en amont immédiat de l'ouvrage.  
Source : CESAME2020



## Continuité piscicole à la montaison

Un diagnostic de la franchissabilité de l'ouvrage à la montaison via l'application de la méthode ICE a été réalisé par CESAME (voir rapport « Contexte de l'étude et note méthodologique ») :

Esp. holobiotiques	Truite fario (15-30 cm)	Truite fario (25-55 cm)	Chabot commun	Lamproie de Planer	Barbeau fluviatile	Hotu
Note	Classe ICE 0,33	Classe ICE 0,33	NC	NC	NC	NC
Facteur(s) discriminant(s)	Tirant d'eau sur le coursieret chute aval	Tirant d'eau sur le coursieret chute aval				

Esp. holobiotiques	Vandoise	Spirilin	Bouvière	Esp. amphialines	Anguille commune	Lamproie marine
Note	NC	NC	NC	Note	NC	NC
Facteur(s) discriminant(s)				Facteur(s) discriminant(s)		

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	NC : Espèce présente sur le bassin versant mais non concernée sur cet ouvrage
--	---	---	---------------------------------	---

Illustration 13 : Résultat par espèce du diagnostic ICE à la montaison  
Source : CESAME

L'ouvrage peut être considéré comme problématique pour l'espèce cible.

Cependant, sur les secteurs de tête de bassin versant, l'incidence globale des aménagements faisant obstacle à la continuité écologique doit aussi s'apprécier en fonction des linéaires avec des habitats favorables présents en amont et en aval.

## Paysage et patrimoine

---

### Analyse factuelle

L'ouvrage n'est pas situé au sein ou à proximité d'un site inscrit, classé ou d'un périmètre de protection des monuments historiques. Il est bâti selon un mode de construction rustique et ancien (pierre de taille). Visiblement peu entretenu, il présente quelques petits désordres et des marques de réparations avec des matériaux à l'aspect visuel moins noble (béton projeté, barbacane plastique, calcification, fissuration) altérant la qualité visuelle de l'ouvrage.

### Perception des acteurs

La mairie a été sollicitée sur ces questions mais n'a pas donné de réponse à ce jour.

## Contexte réglementaire lié au cours d'eau :

---

**SDAGE Loire-Bretagne 2016-2021** : Ouvrage au sein de la masse d'eau FRGR0187, « Le Botoret et ses affluents depuis la source jusqu'à la confluence avec le Sornin ».

**PPRI** : Non

**Classement L214-17 CE** : Tronçon classé en listes 1 et 2.

**Périmètre de protection de captage** : Non

## Bilan des enjeux et des contraintes structurants l'aménagement

---

### Enjeux

Les enjeux de l'aménagement de l'ouvrage SB63 sont :

- La restauration de la continuité piscicole ;
- Le maintien du franchissement routier sur le Botoret.

### Contraintes

Les principales contraintes à prendre en compte dans la réalisation du projet d'aménagement sont :

- La gestion de la circulation au niveau du pont en phase chantier ;
- La présence de réseaux aériens à proximité.

## Solutions d'aménagement pressenties

---

### Aménagement de l'ouvrage

Seule une suppression de l'ouvrage peut garantir une restauration complète des fonctionnalités écologiques de l'hydrosystème comme le prévoit la Directive Cadre sur l'Eau (DCE). Cependant, les incidences positives et négatives d'une telle solution varient selon les ajustements passés du cours d'eau et les aménagements et usages locaux.

Le champ des possibles en termes d'aménagement a été restreint par CESAME afin de proposer à l'étude en phase suivante les solutions avec le niveau d'ambition le plus fort tout en restant pragmatique par rapport au contexte et aux échanges avec les acteurs.

**Suppression complète de l'ouvrage** : solution envisageable mais à priori disproportionnée au regard des enjeux et des incidences modérées de l'ouvrage. Les coûts risquent d'être importants pour une acceptation locale potentiellement compliquée. Cette solution pourrait se justifier si le diagnostic géotechnique met en évidence un péril concernant la pérennité de l'ouvrage. Les premiers éléments ne semblent pas aller dans ce sens. Un diagnostic complémentaire doit être conduit.

**Suppression complète du radier et rétablissement d'un fond libre** : solution envisageable mais nécessitant une analyse géotechnique fine afin de préciser le rôle du radier dans la structure du pont et les modalités de confortement de la base des murs latéraux.

**Remplacement du radier par une rampe** : solution envisageable via l'aménagement d'une rampe rugueuse (modalités hydrauliques (notamment faisabilité réelle au regard de la faiblesse des débits et implantation à préciser en AVP) au sein même du radier.

**Aménagement léger du radier et aménagement d'une rampe rugueuse en aval** : aménagement de barrette offset ou d'un chenal préférentiel au sein du radier pour obtenir des lames d'eau compatibles avec le passage du poissons et reprofilage en remblai du lit incisé en aval via l'aménagement d'une rampe rugueuse depuis l'aval du radier béton.

*Au regard du contexte et des demandes des acteurs, nous proposons que soient étudiées en phase AVP 3 solutions :*

- *Solution 1 : suppression du radier et confortement des murs latéraux ;*
- *Solution 2 : aménagement d'une rampe au sein du radier ;*
- *Solution 3 : aménagement de barrettes off-set et d'une rampe en aval du radier.*

### **Mesures de restauration hydromorphologique complémentaires à l'échelle du tronçon**

Les aménagements suivants pourraient être envisagés :

- Mise en défens du cours d'eau ou plantation de ripisylve en amont (selon usage effectif) ;
- Recul de résineux sur au moins 5 rangs et ré-implantation d'une ripisylve adaptée en bordure.



# 3. AVP – OUVRAGE SB 62

## Scénarios étudiés

Les conclusions du diagnostic et les propositions d'aménagement ont été discutées dans le cadre du comité de pilotage du 17 novembre 2020.

Les choix techniques à étudier en AVP sont déclinés en 3 scénarios :

- Solution 1 : suppression du radier et confortement des murs latéraux ;
- Solution 2 : aménagement d'une rampe au sein du radier ;
- Solution 3 : aménagement de barrette offset et d'une rampe en aval du radier.

## Descriptif technique et analyse des incidences

### Scénario 1 : suppression du radier et confortement des murs latéraux

#### Objectifs poursuivis

1. Restaurer la continuité écologique (piscicole et sédimentaire) au niveau de l'ouvrage ;
2. Ne pas remettre en cause la stabilité du pont via les aménagements réalisés.

#### Principe

L'aménagement consiste à supprimer le radier béton et à rétablir un fond de lit naturel calé sur le profil d'équilibre du cours d'eau. Un débord sous les pieds de murs latéraux doit être maintenu pour garantir leur stabilité.

#### Description de l'opération

L'opération comprendrait :

- des travaux d'installation du chantier (signalisation, DICT, constat d'huissier, piquetage et implantation des aménagements, organisation avec les éventuels gestionnaires de réseaux, permission de voirie, gestion de la circulation...) et de libération des emprises (débroussaillage et abattage localisés) ;
- des mesures minimales de protection des milieux aquatiques notamment l'installation d'un batardeau (big bag ou équivalent) permettant de détourner le Botoret en tuyau sur une douzaine de mètres afin de travailler à sec au niveau de l'ouvrage ;
- une reprise en sous-œuvre des fondations des murs latéraux par passes successives. Pour chaque passe :
  - démantèlement soigné du radier (avec sciage propre au préalable) et tri pour export des matériaux impropres (béton, éventuelles ferrailles...) et conservation des éléments valorisables dans le cadre de la reconstitution du lit ;
  - reconstitution du radier sur 0,6 m en pied de voute de part et d'autre de l'ouvrage sans décompactage du sol sous-jacent (cf. étude géotechnique en annexe - sol maintenu en place et non décompacté) ;
  - le cas échéant, réalisation de micropieux selon prescriptions de l'étude géotechnique ;



Illustration 14 : Illustration d'une reprise en sous-œuvre d'une fondation par passes successives.  
Source : B-Ingénierie

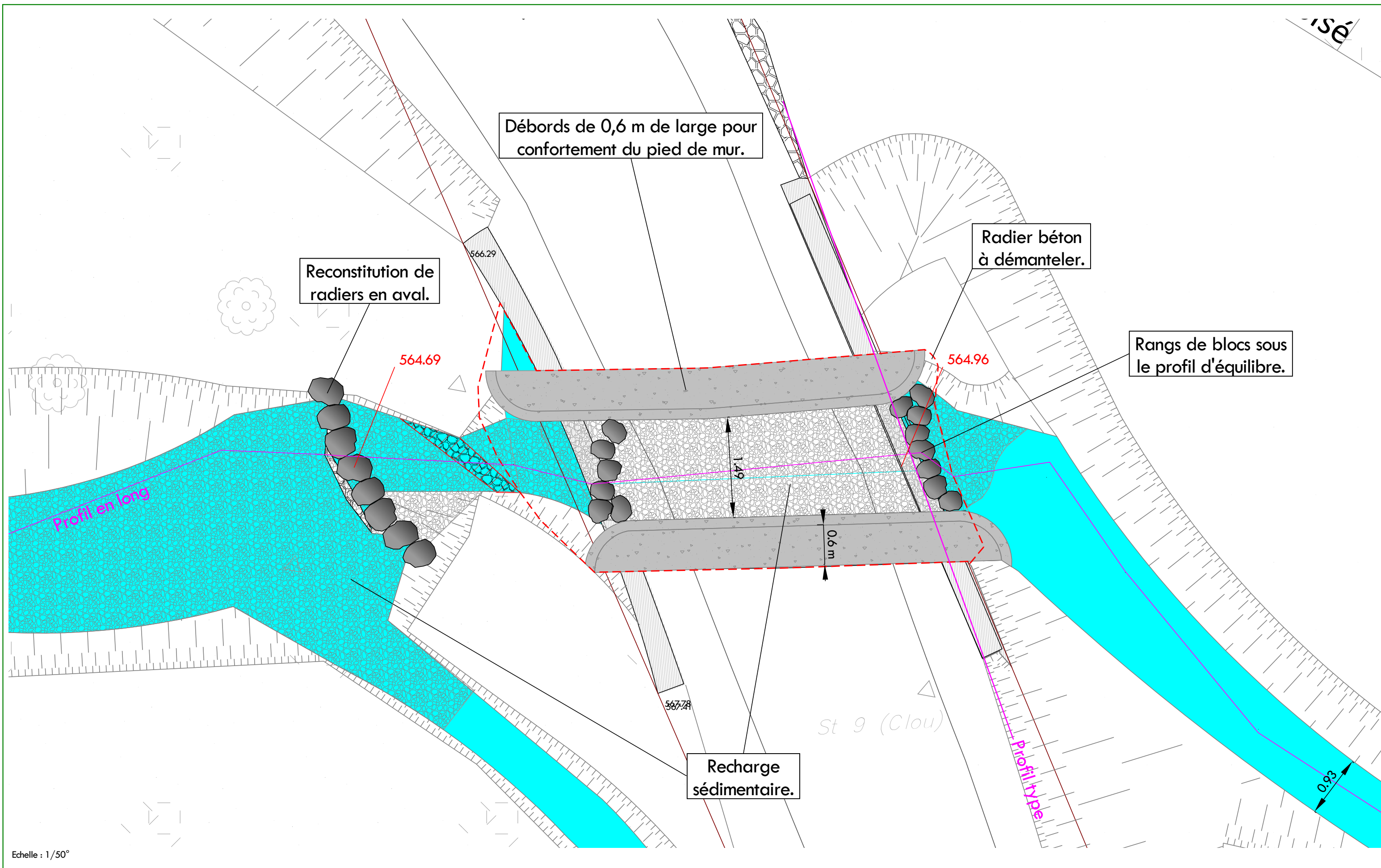
- le reprofilage du fond du lit entre les débords en respectant la pente naturelle ( $\approx 3,1\%$ ) avec mise en place de GNT compactée en fond de fouille et d'une recharge d'une trentaine de cm de concassé granitique grossier en partie supérieure. Il est attendu un colmatage de cette recharge du fait des apports sédimentaires amont ;
- la stabilisation du substrat sous l'ouvrage via 2 rangs de blocs de granite implantés entre la GNT et la recharge et calés sur le profil d'équilibre afin de limiter les phénomènes de purge du substrat installé lors des crues ;
- la correction de l'incision du lit par rehausse des têtes de radiers via l'implantation de rangs de blocs et de recharge sédimentaire en aval (mesure complémentaire à l'ensemble des scénarios) ;
- le repliement du chantier et la remise en état du site.

Des études/étapes de conception complémentaires sont nécessaires :

- Les travaux nécessiteront la réalisation d'un dossier règlementaire au titre de la loi sur l'eau. Il s'agira a priori d'un dossier de déclaration au titre de la rubrique 3350 (travaux de restauration de cours d'eau). Si le maître d'ouvrage des travaux était public, une déclaration d'intérêt général (DIG) sera nécessaire.
- Une étude de conception structure/génie-civil doit être réalisée en EXE pour préciser les classes et niveaux de ferrailage des bétons des débords. Les aspects géotechniques des aménagements (fondation, ancrage, reprise d'infrastructures limitrophes...) pré-dimensionnés en AVP devront être finement dimensionnés en PRO par un géotechnicien.
- Les travaux nécessiteront également une mission de maîtrise d'œuvre qui pourra soit être réalisée directement par le futur maître d'ouvrage des travaux s'il en a la compétence, soit confiée à un prestataire.



