



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

OUVRAGE SB70 – Seuil du Tour du bois (ROE31721)

Phase 1 & 2 : Diagnostic & AVP



Réf. : 2114 - TD/JT/TT – 2024

Étude réalisée avec la participation financière de :



Établissement public du ministère
chargé du développement durable



**RÉGION
BOURGOGNE
FRANCHE
COMTE**

La Région 
Auvergne-Rhône-Alpes

Avril 2024



CESAME
ÉTUDES & CONSEIL EN ENVIRONNEMENT



MASSIF CENTRAL

GÉOLITHE

Avertissement

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

Document

Intitulé de l'étude / du document :	Étude pour la restauration de la continuité écologique sur 14 ouvrages sur le bassin versant du Sornin <i>Rapport de phase 1 & 2 – Diagnostic & AVP</i>	
Référence :	2114 - TD/JT/TT - 2024	
Client :		SYMISOA 321 rue de Marcigny 42720 Pouilly-sous-Charlieu Contact : Jérôme Dérigon 04 77 60 97 91 / 06 71 58 46 94 – j.dérigon@symisoa.fr

Version	Date d'édition
V1	22 juin 2020
V2	17 septembre 2021 <i>Intégration des remarques du maître d'ouvrage sur le rapport de phase 1</i>
V3	03 décembre 2021 – Ajout des AVP
V4	04 avril 2024 <i>Intégration des remarques du maître d'ouvrage dans les AVP</i>

Intervenant

Organisme	Contribution au document	Rédaction	Vérification
CESAME - Mandataire ZA du Parc - Secteur Gampille - 42 490 FRAISSES tel : 04 77 10 12 10 E-Mail : cesame@cesame-environnement.fr	Diagnostic, AVP, corps du rapport	Thomas Thizy / Joseph Thiollier JB. Martineau (faune) Bruno Mace (flore)	Thierry DROIN
Géolithe Massif central - Co-traitant 3 rue du doct Digue – 63170 Aubière tel : 04 63 46 77 30 E-Mail : contact@geolithe.com	Expertise géotechnique G5	V.Légal T.Derely	JB. Serre

Table des matières

1. CADRAGE PREALABLE.....	4
1.1. Objectifs de l'étude et contenu du dossier.....	4
1.2. Pétitionnaire	5
1.1. Contenu du document	5
2. DIA – OUVRAGE SB 70	7
<i>Situation de l'ouvrage.....</i>	7
<i>Contexte humain.....</i>	8
<i>Physionomie et fonctionnement hydraulique de l'ouvrage.....</i>	12
<i>Contexte éco-morphologiques et désordres identifiés.....</i>	16
<i>Synthèse sur la qualité de l'eau.....</i>	23
<i>Pré-diagnostic écologique</i>	24
<i>Incidence de l'ouvrage</i>	27
<i>Paysage et patrimoine.....</i>	29
<i>Contexte réglementaire lié au cours d'eau :</i>	30
<i>Bilan des enjeux et des contraintes structurants l'aménagement.....</i>	30
<i>Solutions d'aménagement pressenties</i>	31
3. AVP – OUVRAGE SB 70	32
<i>Scénarios étudiés</i>	32
<i>Descriptif technique et analyse des incidences</i>	32
<i>Mesures complémentaires communes à l'ensemble des scénarios</i>	57
<i>Comparaison des scénarios</i>	59
4. ANNEXES.....	62
<i>ANNEXE 1 : Extrait du levé topographique (ALIDADE).....</i>	63
<i>ANNEXE 2 : Profils utilisés dans le cadre du modèle HEC-RAS</i>	67
<i>ANNEXE 3 : Tableau de résultats de la modélisation hydraulique.....</i>	69
<i>ANNEXE 4 : Extrait du rapport préliminaire de diagnostic G5 conduit par Géolithe</i>	77