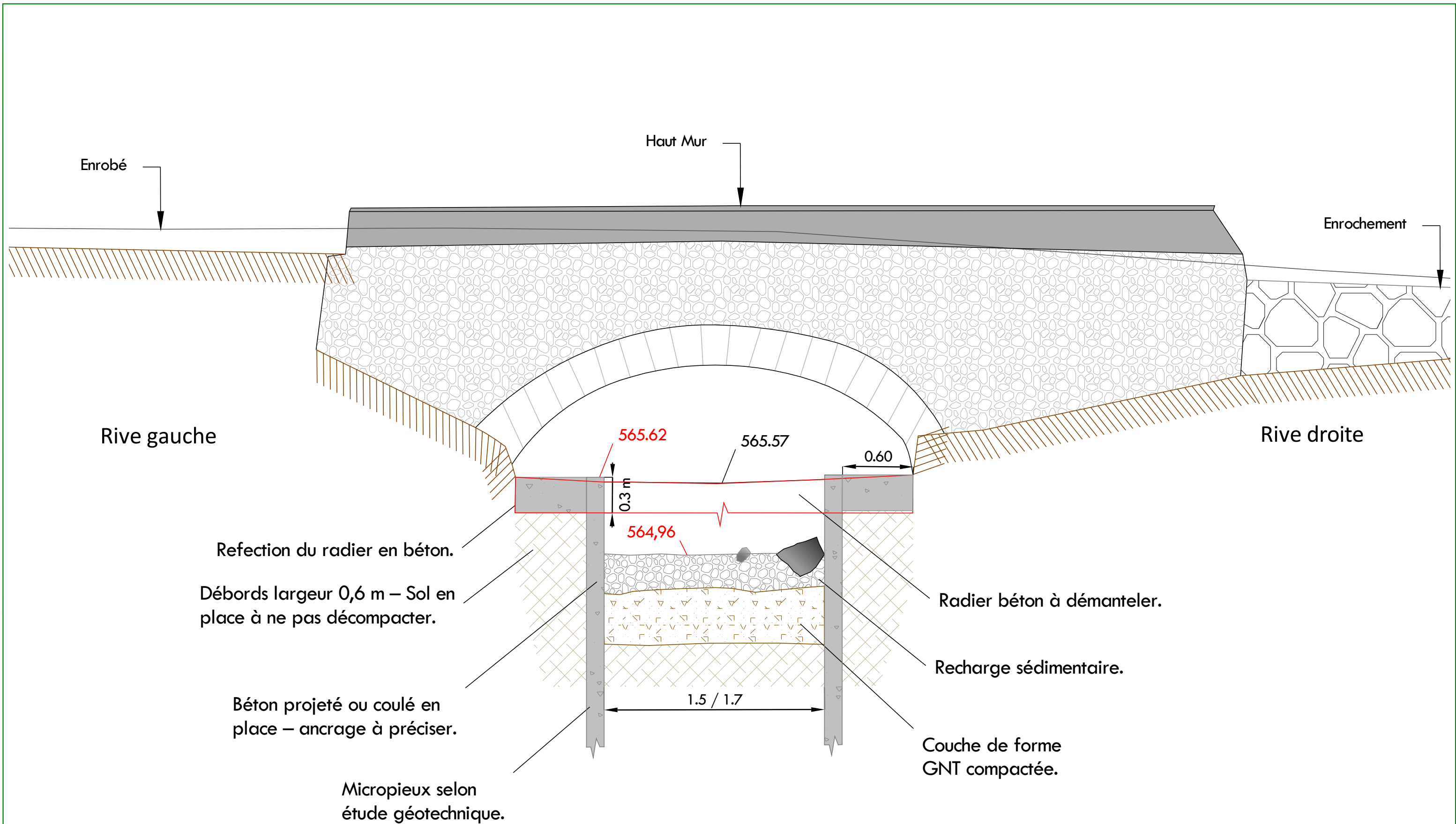
**AVP SB 62 - Plan de masse SC1**



Echelle : 1/50°



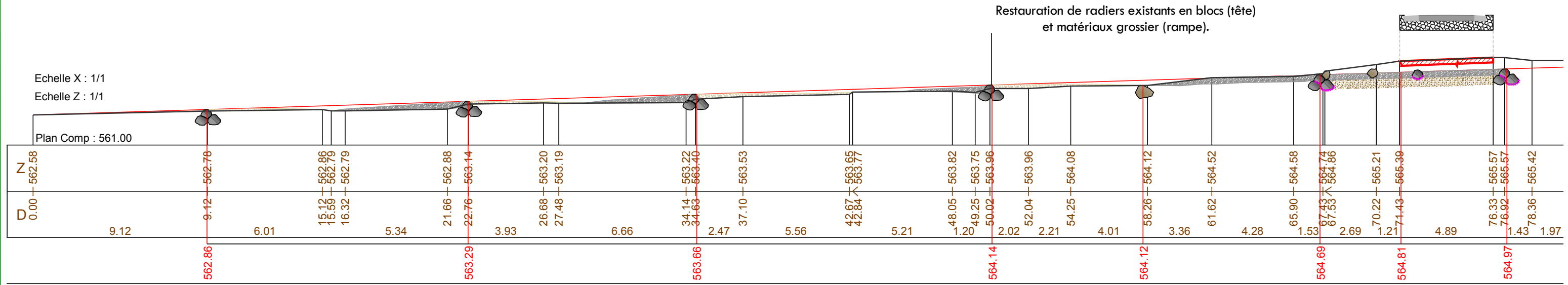
**AVP SB 62 - Profil type SC1**



Echelle : 1/30°

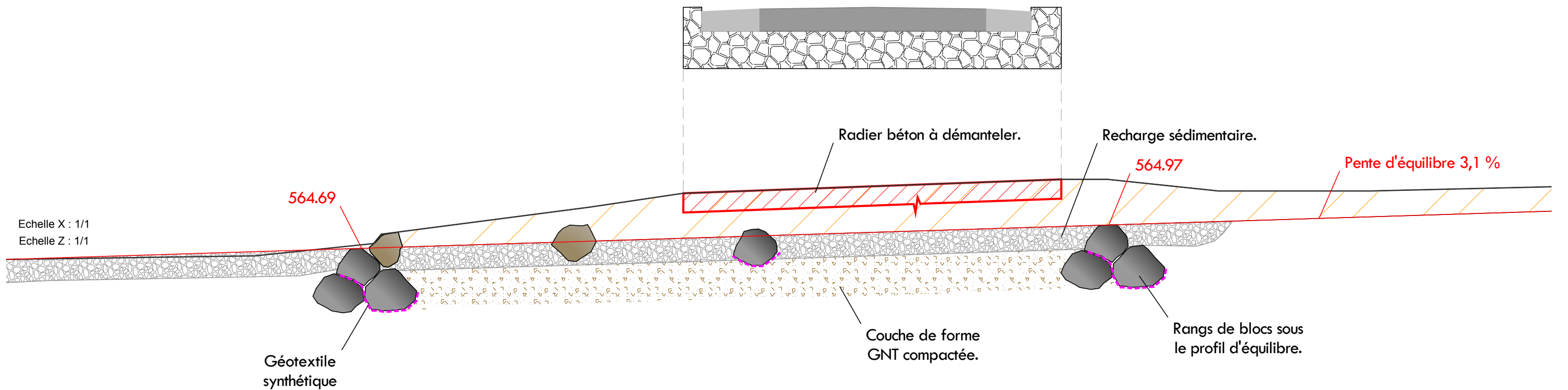
### AVP SB 62 - Profils en long SC 1

#### Profil en long



Echelle : 1/200°

#### Profil en long zoomé sur l'ouvrage



Echelle : 1/50°

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

### Reprise de l'ouvrage / analyse géotechnique en lien avec l'aménagement

D'après Géolithe, la suppression du radier est possible sous réserve de laisser au minimum une largeur de 60 cm de radier sous chaque pied de voute afin d'en assurer la stabilité. Ces débords seront soutenus latéralement et protégés des affouillements par du béton projeté ou coulé en place suffisamment ancré sous le profil d'équilibre (implantation à préciser en PRO). Au sommet du débord, une banquette béton émergera pour protéger les pieds de voute du travail de l'eau. Afin de maintenir la stabilité du pont en phase projet, ces travaux seront réalisés par passes successives.

Des mesures complémentaires comme des micropieux bétons sont prescrites pour assurer la stabilité de l'ouvrage (voir plus loin).

### Pré-dimensionnement de l'aménagement

L'aménagement s'apparente à un arasement. La pente projet sera celle du profil moyen d'équilibre théorique soit 3,1%. Suite à la suppression du radier, un enfoncement de l'ordre d'une soixantaine de cm est attendu sous le pont et au niveau de l'entonnement amont. Le ré-ajustement du lit en amont se fera via un enfoncement d'une trentaine de cm sur une douzaine de mètres.

Le pont ayant une largeur de 3 à 3,3 m en pieds de voute, si l'on considère les débords soutenus par des voiles latérales de 0,15 m de large, la ré-ouverture du lit pourra se faire sur 1,5 à 1,8 m ce qui est suffisant considérant la largeur de pied de berge mesurée en amont ( $\approx 0,9$  m).

2 rangs de blocs calés sous la ligne d'équilibre du profil en long seront disposés au centre et en aval du pont pour limiter les risques de purge du substrat sous l'ouvrage et favoriser l'accumulation de matériaux fins colmatant la recharge (ex. 10/150 mm).



Illustration 18 Ruisseau de Faye (RD dept 42) – CESAME B-Ingénierie 2021 Etat initial (gauche) et 1 an après travaux (droite). Reprise en sous œuvre par longrine béton et micropieux



### Aménagement du lit et des berges

L'enfoncement en amont étant de l'ordre d'une trentaine de cm sur une douzaine de mètres au sein d'une prairie (a priori non exploitée) il n'est pas proposé d'aménagement complémentaire au niveau des berges en amont de l'ouvrage.

Le tronçon aval présente une érosion des berges et du fond liée à l'effet combiné de l'accélération des écoulements sur le radier du pont et de la mauvaise tenue mécanique des berges par les résineux implantés en futaie. Des mesures complémentaires communes à tous les scénarios (rehausse des têtes de radiers et requalification de la végétation des berges) sont prescrites en aval (voir plus loin).

« Il est donc proposé une restauration des têtes de radiers **existants** en léger surplomb (une vingtaine de centimètres – voir profil en long du scénario 1) par rapport au profil actuel pour rattraper le profil naturel théorique ».

Lamorphologie des radiers et du fond de lit sera calée sur les modèles naturels. Aucun calcul hydraulique n'est réalisé à ce stade.

### Incidence pressentie sur les milieux

Le projet aura une incidence positive dans la mesure où il permettra le rétablissement de la continuité écologique et du profil en long naturel du lit. La pente post-travaux sera de l'ordre de 3,1%. Hormis sur les 4 à 5 premiers mètres en amont immédiat de l'ouvrage, le faible niveau d'incision amont ne devrait pas avoir d'incidence significative sur la connexion des habitats.

### Incidence pressentie sur les usages et les risques

Du fait de l'absence totale d'enjeu inondation, aucune modélisation hydraulique n'a été réalisée au niveau de cet ouvrage. La suppression du radier va dans le sens d'un abaissement des lignes d'eau en crue.

### Incidence sur le foncier

Pas d'incidence particulière. L'accord des propriétaires en amont et en aval sera nécessaire pour accéder en phase chantier.

### Entretien des aménagements

Les aménagements s'apparentent à un arasement et ne nécessiteront pas d'entretien complémentaire à celui couramment réalisé en amont des ouvrages hydrauliques.

### Intégration paysagère

Le remplacement du radier béton en mauvais état par un fond de rivière naturel va avoir tendance à améliorer les perceptions visuelles du site. L'incidence est à modérer car le principal point de vue sur l'ouvrage se fait depuis la propriété rive droite en amont du pont qui est privée (pas de vue sur le radier depuis la route).

## Scénario 2 : aménagement d'un chenal préférentiel/rampe au sein du radier

### Objectifs poursuivis

1. Restaurer la continuité écologique (piscicole et sédimentaire) au niveau de l'ouvrage ;
2. Ne pas remettre en cause la stabilité du pont via les aménagements réalisés.

### Principe

Cette solution consiste à créer un chenal préférentiel au sein du radier (U béton) dont la dimension et la rugosité sont adaptées pour garantir la fonctionnalité hydraulique sur la gamme de débits la plus large possible.



### Description de l'opération

L'opération comprendrait :

- des travaux d'installation du chantier (signalisation, DICT, constat d'huissier, piquetage et implantation des aménagements, organisation avec les éventuels gestionnaires de réseaux, permission de voirie, gestion de la circulation...) et de libération des emprises (débroussaillage et abattage localisés) ;
- des mesures minimales de protection des milieux aquatiques notamment l'installation d'un batardeau (big bag ou équivalent) permettant de détourner le Botoiret en tuyau sur une quinzaine de mètres afin de travailler à sec au niveau de l'ouvrage ;
- une reconstitution du radier par passes successives en laissant au centre une réservation pour l'implantation du chenal préférentiel. Pour chaque passe :
  - démantèlement soigné du radier (avec au préalable un sciage propre) et tri pour export des matériaux impropres (béton, éventuelles ferrailles...) ;
  - création d'une fouille permettant l'implantation sous le radier d'une assise en blocs cloutés et/ou finement appareillés avec comblement des interstices recouverts de matériaux grossiers compactés ;
  - Re-création d'un radier en béton ferrailé de 30 cm d'épaisseur.
- l'implantation d'une rampe en U béton de 0,4 m de large et 8,5 m de long (modules préfabriqués ou coulés en place) au sein du radier permettant de concentrer les écoulements ;
- l'implantation d'une rugosité de fond au sein de la rampe (matériaux grossiers pris dans une matrice béton et des fers) ;
- la pose d'enrochements bétonnés dans la continuité aval du radier béton sur environ 2,5 m de chaque côté de la rampe pour faire la jonction avec le chenal existant ;
- l'aménagement d'une tête de radier en blocs afin de stabiliser le fond à la cote du profil d'équilibre théorique en aval de la fosse de dissipation qui sera créée ;
- la remise en état des lieux et le repliement du chantier.

Des études/étapes de conception complémentaires sont nécessaires :

- Les travaux nécessiteront la réalisation d'un dossier règlementaire au titre de la loi sur l'eau. Il s'agira a priori d'un dossier de déclaration au titre de la rubrique 3150 (travaux dans le lit mineur d'un cours d'eau ne permettant pas de restauration fonctionnelle totale des milieux). Si le maître d'ouvrage des travaux était public, une déclaration d'intérêt général (DIG) sera nécessaire.

- Une étude de conception structure/génie-civil doit être réalisée en EXE pour préciser les classes et niveaux de ferrailage des bétons du U central. Les aspects géotechniques des aménagements (fondation, ancrage, reprise d'infrastructures limitrophes...) pré-dimensionnés en AVP devront être finement dimensionnés en PRO par un géotechnicien.
- Les travaux nécessiteront également une mission de maîtrise d'œuvre qui pourra soit être réalisée directement par le futur maître d'ouvrage des travaux s'il en a la compétence, soit confiée à un prestataire privé.

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

#### Reprise de l'ouvrage / analyse géotechnique en lien avec l'aménagement

D'après Géolithe le radier d'une épaisseur de 20/25 cm est structurel et en mauvais état. L'implantation d'un canal concentrant les débits dans la partie centrale nécessitera une réfection complète de ce radier qui risque de se déliter lors de l'ouverture de la fouille.

#### Pré-dimensionnement de l'aménagement de franchissement piscicole

Les capacités de nage des espèces influent sur le dimensionnement du U béton considérant la nécessité de permettre :

- Un tirant d'eau satisfaisant (à minima 0,05 / 0,1 m sur le bas de la gamme de fonctionnement) ;
- Une largeur peu restreinte (0.5 m ciblé, risque de colmatage très fort) ;
- Des vitesses max de l'ordre de 1,6 m/s pour permettre le franchissement de 8 m de radier par l'espèce cible :

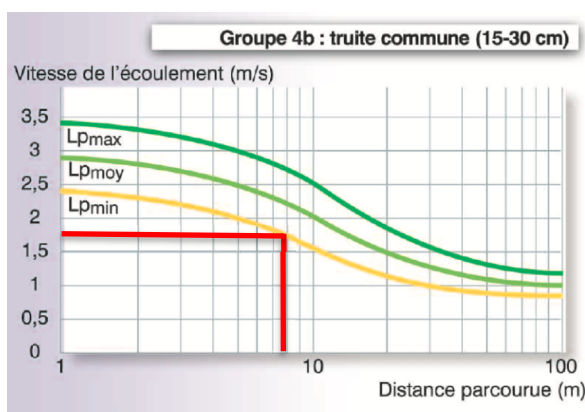


Illustration 19 : Vitesses admissible pour une distance parcourue de 8 m selon le groupe d'espèce

Source : CESAME / Guide ICE<sup>2</sup>

La pente d'équilibre naturel théorique de 3,1% permet de caler la rampe sur le profil d'équilibre sans nécessiter de rehausser significativement le fond en aval. Elle nécessite cependant d'avoir une largeur de 0,4 m en entrée pour ne pas trop pénaliser les hauteurs d'eau ce qui risque de générer un besoin en entretien significatif. Augmenter cette largeur nécessiterait de diminuer la pente ce qui impliquerait de réaliser des pré-barrages en aval comme dans le scénario 3. **Cette configuration sera très pénalisante pour l'entretien.**

<sup>2</sup> Guide 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.



Les hauteurs d'eau sont faibles mais restent compatibles avec un franchissement par nage. Les vitesses ne sont pas contraignantes sur la longueur aménagée (8 m) :

	QMNA	MOD	3MOD
Lpb (m) =	0.40	0.40	0.50
Lm (m) =	0.40	0.40	0.50
Hpb (m) =	0.40	0.40	0.40
Heau (m) =	0.05	0.14	0.27
I pente du radier (m/m) =	0.031	0.031	0.031
K coefficient de rugosité =	25	25	25
S section mouillée (m <sup>2</sup> ) =	0.02	0.06	0.14
R rayon hydraulique (m) =	0.04	0.08	0.13
Largeur au miroir (m) =	0.40	0.40	0.50
Estimation Q (m <sup>3</sup> /s) =	0.01	0.05	0.15
Vitesse (m/s) =	0.51	0.83	1.13

Tableau 6 : Estimation des vitesses au sein d'un U béton de 0.4 m de haut via la formule de Manning-Strickler.  
Source : CESAME 2021

Un pré-barrage sera installé en aval afin de permettre la formation d'une fosse de dissipation de l'énergie et éviter la formation d'une chute en sortie du U béton. Ce pré-barrage pourra être constitué d'une échancrure centrale permettant de concentrer les débits d'étiage. Il est pré-dimensionné à ce stade avec une formule de déversoir dénoyé (Kindsvater et Carter) :

	QMNA	MODULE	3MODULE
Cote eau amont (NGF) :	564.75	564.82	564.89
Largeur crête (m) :	1.9	1.9	1.9
Mu. crête :	0.4	0.4	0.4
Cote crête (NGF) :	564.80	564.80	564.80
Tirant eau crête (m) :	0.00	0.02	0.08
Débit crête (m <sup>3</sup> /s) :	0.00	0.01	0.08
Largeur échancrure (m) :	0.5	0.5	0.5
Mu. échancrure :	0.38	0.38	0.38
Cote échancrure (NGF) :	564.70	564.70	564.70
Tirant eau échancrure (m) :	0.05	0.12	0.18
ébit échancrure (m <sup>3</sup> /s) :	0.01	0.04	0.07
Débit Total (m <sup>3</sup> /s) :	0.01	0.05	0.15



Illustration 20 : Prédimensionnement du pré-barrage aval à l'aide de la formule de Kindsvater et Carter  
Source : CESAME 2021

Le tableau suivant présente les évolutions des niveaux entre l'amont et l'aval du pont par rapport à la situation actuelle.

SB62	QMNA	MODULE	3MODULE
Débit amont (m <sup>3</sup> /s)	0.010	0.05	0.15
Neau radier amont SC2 (NGF)	565.02	565.11	565.24
Niveau aval SC2 (NGF)	564.75	564.82	564.89
Dh amt / aval pont SC2 (m)	0.27	0.29	0.36
Teau max U béton (m)	0.05	0.14	0.27
Vitesse U béton (m/s)	env. 0.5 m	env. 0.85 m	env. 1.13 m
Rappel niveau radier amont ACT (NGF)	565.56	565.63	565.68
Rappel niveau aval pied de seuil ACT (NGF)	564.74	564.84	-

Tableau 7 : Conditions hydrauliques scénario 2 au niveau du pont  
Source : CESAME 2024

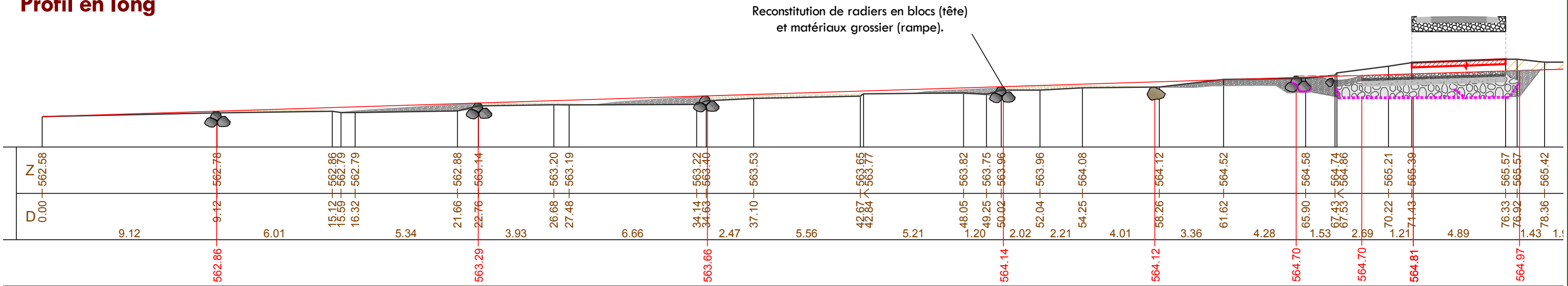
Le fond du U béton devra être rugueux. Des pierres saillantes émergentes sur au moins 0,1/0,15 m noyées dans une matrice béton de 0,15 m minimum seront disposées sur le radier. La hauteur de pleins-bords du U (par rapport au radier du pont) sera de 0,6 m.





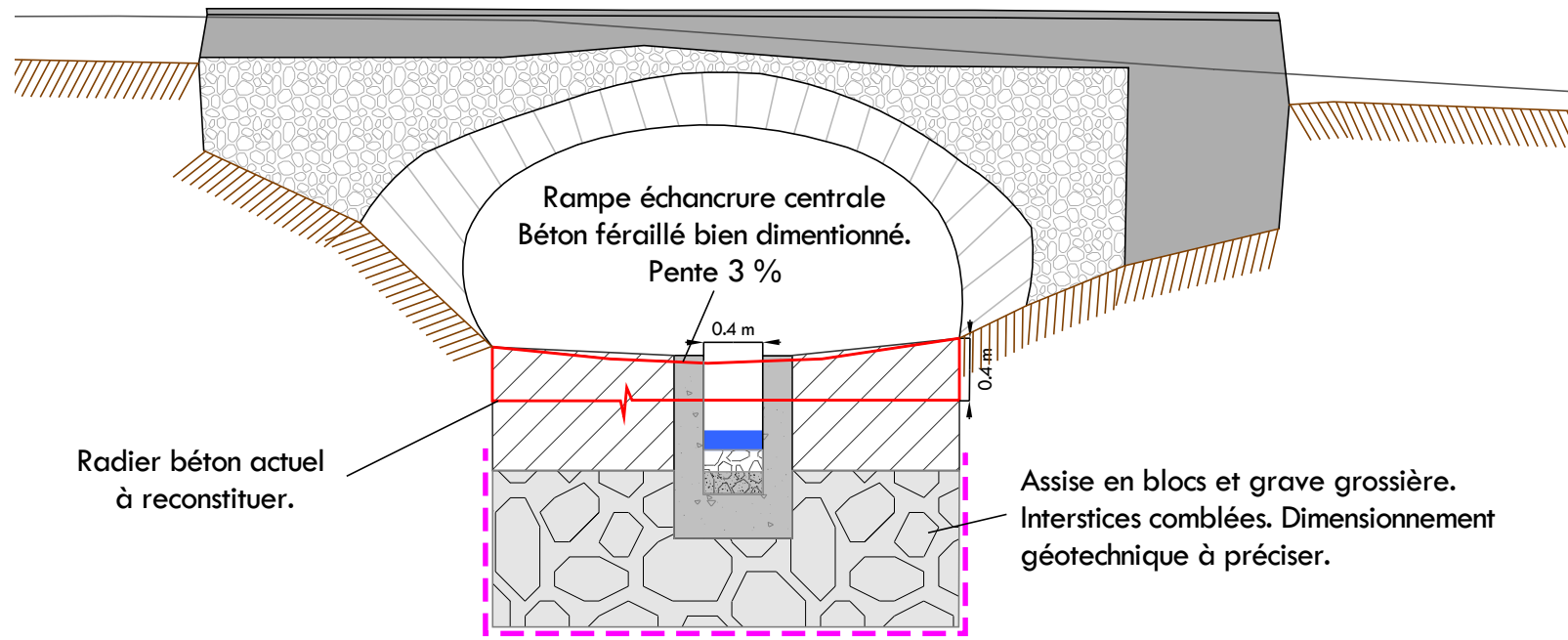
### AVP SB 62 - Profils types SC 2

#### Profil en long



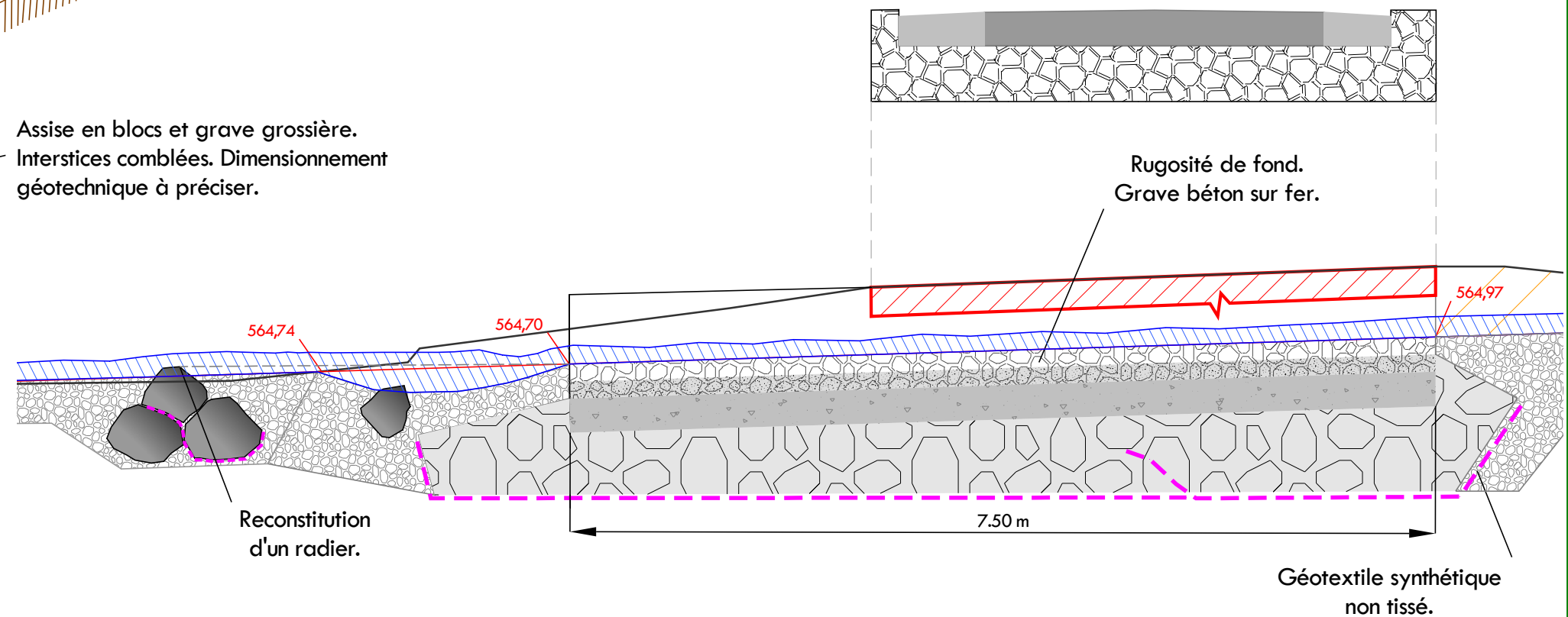
Echelle : 1/200°

#### Profil en travers type



Echelle : 1/50°

#### Profil en long zoomé sur l'ouvrage



Echelle : 1/50°

### Incidence pressentie sur les milieux

Le projet aura une incidence positive dans la mesure où il permettra le rétablissement de la continuité écologique. La radier du pont étant conservé, aucune modification significative n'est attendue hormis le creusement d'un petit chenal préférentiel dans l'axe du U béton.

### Incidence pressentie sur les usages et les risques

Le chenal préférentiel aura une capacité d'écoulement de seulement  $\approx 320$  l/s en entrée. Le niveau du radier et des tabliers n'étant pas modifié, l'aménagement n'aura pas d'incidence significative sur les niveaux d'eau en crue (pour mémoire, la crue biennale est estimée à  $1,4 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Pour rappel, il n'y a pas d'enjeu inondation au droit du site.

### Incidence sur le foncier

Pas d'incidence particulière. L'accord des propriétaires riverains en amont et en aval sera nécessaire pour accéder en phase chantier.

### Entretien des aménagements

La largeur de la rampe (0,4 m) risque d'accroître la sensibilité de l'ouvrage au colmatage par les embâcles. L'entretien d'un tel dispositif peut donc s'avérer contraignant. Un défaut d'entretien remettra en cause la fonctionnalité du dispositif.

### Intégration paysagère

L'aménagement du U béton au sein du pont ne devrait pas contribuer à diminuer l'intégration visuelle de l'ouvrage dans son environnement dans la mesure où le radier et le parement de la voute présentent déjà un revêtement béton. L'incidence est aussi à modérer car le principal point de vue sur l'ouvrage se fait depuis la propriété rive droite amont qui est privée. Il n'y a pas de vis-à-vis depuis la route.

## Scénario 3 : Aménagement de barrettes offset et d'une rampe en aval du radier

### Objectifs poursuivis

1. Restaurer la continuité écologique (piscicole) au niveau de l'ouvrage ;
2. Ne pas remettre en cause la stabilité du pont via les aménagements réalisés.

### Principe

Le principe d'intervention repose sur le fait de restaurer la continuité écologique sans intervenir sur le génie civil de l'ouvrage en lui-même : le dénivelé aval est rattrapé par un aménagement en remblai dans le lit du cours d'eau.

Lors de la phase précédente, une rampe en blocs a été proposée. La proposition concernait une rampe rustique dans la mesure où les débits (faibles) et l'entretien nécessaire sur un dispositif type rampe en enrochements régulièrement répartis ou en rangées périodiques seraient trop contraignants. Après un pré-dimensionnement, il s'avère que ce dispositif ne serait pas adapté compte tenu de la forte pente naturelle de la rivière en aval (3,5% actuellement, pente naturelle estimée à 3,1%), de la longueur nécessaire trop importante ( $\approx 65$  m) avec une pente maximum de 4% pour rattraper la chute générée par l'ouvrage et des hauteurs de berge résiduelles trop faible (entre 0,2 et 0,3 m) car le radier de l'ouvrage auquel est rattaché la rampe est situé « haut » sur le profil (cf. diagnostic).

Afin de minimiser la longueur du dispositif, il est proposé de dissiper l'énergie au sein de petites chutes ce qui permet d'augmenter sa pente moyenne. La hauteur de ces chutes devra être la plus faible possible pour éviter les problématiques de gestion de bassin de dissipation.

### Description de l'opération

L'opération comprendrait :

- Des travaux d'installation du chantier (signalisation, DICT, constat d'huissier, piquetage et implantation des aménagements, organisation avec les éventuels gestionnaires de réseaux, permission de voirie, gestion de la circulation...) et de libération des emprises (débroussaillage et abattage localisés) ;
- Des mesures minimales de protection des milieux aquatiques notamment l'installation d'un batardeau (big bag ou équivalent) permettant de détourner le Botoret en tuyau sur une petite quarantaine de mètres (si travaille en étiage, possibilité de procéder à une succession de détournements de quelques mètres) afin de travailler à sec ;
- L'implantation sur le radier de 2 lignes de barrettes béton ou bois (« offset ») permettant de rehausser les lignes d'eau ;
- L'implantation de 11 pré-barrages en blocs libres en aval immédiat ;
- La remise en état des lieux et le repliement du chantier.

Des études/étapes de conception complémentaires sont nécessaires :

- Les travaux nécessiteront la réalisation d'un dossier réglementaire au titre de la loi sur l'eau. Il s'agira a priori d'un dossier de déclaration au titre de la rubrique 3150 (travaux dans le lit mineur d'un cours d'eau ne permettant pas de restauration fonctionnelle totale des milieux). Si le maître d'ouvrage des travaux était public, une Déclaration d'Intérêt Général (DIG) sera nécessaire.
- Une étude de conception structure/génie-civil sera peut-être nécessaire en EXE pour préciser les classes et niveaux de ferrailage des bétons des barrettes sur le radier. Il est vraisemblable que les aménagements prescrits pour rétablir la continuité écologique ne nécessitent pas de complément concernant les aspects géotechniques.
- Les travaux nécessiteront également une mission de maîtrise d'œuvre qui pourra soit être réalisée directement par le futur maître d'ouvrage des travaux s'il en a la compétence, soit confiée à un prestataire.



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

### Reprise de l'ouvrage / analyse géotechnique en lien avec l'aménagement

Les aménagements ne modifient pas l'état actuel de l'ouvrage. Si des mesures de confortement sont à prendre (voir plus loin) elles ne sont pas en lien avec l'aménagement prescrit pour rétablir la continuité écologique.

### Pré-dimensionnement de l'aménagement de franchissement piscicole

Les capacités de nage des espèces influent sur le dimensionnement des pré-barrages. Les valeurs seuils présentées ci-dessous sont issues du guide ICE :

- Charge minimale sur les seuils : 0,05 m ;
- Chute maximale admissible : 0,30 m selon conditions d'appel.

Compte tenu du contexte relativement naturel et dans un souci de se rapprocher de la proposition initiale, il est proposé de travailler avec une série de pré-barrages rustiques réalisés en blocs libres (« rangs de blocs ») avec la chute la plus faible possible pour limiter les besoins en entretien et les questions de dissipation de l'énergie. Adopter d'emblée une faible chute permet de travailler avec des matériaux peu onéreux et bien intégrés (blocs) tolérant un peu plus d'aléa sur l'implantation topographique. En hautes eaux, l'aménagement s'apparente plus à un lit de rivière rugueux qu'à celui d'une passe à bassins.

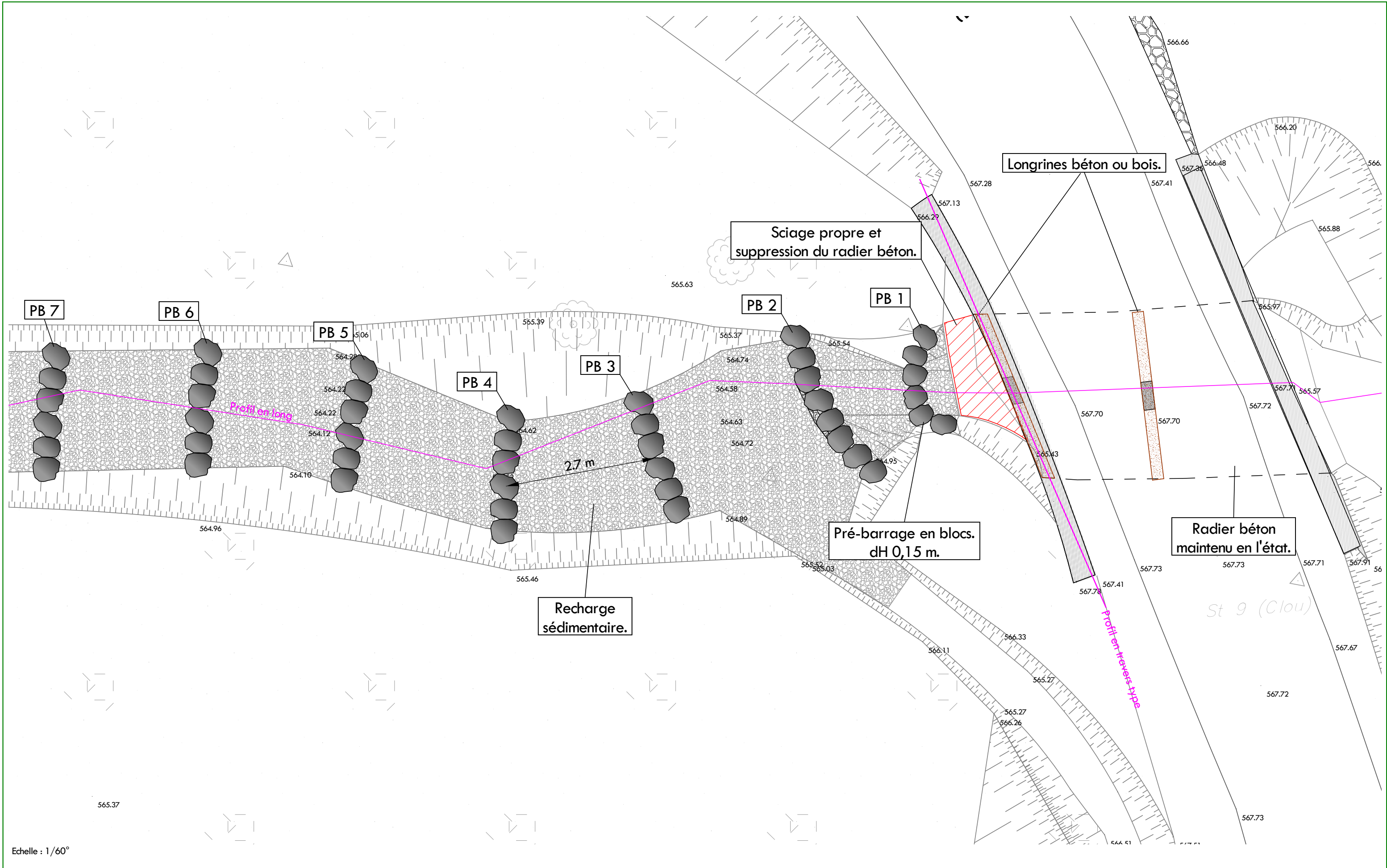
Les chutes ne doivent pas excéder 0,15 m. Une échancrure préférentielle devra être conservée au centre du rang de blocs. L'espace entre les rangs de blocs doit permettre l'implantation naturelle d'une petite fosse en aval avec quelques blocs/zones lentes pour servir de zone de repos. Une longueur inter-rangs entre 2 et 3 m est suffisante. Ceci implique ici d'avoir un aménagement d'une trentaine de mètres de long.



Illustration 23 : Pré-barrage blocs sur le Jacquelin (gauche) et l'Ander (droite)  
Source : Conception (CESAME), maîtrise d'œuvre (CESAME/Saint-Flour-Co)

La longueur de l'aménagement s'explique par le fait que plus on s'éloigne de l'ouvrage, plus la pente à équipe augmente

**AVP SB 62 - Plan de masse SC3**

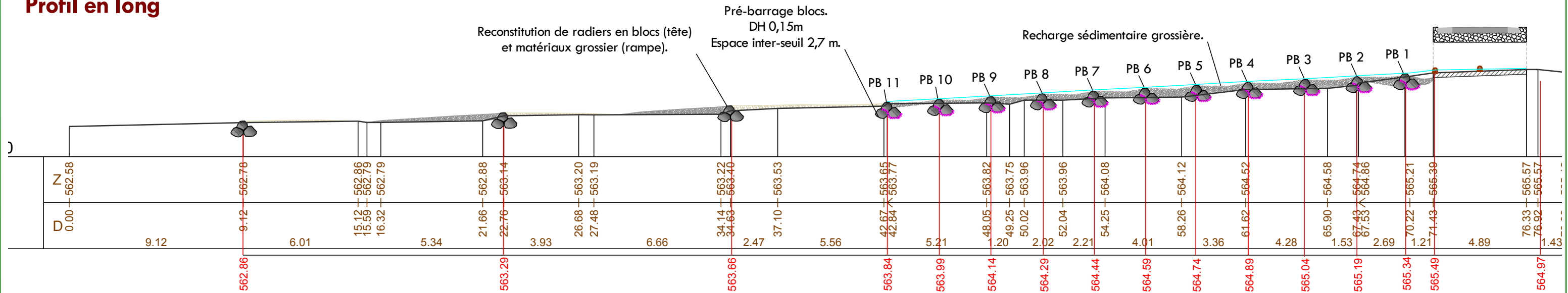


Echelle : 1/60°



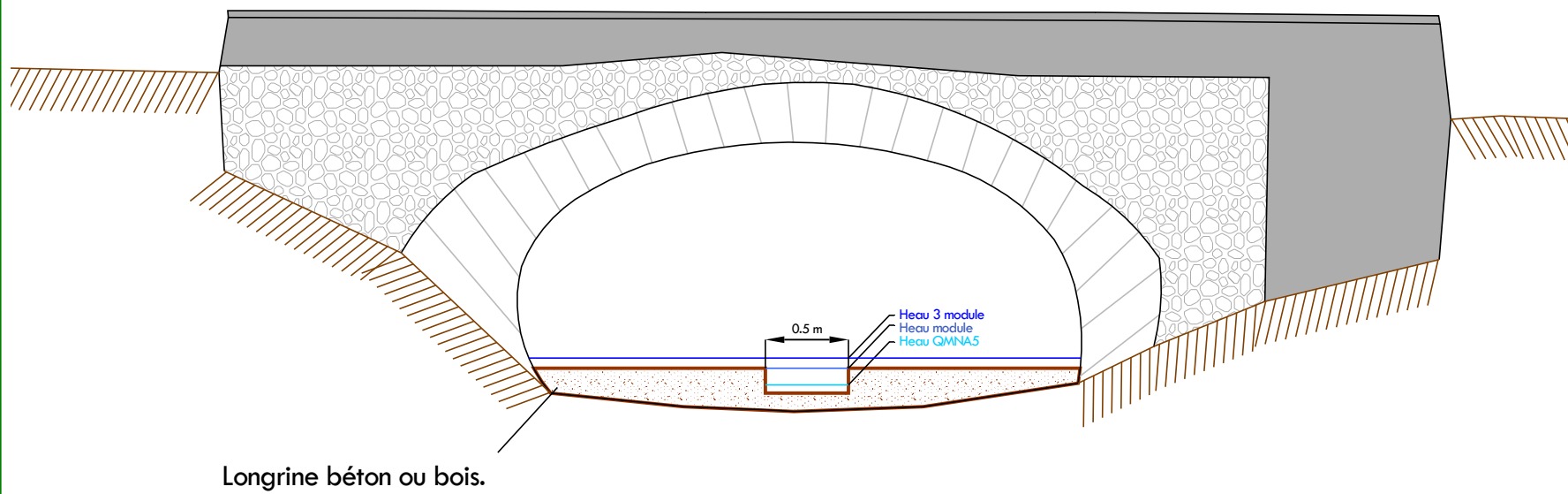
### AVP SB 62 - Profils types SC3

#### Profil en long



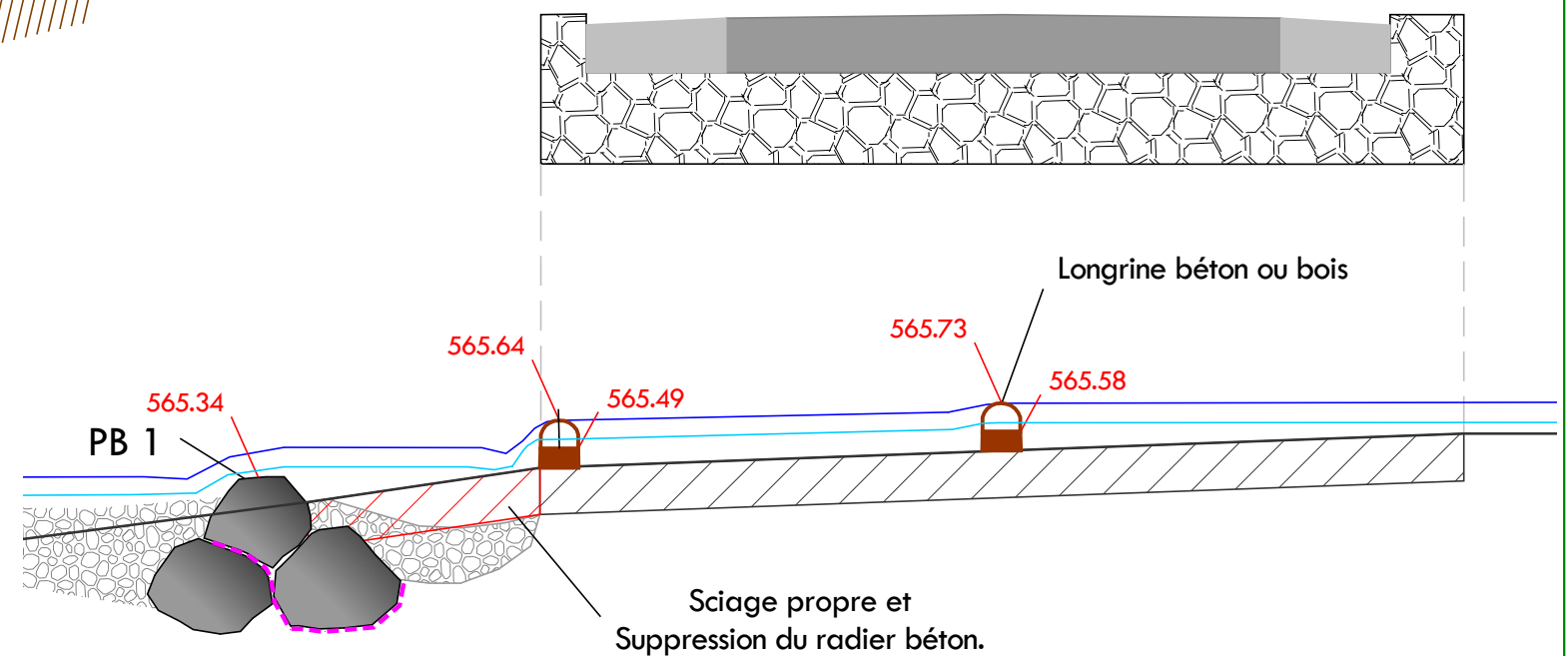
Echelle : 1/200°

#### Profil en travers type



Echelle : 1/40°

#### Profil en long zoomé sur l'ouvrage



Echelle : 1/40°



Concernant les barrettes/seuils sur le radier, celle-ci doivent être calibrées pour maintenir les niveaux d'eau minimum sur l'ensemble du radier béton lisse qui présente une pente de 4%.

En négligeant à ce stade les éventuels phénomènes de contrôle/ennoisement aval (phénomène globalement favorable car entraînant de petites rehausses de lignes d'eau), une échancrure de 0,5 m de large et 0,15 m de haut permettrait de faire transiter le QMNA5 avec une charge de 0,05 m et le module avec une charge de 0,15 m.

2 seuils sont nécessaires pour rattraper la chute sur le radier ( $\approx 20$  cm). Les longrines pourront être profilées pour limiter autant que possible les risques d'embâcles.

### Incidence pressentie sur les milieux

L'aménagement permettra de restaurer la continuité piscicole à la montaison pour la truite fario. Il ne permettra cependant pas de restaurer un profil proche de sa situation d'équilibre en absence d'ouvrage.

### Incidence pressentie sur les usages et les risques

L'aménagement des pré-barrages en aval aura tendance à diminuer la capacité actuelle du lit mineur. Pour rappel, le diagnostic a mis en évidence une incision en aval (capacité du lit l'ordre de la crue décennale) et l'absence d'enjeu inondation. Cette rehausse sera donc sans incidence significative.

### Incidence sur le foncier

Pas d'incidence particulière. L'accord des propriétaires riverains en amont et en aval sera nécessaire pour accéder en phase chantier.

### Entretien des aménagements

La faible hauteur de chute des barrettes et des pré-barrages en aval ne devrait pas imposer un entretien trop rigoureux lié aux embâcles. Il est cependant certain que des aménagements en remblai sur le radier, même de dimensions modestes, ne vont pas dans le sens d'une diminution de la sensibilité de l'ouvrage sur ce point.

### Intégration paysagère

L'aménagement de barrette sur le radier du pont ne devrait pas contribuer à diminuer l'intégration visuelle de l'ouvrage dans son environnement dans la mesure où le radier et le parement de la voute présentent déjà un revêtement béton. L'incidence est aussi à modérer car le principal point de vue sur l'ouvrage se fait depuis la propriété rive droite amont qui est privée. Il n'y a pas de vue depuis la route.

Les pré-barrages en aval seront réalisés en blocs de nature géologique cohérente avec le contexte local sur une zone où le fond et les berges sont très érodés. L'aménagement devrait donc bien s'intégrer dans l'environnement.

## Mesures complémentaires à l'ensemble des scénarios

### Restauration du profil en long et de la végétation des berges en aval du pont

#### Objectifs poursuivis

1. Restaurer l'aval du profil en long impacté par l'ouvrage et l'enrésinement des berges ;
2. Ré-implanter une végétation adaptée au contexte naturel.

#### Principe et description de l'opération

Le tronçon aval présente une érosion des berges et du fond liée à l'effet combiné de l'accélération des écoulements sur le radier du pont et de la mauvaise tenue mécanique des berges par les résineux implantés en futaie.

Il est donc proposé une restauration des têtes de radiers existants en léger surplomb (une vingtaine de centimètres – voir profil en long du scénario 1) par rapport au profil actuel pour rattraper le profil naturel théorique. Un ré-engraissement en amont et aval pourra être réalisé avec des matériaux d'apport où prélevés sur site afin de reconstituer une alternance de faciès d'écoulement.

Les résineux en berges seront dans la mesure du possible remplacés par une végétation de feuillus (aulne, hêtre, charme, noisetier...) plus adaptée au contexte. Cela implique une négociation avec l'exploitant et le propriétaire riverain afin de préciser l'emprise exploitable. Une ré-ouverture du milieu sur 10 à 15 m de large semble être un minimum. Le linéaire concerné serait de 80 m.

### Résolution des désordres génie civil et géotechniques identifiés

#### Objectifs poursuivis

1. Préciser le diagnostic et corriger les désordres identifiés ;
2. Suivre l'évolution de la morphologie de l'ouvrage.

#### Principe et description de l'opération

Géolithe souligne l'existence possible de problématiques structurelles sur la voute de l'ouvrage :

*« De plus, les échantillons prélevés dans le parement révèlent des résistances faibles, et des matériaux en mauvais état derrière la couche de béton récente mais fissurée. Nous pouvons donc penser que cette couche sert à camoufler des défauts de la voute, peut être des lacunes notamment mais que cette couche n'est pas suffisante, c'est pourquoi des fissures apparaissent. Ce phénomène pourra s'amplifier si aucun travail n'est envisagé, jouant sur la stabilité à long terme de l'ouvrage. »*

Des mesures sont proposées :

- La recherche des fondations (sondages à la pelle) pour valider les hypothèses géotechniques ;
- Un confortement de la voute par une couche de béton projeté et d'armatures ;
- La reprise en sous-œuvre des fondations avec des micropieux ancrés sur le substrat sains (descente de charge à préciser en PRO) ;
- Un suivi des déformations sur 1 à 2 ans avec des cibles topographiques.

## Comparaison des scénarios

### Synthèse financière

<b>AVP - SB62</b>	<b>Scénario 1 Suppression radier</b>	<b>Scénario 2 U béton</b>	<b>Scénario 3 Pré-barrages</b>
INSTALLATION/TRAVAUX PREPARATOIRES/REPLIEMENT	12 300	12 300	9 000
PROTECTION DES MILIEUX AQUATIQUES	6 800	6 800	7 500
TRAVAIL SUR LE RADIER (SUPPRESSION, REFECTION/CONFORTEMENT)	15 500	17 700	1 500
DISPOSITIF DE FRANCHISSEMENT (U beton SC2, pré-barrage SC3)	0	9 000	18 500
CONFORTEMENT GEOTECHNIQUE / SUIVI DE L'OUVRAGE	18 000	18 000	9 900
RESTAURATION DU PROFIL AVAL	5 700	5 700	4 700
MISE EN DEFENS / VEGETALISATION DES BERGES	17 000	17 000	17 000
OPR - GARANTIE	1 500	1 500	1 500
<b>SOUS-TOTAL CONTINUTE ECOLOGIQUE :</b>	36 100.00	47 300.00	38 000.00
<b>SOUS-TOTAL CONFORTEMENT / SUIVI GEOTECHNIQUE :</b>	18 000.00	18 000.00	9 900.00
<b>SOUS-TOTAL RESTAURATION DU LIT ET DESENRESINEMENT :</b>	22 700.00	22 700.00	21 700.00
<i>Marge de sécurité liée aux imprévus (10%) :</i>	<i>7 680.00</i>	<i>8 800.00</i>	<i>6 960.00</i>
<b>TOTAL € HT :</b>	<b>84 480.00</b>	<b>96 800.00</b>	<b>76 560.00</b>
Dossier règlementaire loi sur l'eau déclaration / DIG	7 500	7 500	7 500
Investigation complémentaire (G2Pro)	9 000	9 000	0
Maîtrise d'œuvre PRO,DCE, ACT	15 000	15 000	15 000
Maîtrise d'œuvre EXE/VISA, DET, AOR	12 350	12 350	12 350
<b>TOTAL € HT :</b>	<b>128 330.00</b>	<b>140 650.00</b>	<b>111 410.00</b>
<i>TVA (20%)</i>	<i>25 666.00</i>	<i>28 130.00</i>	<i>22 282.00</i>
<b>TOTAL € TTC :</b>	<b>153 996.00</b>	<b>168 780.00</b>	<b>133 692.00</b>
<b>HYPOTHESE DE FINANCEMENT (a faire valider par la MOA):</b>	<b>70%</b>	<b>40%</b>	<b>40%</b>
<b>RESIDUEL € HT :</b>	<b>38 499.00</b>	<b>84 390.00</b>	<b>66 846.00</b>

Les hypothèses de chiffrage concernant l'amélioration structurelle du pont doivent être confirmées par l'étude géotechnique.

L'utilisation de bois pour les offsets sur le radier dans le scénario 3 permettrait une économie de l'ordre de 4 000 € HT. Il y a cependant un risque de pourrissement du fait des étiages sévères nécessitant de venir remplacer les structures.

L'étude géotechnique G2PRO permettra de certifier la nature du sol en place et donc la nécessité de mettre en œuvre les certaines mesures complémentaires tel que les micropieux. Des moins-values sont donc possibles sur les scénarios 1&2. L'estimatif comprend aussi les prescriptions du géotechnicien (réfection des maçonnerie et suivi de cible topo pour un total de 9000 € HT).



## Analyse technico-économique

Critères		Scénario 1 Suppression radier	Scénario 2 Rampe/chenal	Scénario 3a/3b Pré-barrage
Milieux aquatiques	Habitats piscicoles	+	+	+
	Hydromorphologie	++	+	+
	Continuité piscicole	++	+	+
	Continuité sédimentaire	+	+	⊖
	Annexe hydraulique	⊖	⊖	⊖
Usages / Risque	Profil en long	+	+	+
	Inondation	⊖	⊖	⊖
Études / Opérations connexes	Mission d'étude géotechnique	OUI	OUI	Non
	Mission de maîtrise d'œuvre	A prévoir (interne ou externe)	A prévoir (interne ou externe)	A prévoir (interne ou externe)
	Volet réglementaire (à préciser avec la DDT)	Dossier loi sur l'eau 3.3.5.0 (Déclaration)	Dossier loi sur l'eau 3.1.5.0 / 3350 (Déclaration) Cadrage indispensable avec la DDT	Dossier loi sur l'eau 3.1.5.0 (Déclaration) Cadrage indispensable avec la DDT
	Entretien	-	Suivi des embâcles	Suivi des embâcles

++ Amélioration très significative  
+ Amélioration significative

⊖ ⊕ ⊗ (situation maintenue passable, très bonne, dégradée)

-- Dégradation très significative  
- Dégradation significative

	Habitats piscicoles	Hydromorphologie	Continuité piscicole	Continuité sédimentaire	Bilan environnemental
<i>Pondération</i>	1	1	2	2	/100
Scénario 1 Suppression du radier	2	3	3	3	94
Scénario 2 Rampe /chenal au sein du radier	2	2	2	2	67
Scénario 3 Pré-barrage	2	2	2	2	67

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

	Usages	Coûts	Entretien	Bilan humain et financier
<i>Pondération</i>	2	3	1	/100
Scénario 1 Suppression du radier	3	2	3	83
Scénario 2 Rampe /chenal au sein du radier	3	0	0	33
Scénario 3 Pré-barrage	3	1	1	56

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

## 4. ANNEXES

---

- **ANNEXE 1 : Extrait du levé topographique (ALIDADE)**
- **ANNEXE 2 : Extrait du rapport préliminaire de diagnostic G5 conduit par Géolithe**

## ANNEXE 1 : Extrait du levé topographique (ALIDADE)







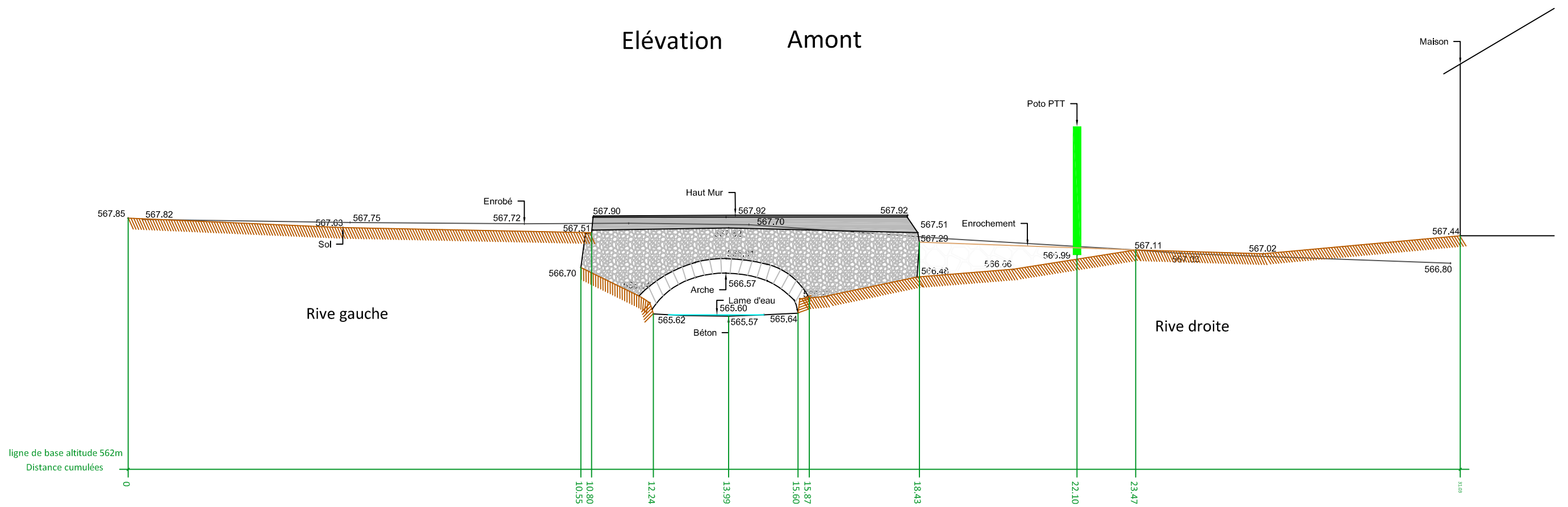


# ELEVATION AMONT

Date de levé : 20/08/2019

Commune : BELLEROCHE  
Ouvrage: SB\_62

Echelle : 1/100



Echelle : 1/100



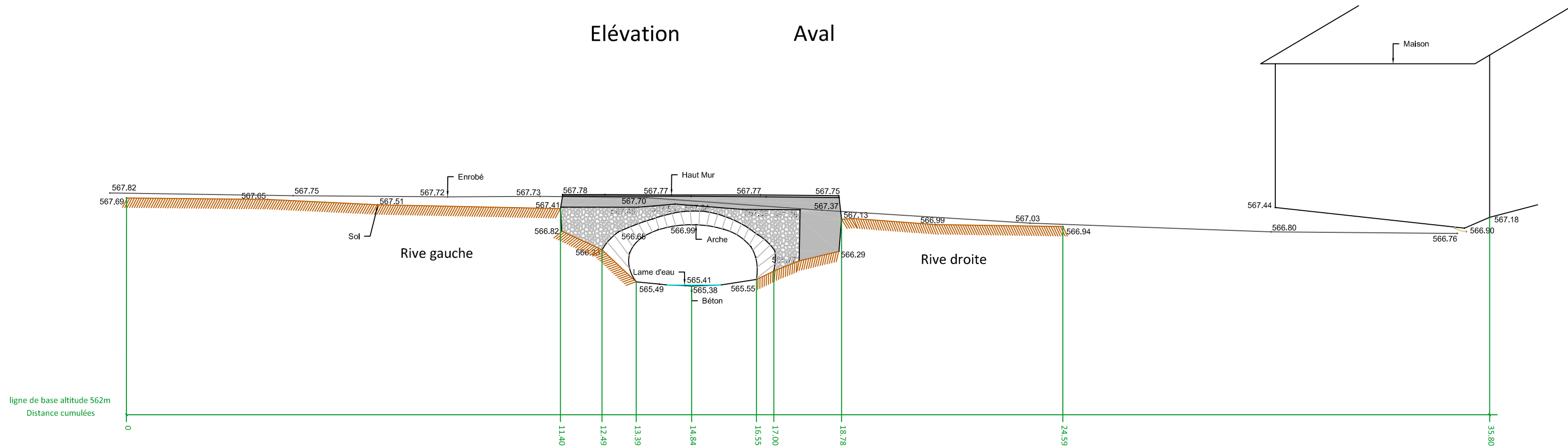
# ELEVATION AVAL

Date de levé : 20/08/2019

Commune : BELLEROUCHE

Ouvrage: SB\_62

Echelle : 1/100



Echelle : 1/100

---

## ANNEXE 2 : Extrait du rapport préliminaire de diagnostic G5 conduit par Géolithe

**DEPARTEMENT DE LA LOIRE (42) ET DE LA  
SAONE ET LOIRE (71)**

**DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE D'OUVRAGES  
HYDRAULIQUES POUR LE RETABLISSEMENT  
DE LA CONTINUITE ECOLOGIQUE DU SORNIN**

**SYNDICAT MIXTE DES RIVIERES DU SORNIN  
ET DE SES AFFLUENTS**

A LA DEMANDE DE CESAME ET POUR LE COMPTE DU SYNDICAT MIXTE DES RIVIERES DU SORNIN ET  
DE SES AFFLUENTS (SYMISOA)

INGÉNIEURS-CONSEILS EN GÉOLOGIE, GÉOPHYSIQUE ET GÉOTECHNIQUE

<b>Dossier</b>	<b>19-668 I 0</b>	
<b>Indice</b>	<b>Modifications</b>	<b>Date</b>
0	Document initial	17/02/2020
a	Suite aux observations de CESAME du 19/02/20	09/06/2020
b	Suite aux visites sur sites en période d'étiage le 15/07/20	27/07/2020

Nombre de pages : 17 + annexes



LIEU :	RIVIERES SORNIN, CHANDONNET, BOTORET ET AARON
COMMUNES :	BELLEROCHÉ, MARS (42) – CHAUFFAILES, TANCON (71)
OBJET :	ETUDE POUR LE RETABLISSEMENT DE LA CONTINUITE ECOLOGIQUE ET DE LA RESTAURATION DE COURS D'EAU SUR 6 OUVRAGES DE RIVIERES
TYPE DE MISSION :	ETUDE DE DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)
CLIENT :	SYMISOA
DOSSIER SUIVI PAR :	Joseph THIOILLIER (CESAME)

CHARGE D'AFFAIRE :	JB. SERRE
CHEF DE PROJET :	JB. SERRE
INTERVENANTS :	V. LÉGAL / T. DERELY
NOMBRE DE PAGES :	17 + ANNEXES

<b>Dossier 19-668_I_0</b>		
<b>Indice</b>	<b>Modifications</b>	<b>Date</b>
0	Document initial	17/02/2020
a	Suite aux observations de CESAME du 19/02/20	09/06/2020
b	Suite aux visites sur sites en période d'été le 15/07/20	27/07/2020

Rédacteur : V. LEGAL  
M. GILLE

Contrôle : JB. SERRE

Visa :

Visa :

## SOMMAIRE :

<b>1 - PRESENTATION DU PROJET</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1 - Introduction</b> .....	<b>4</b>
<b>1.2 - Localisation générale</b> .....	<b>4</b>
<b>1.3 - Contexte de l'étude</b> .....	<b>5</b>
<b>1.4 - Objectifs et limites de l'étude</b> .....	<b>5</b>
<b>1.5 - Documents utilisés</b> .....	<b>6</b>
<b>2 - CONTEXTE GENERAL DU SITE</b> .....	<b>7</b>
<b>2.1 - Contexte morphologique</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2 - Contexte géologique</b> .....	<b>7</b>
<b>2.3 - Contexte hydrogéologique</b> .....	<b>8</b>
<b>2.4 - Contexte vis-à-vis des risques naturels</b> .....	<b>8</b>
2.4.1 - Sismicité .....	8
2.4.2 - Inondation.....	8
2.4.3 - Mouvement de terrain.....	9
2.4.4 - Retrait-gonflement des argiles .....	9
<b>3 - DIAGNOSTIC DES OUVRAGES</b> .....	<b>10</b>
<b>3.1 - Tableau de présentation des ouvrages</b> .....	<b>10</b>
<b>3.2 - Récapitulatif des fiches d'inspection détaillée</b> .....	<b>11</b>
3.2.1 - Désordres observés et niveaux de gravité .....	11
<b>3.3 - Résultats des diagnostics</b> .....	<b>14</b>
<b>3.4 - Propositions d'investigations complémentaires</b> .....	<b>15</b>
3.4.1 - BOTO_19 .....	15
3.4.2 - SB70 .....	15
3.4.3 - SB124 .....	16
<b>3.5 - Mission géotechnique ultérieure</b> .....	<b>16</b>

## ANNEXES :

**Annexe 1 :** Extrait de la norme NF P 94-500 « Classification des missions type d'ingénierie géotechnique », novembre 2013 ;

**Annexe 2 :** Fiches de diagnostic

## 1 - PRESENTATION DU PROJET

### 1.1 - INTRODUCTION

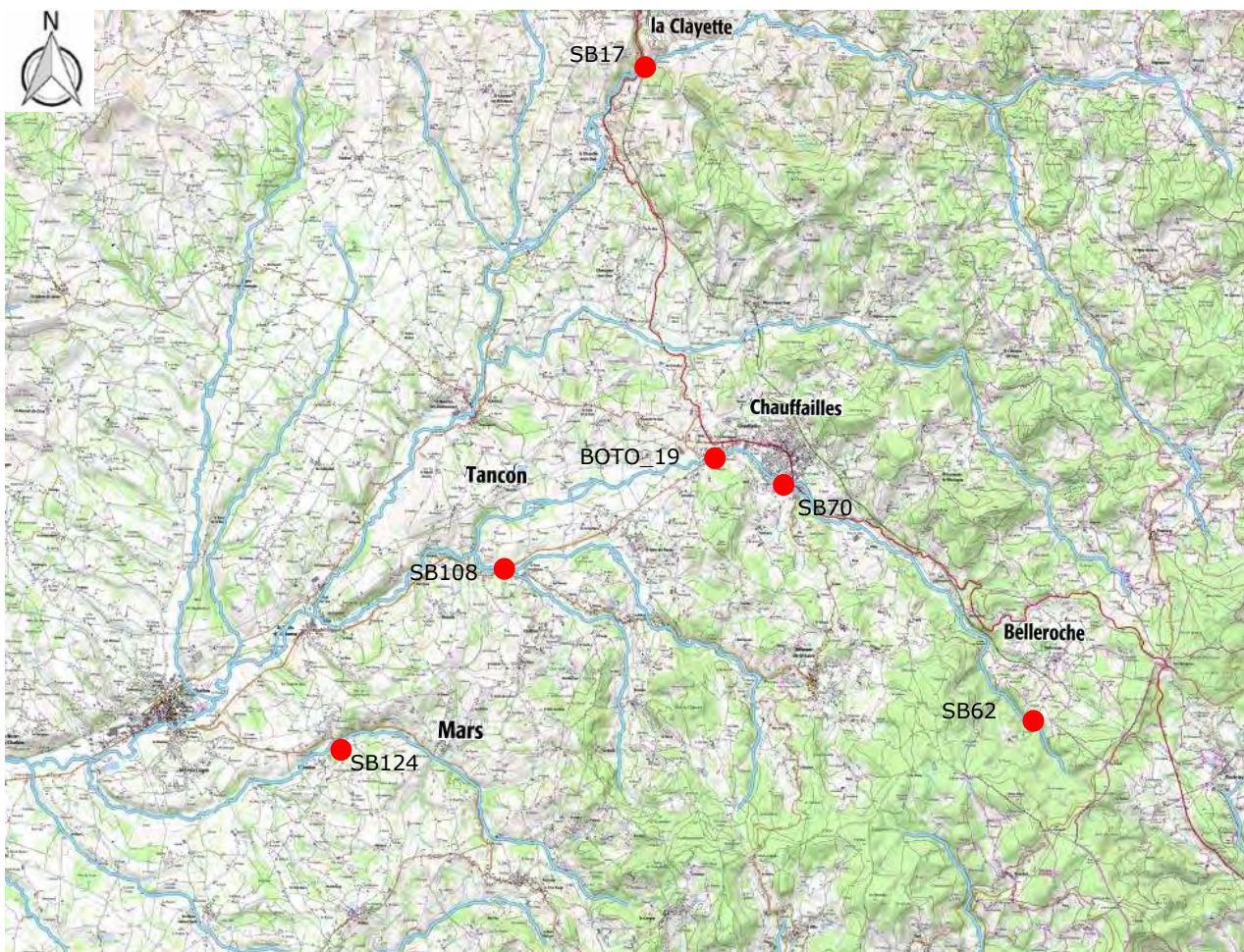
Le présent rapport d'étude a été réalisé par le Bureau d'Ingénieurs - Conseils GEOLITHE à la demande et pour le compte du Syndicat Mixte des Rivières du Sornin et de ses Affluents, SYMISOA.

Il concerne l'étude de franchissabilité de 6 ouvrages des cours d'eau le Sornin, le Chandonnet, le Botoret et l'Aaron (71 et 42).

Il s'agit d'une mission de type G5 (diagnostic géotechnique), au sens de la norme NF P 94-500 (« Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et spécifications »).

### 1.2 - LOCALISATION GENERALE

Les zones d'études sont étendues sur les départements de la Loire (42) et de la Saône et Loire (71) sur le bassin versant du Sornin aux abords des communes de La Clayette, de Chauffailles, de Belleruche, de Mars et de Tancon.



**Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur carte IGN**

L'ouvrage SB108 se situe dans le département de la Saône et Loire sur les communes de Tancon (rive droite) et de Coublanc (rive gauche) au niveau du cours d'eau de l'Aaron.



L'ouvrage BOTO\_19 se situe dans le département de la Saône et Loire (71) sur la commune de Chauffailles au niveau du cours d'eau de le Botoret.

L'ouvrage SB17 se situe dans le département de la Saône et Loire (71) sur les communes de Baudemont (rive droite) et de la Chapelle-sous-Dun (rive gauche) au niveau du cours d'eau le Sornin.

L'ouvrage SB62 se situe dans le département de la Loire (42) sur la commune de Belleroche au niveau du cours d'eau le Botoret.

L'ouvrage SB70 se situe dans le département de la Saône et Loire (71) sur la commune de Chauffailles au niveau du cours d'eau le Botoret.

L'ouvrage SB124 se situe dans le département de la Loire (42) sur le lieu-dit les Carrières au niveau du cours d'eau le Chardonnet.

### 1.3 - CONTEXTE DE L'ETUDE

Le Syndicat mixte des rivières du Sornin et de ses affluents a lancé une étude de rétablissement de la continuité écologique sur les cours d'eau le Sornin, le Chardonnet, le Botoret et l'Aaron sur 14 ouvrages répartis sur 11 sites.

Cette étude porte sur 6 ouvrages en particulier et vise à définir les meilleures solutions de rétablissement de la continuité écologique tant piscicole que sédimentaire dans le respect de contraintes techniques, environnementales, administratives et financières.

Dans le cadre de ce projet, des études géotechniques G5 ont été commandée en 2 étapes :

- Réalisation d'une expertise préalable :
  - Expertise des seuils et de l'ensemble des ouvrages présents aux abords ;
  - Propositions d'investigations complémentaires adaptées aux problématiques pressenties au droit de chaque site (stabilité des talus, stabilité GC, portance des sols, affleurement...).
- Réalisation d'investigations complémentaires :
  - Sondages carottés ;
  - Essais pressiométriques ;
  - Essais de résistances.

**Le présent rapport ne traitera que de réalisation d'une expertise préalable.** Un second rapport sera dédié aux investigations complémentaires.

### 1.4 - OBJECTIFS ET LIMITES DE L'ETUDE

Les objectifs de cette étude géotechnique sont les suivants :

- Décrire avec précision en termes de génie civil, l'état de conception, l'état structurel et l'état de fonctionnalité des ouvrages par le biais de relevé de désordre.
- Définir les investigations complémentaires nécessaires.

L'étude se limite aux composants de l'ouvrage (radier, seuil, voûte de pont) et aux éléments présents à ses abords.

## 1.5 - DOCUMENTS UTILISES

- Carte géologique de la France à l'échelle 1/50 000 - Feuilles n°623, 648 et 649 ;
- Norme NF P 94-500 « Missions d'ingénierie géotechnique ;
- Décret n°2010-1254 du 22 octobre 2010 ;
- Décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français ;
- Visualisateur des géorisques du BRGM et de l'Etat- [www.georisques.gouv](http://www.georisques.gouv)
- Visualisateur des données géoscientifiques du BRGM - [www.infoterre.brgm.fr](http://www.infoterre.brgm.fr).

## 2 - CONTEXTE GENERAL DU SITE

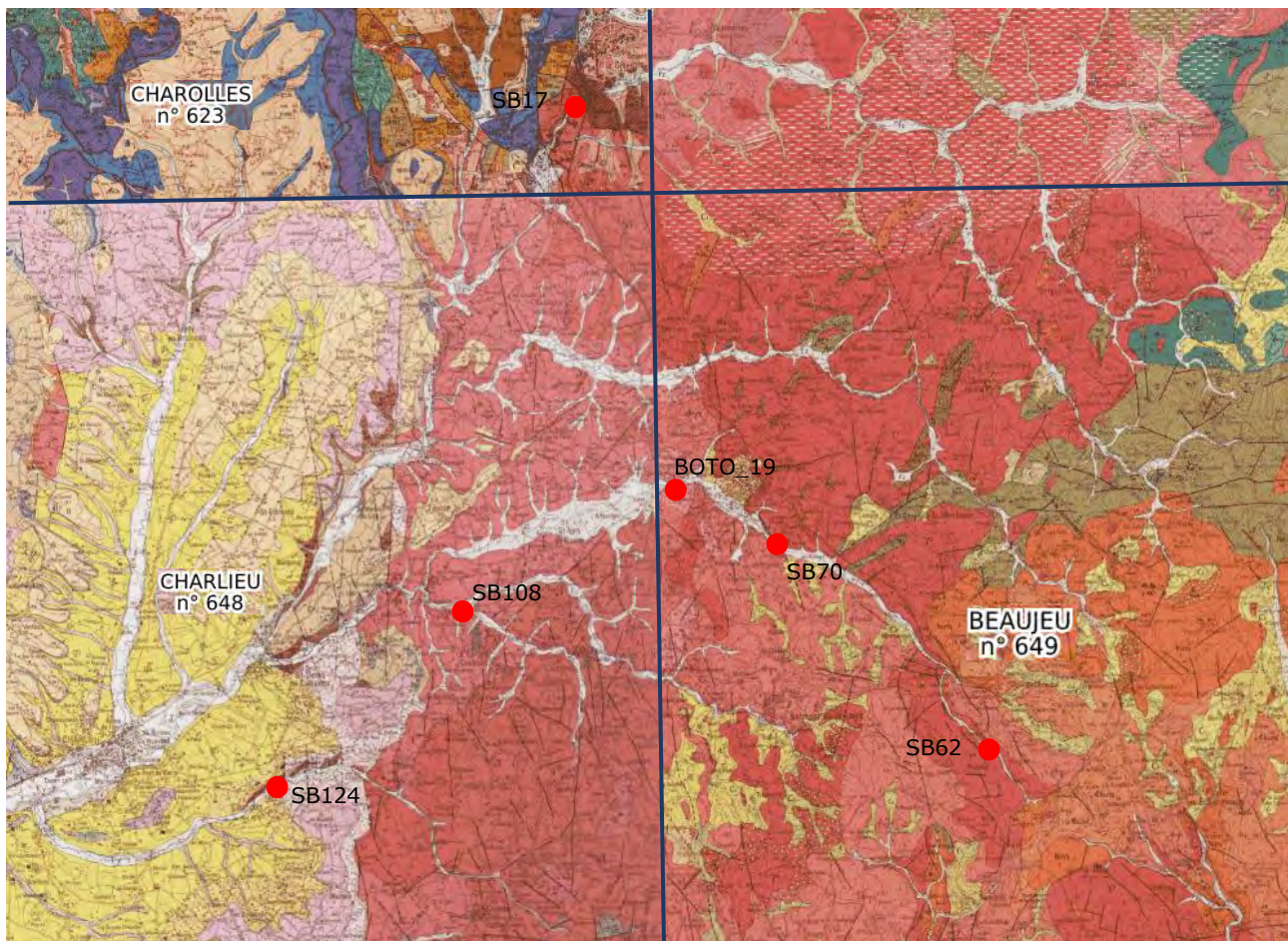
### 2.1 - CONTEXTE MORPHOLOGIQUE

Les ouvrages investigués se situent sur le bassin versant du Sornin au niveau des cours d'eau constituant le bassin. L'ouvrage le plus bas, SB124, se situe à 333m d'altitude. L'ouvrage plus haut (SB62) se situe quant à lui à 565 m d'altitude.

### 2.2 - CONTEXTE GEOLOGIQUE

L'analyse des cartes géologiques du BRGM Feuilles « Beaujeu », « Charlieu » et « Charolles » indique la présence de deux formations géologiques principales sur les sites d'étude :

- Formations alluviales actuelles et anciennes indifférenciées composées de sables et graviers (noté **Fy-z** – en blanc sur la carte) présentes aux abords de l'ouvrage SB124 ;
- Formations alluviales actuelles et sub-actuelles composés de sable gravier et limons (noté **Fz** – en blanc sur la carte) présents aux abords de tous les autres ouvrages.



**Figure 2 : Cartes géologiques de la zone - Source Infoterre - Extrait des feuilles n°623, 486 et 649 (1/50 000)**

Il s'agit de formations de surface. La base de données du sous-sol d'InfoTerre répertorie quelques sondages à proximité des ouvrages mettant en évidence un substratum granitique (fissuré et altéré dans un premier temps puis plus compact) à partir de 10 mètres de profondeur environ.





A noter que les ouvrages BOTO\_19 et SB70 sont soumis au PPRN Inondation de la commune de Chauffailles depuis le 29-12-2005 dans des zones d'interdiction stricte.

#### **2.4.3 - Mouvement de terrain**

Les ouvrages ne sont pas situés dans une zone soumise à un PPRN Mouvement de terrain et aucun évènement n'a été répertorié à proximité des ouvrages.

#### **2.4.4 - Retrait-gonflement des argiles**

Les ouvrages sont situés dans une zone d'aléa faible pour le retrait gonflement des argiles et ne font pas partie d'une zone soumise à un PPR.

### 3 - DIAGNOSTIC DES OUVRAGES

#### 3.1 - TABLEAU DE PRESENTATION DES OUVRAGES

Cours d'eau	ID	Code SYMISOA	X (W84)	L (W84)	Localisation	Propriétaire	Ouvrage	Accord effacement possible de l'ouvrage par abandon	Hauteur de chute estimée (en m)
Aaron	3	SB108	4.261777	46.184952	Tancon (71) D83 PR5+782	M.FOURCAUD François	Seuil maçonné	OUI	2,00
Botoret	4	BOTO_19	4.317878	46.205501	Chauffailles D83 PR0+727 (71)	Commune de Chauffailles	Busage en taule ondulées	OUI	0,5
	5	SB62	4.405407	46.156994	Belleroche Chemin de Nolay (42)	Commune de Belleroche	Radier+ redans de pont voûté	/	0,5
	7	SB70	4.332540	46.203329	Chauffailles (71)	Mme.GAUNARD Sophie	Seuil en pierre	OUI	1,00
Sornin	9	SB17	4.298344	46.275764	La chapelle-sous Dun D985 PR 72+646	M.QUAGLOZZI John	Seuil maçonné/enrochements	OUI	4,5
Chandonnet	11	SB124	4.223012	46.155009	132 Chemin des Carrières Mars (42)	Commune de Mars	Radier de pont	/	0,5



## 3.2 - RECAPITULATIF DES FICHES D'INSPECTION DETAILLEE

### 3.2.1 - Désordres observés et niveaux de gravité

Afin de clarifier l'importance des désordres repérés, nous avons défini un niveau de gravité en fonction de l'impact de la dégradation :

- **Niveau 0 :** le désordre n'a pas de conséquence immédiate ;
- **Niveau 1 :** le désordre empêche légèrement le fonctionnement de l'ouvrage à court terme et pourrait s'avérer plus problématique à long terme s'il s'aggrave ;
- **Niveau 2 :** l'ouvrage est affecté et son intégrité est compromise ; le désordre n'empêche pas totalement le fonctionnement de l'ouvrage mais des travaux sont à envisager pour endiguer la cause ;
- **Niveau 3 :** l'ouvrage est affecté et son intégrité est compromise ; le désordre empêche l'ouvrage d'assurer son rôle et des travaux sont à réaliser.

Quelques exemples photographiques de désordres sont présentés ci-dessous.



**Figure 4 : Descellements localisés sur un mur de soutènement avoisinant l'ouvrage SB70 et remettant en cause sa stabilité**



**Figure 5 : Affaissement repéré sur l'ouvrage BOTO\_19**



**Figure 6 : Affouillement profond sur la totalité du linéaire du seuil observé sur l'ouvrage SB124**





**Figure 7 : Instabilité du mur de soutènement avoisinant l'ouvrage SB124**



### 3.3 - RESULTATS DES DIAGNOSTICS

Les résultats issus des reconnaissances de terrain (réalisées sur sites le 05/12/2019 et le 15/07/2020 ainsi que de notre expérience pour des ouvrages similaires) sont présentés ci-dessous. A noter que le levé de désordre n'est pas exhaustif du fait de la présence de débit et de la sédimentation à certains endroits.

Les fiches des désordres relevés sur chaque ouvrage sont disponibles en annexe.

Code ouvrage SYMISOA	Nature du désordre	Niveau de gravité
SB17	<i>Disjoiement</i>	1
	Érosion en tête de seuil	1
	<i>Encombrement</i>	1
	<i>Lacune au niveau du seuil</i>	2
	<i>Lacune</i>	0
SB62	Câble métallique	1
	Érosion	1
	Blocs	1
	Fissurations	1
	Sédimentation	1
SB70	Descellement	1
	<i>Lacune</i>	2
	Descellement	1
	Sédimentation	1
	Descellement	2
	Bombement / Descellements	2
BOTO_19	Affouillement	1
	Sédimentation	1
	Rupture de jonction de tôle	3
	Affaissement	3
	Érosion	1
	Affouillement	2
SB108	Affaissement	2
	Sédimentation	1
	<i>Encombrement</i>	1
	Blocs	1
	Descellement	1
	Descellement	0
SB124	<i>Lacune</i>	3
	Érosion	0
	Obstacle	2
	Lacune	1
	<i>Lacune</i>	1
	Descellement	0
	Descellement	0
	Affouillement	2
	Disjoiement	1
	Disjoiement	1
	Disjoiement	1
	Lacune	0
	Disjoiement	0
Disjoiement	0	

*En italique : désordre relevé lors de campagne du 15/07/2020*

### **3.4 - PROPOSITIONS D'INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES**

D'après les diagnostics réalisés (hydraulique et géotechnique), les ouvrages à traiter en priorité en matière de rétablissement de la continuité écologique sont les suivants (du plus prioritaires au moins prioritaires) :

- BOTO\_19 ;
- SB108 ;
- SB70 ;
- SB124 ;
- SB17 ;
- SB62.

Des investigations complémentaires semblent indispensables pour certains d'entre eux afin de déterminer les travaux les mieux adaptés aux problématiques de chaque site.

N.B. : les estimations proposées dans les paragraphes suivants ne prennent pas en compte les coûts de réalisation des travaux. Il est rappelé que ce rapport ne fait pas état des travaux à réaliser pour garantir la continuité écologique. Le type de travaux à réaliser sera déterminé suite aux reconnaissances complémentaires et fera l'objet d'un second rapport.

#### **3.4.1 - BOTO\_19**

Les désordres remettant en cause la continuité écologique sont liés au sous dimensionnement de l'ouvrage. Des affaissements ont été localisés au niveau des tôles de l'ouvrage mais également en surface sur la chaussée du pont. Cet ouvrage est à traiter en priorité (travaux prévus pour 2021).

D'après les éléments portés à notre connaissance par CESAME et le SYMISOA lors de la réunion du 11/12/19, la mairie souhaite supprimer son ouvrage et le remplacer par un ouvrage type portique ouvert. Afin de déterminer la conception géotechnique de niveau G2PRO, nous recommandons les prestations suivantes :

- Trois (3) sondages destructifs avec enregistrements de paramètres jusqu'à 8 mètres de profondeur ;
- Sept (7) essais pressiométriques (à réaliser dans un des sondages destructifs) ;
- Des essais de laboratoire sur les cuttings des sondages :
  - o 2 analyses granulométriques ;
  - o 2 essais de teneur en eau naturelle ;
  - o 2 valeurs au bleu de méthylène ;
  - o 2 essais Indice Portant Immédiat.
- Une étude G2PRO pour le dimensionnement des fondations de l'ouvrage de remplacement

Le coût des reconnaissances complémentaires est estimé à **6 500 € HT**.

#### **3.4.2 - SB108**

Cet ouvrage est un seuil en pierre qui ne présente pas de structure GC et d'ouvrages connexes. A ce stade, aucune reconnaissance complémentaire n'est évaluée.

#### **3.4.3 - SB70**

D'après les éléments portés à notre connaissance par CESAME et le SYMISOA lors de la réunion du 11/12/19, une suppression de cet ouvrage est envisagée. La sensibilité sur le secteur concerne plutôt les structures GC (mur de soutènement des habitations en berge, principalement en rive droite, crainte sur la fondation au regard du niveau d'enfoncement) sur une centaine de mètres en amont de l'ouvrage.

Des reconnaissances sont nécessaires afin de caractériser la stabilité du mur de soutènement avoisinant. Afin de proposer un programme d'investigation chiffré et correspondant aux objectifs d'aménagement, il a été convenu que les données suivantes devront être transmises au préalable :

- profil projet théorique
- analyse des photographies aériennes anciennes permettant de situer la construction des murs de soutènement des habitations en berge par rapport à celle de l'ouvrage

#### **3.4.4 - SB124**

Des reconnaissances sont nécessaires afin de caractériser la stabilité du mur de soutènement avoisinant, de caractériser l'état de l'ouvrage existant (disjointoiements et affouillements pouvant remettre en cause son fonctionnement à long terme) et de déterminer le rôle du radier sur la tenue de l'ouvrage (suppression du radier envisagée en phase projet). Nous recommandons les reconnaissances suivantes :

- Un sondage manuel de reconnaissance de fondation ;
- Trois essais au pénétromètre dynamique léger au droit du mur avoisinant ;
- Deux sondages carottés dans le radier à proximité des piles du pont ;
- Un sondage destructif avec enregistrements de paramètres jusqu'à 6 mètres de profondeur au droit du mur avoisinant ;
- Des essais de laboratoire sur les cuttings des sondages :
  - o 2 analyses granulométriques ;
  - o 2 essais de teneur en eau naturelle ;
  - o 2 valeurs au bleu de méthylène ;
  - o 2 essais Indice Portant Immédiat.

Le coût des reconnaissances complémentaires est estimé à **3 500 € HT**.

#### **3.4.5 - SB62**

Des reconnaissances sont nécessaires afin de caractériser l'état de l'ouvrage existant et de déterminer le rôle du radier sur la tenue de l'ouvrage (suppression du radier envisagée en phase projet). Nous recommandons les reconnaissances suivantes :

- Un sondage manuel de reconnaissance de fondation ;
- Deux sondages carottés dans le radier à proximité des piles du pont ;

Le coût des reconnaissances complémentaires est estimé à **2 000 € HT**.

**N.B :** Les reconnaissances complémentaires des différents sites pourront être regroupées et réalisées lors de la même campagne afin d'optimiser les coûts.

### **3.5 - MISSION GEOTECHNIQUE ULTERIEURE**

Conformément à la pratique, les reconnaissances se font de façon échelonnée, en adaptant les étapes en fonction des connaissances progressivement acquises (cf. Eurocode 7, § 3.2) ; au vu des conditions géotechniques reconnues jusqu'ici, le présent rapport ne saurait être l'aboutissement des études géotechniques.

Dans le cas où le Maître d'Ouvrage déciderait de réaliser les reconnaissances complémentaires préconisées, les études suivantes devront être réalisées, elles permettront notamment de compléter les données géologiques/géotechniques du site :

#### ***Etude de diagnostic géotechnique et de conception avant-projet***

Cette étude intégrera les données des reconnaissances

#### ***Etude géotechnique de conception phase projet***

Les études de projet devront :



- ⇒ Compléter si nécessaires les données géotechniques et hydrauliques en fonction des besoins ;
- ⇒ Etablir le prédimensionnement des ouvrages géotechniques à partir des données géométriques et structurelles définitives.

### ***Etude géotechnique d'exécution et suivi d'exécution***

Les études d'exécution devront :

- ⇒ Justifier les dimensionnements définitifs de l'ouvrages (calculs structurels, stabilité en phase provisoire, combinaisons sismiques, etc.) ;
- ⇒ Etablir les plans de réalisation des ouvrages ;
- ⇒ Etablir les méthodes et conditions d'exécution des ouvrages.

### ***Supervision géotechnique d'exécution***

Les conditions géologiques, reconnues ou supposées, et les ouvrages envisagés nécessitent un contrôle et une surveillance géotechnique lors de l'exécution qui pourront être réalisés dans le cadre d'une mission de supervision géotechnique d'exécution (mission G4).



# **ANNEXES**



# **ANNEXE 1**

*Extrait de la norme NF P 94-500 : Classification des missions géotechniques*



## 4.2.4 Tableaux synthétiques

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage	Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux		
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

**Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique**

<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.</p>
<p><b>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</b></p> <p>Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.</li> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.</li> </ul> <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).</li> </ul>
<p><b>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</b></p> <p>Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.</li> </ul> <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.</li> </ul> <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).</li> <li>— Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.</li> </ul>

**Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)****ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)****ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

**SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)**

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

**DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)**

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).



## **ANNEXE 2**

*Fiches des désordres*



## FICHE DE PRESENTATION DE L'OUVRAGE SB62

DOSSIER N°	19-668	CLIENT	CESAME	INTERVENANTS		V. LÉGAL T. DERELY		DATE	5/12/2019	
Commune :	Belleruche	Nom	ID 5	Type d'ouvrage	Radier de pont + seuil	Géométrie	L : 4,9 m	H : 1,4m	l : 3,5 m	



Commentaire : Dans l'ensemble, le radier de pont est en bon état (photo gauche). Le seuil ne présente pas de désordres importants (photo droite).



## FICHE DE DESORDRE N°1 DE L'OUVRAGE SB62

Nature	Câble métallique	Localisation	Radier, Milieu cours d'eau	Niveau de gravité	1	Quantité	2 m
--------	------------------	--------------	----------------------------	-------------------	---	----------	-----



Commentaire : Il s'agit d'un câble de barbelé. Le câble est relié de part et d'autre des rives et empêche le bon transport de matières organiques (pas d'accumulation de sédiments notée cependant)



## FICHE DE DESORDRE N°2 DE L'OUVRAGE SB62

Nature	Erosion	Localisation	Rive gauche, radier	Niveau de gravité	1	Quantité	0,5 m
--------	---------	--------------	---------------------	-------------------	---	----------	-------



Commentaire : Erosion du béton projeté en pied de radier.



## FICHE DE DESORDRE N°3 DE L'OUVRAGE SB62

Nature	Blocs	Localisation	Rive gauche et droite sur le radier	Niveau de gravité	1	Quantité	1 m3
--------	-------	--------------	-------------------------------------	-------------------	---	----------	------



Commentaire : Blocs pouvant gêner la circulation des sédiments



## FICHE DE DESORDRE N°4 DE L'OUVRAGE SB62

Nature	Fissurations	Localisation	Voûte du pont	Niveau de gravité	1	Quantité	1-2 m
--------	--------------	--------------	---------------	-------------------	---	----------	-------



Commentaire : Fissuration millimétrique à plurimillimétrique avec calcification. Dans l'ensemble, la voûte du pont est en très bon état, une couche de béton semble avoir été appliquée dans les 5 dernières années. A noter que cette couche peut masquer des désordres plus notables sur la voûte.



## FICHE DE DESORDRE N°5 DE L'OUVRAGE SB62

Nature	Sédimentation	Localisation	Seuil	Niveau de gravité	1	Quantité	1 m3
--------	---------------	--------------	-------	-------------------	---	----------	------



Commentaire : Accumulation de sédiments due à un blocage par blocs/pierres.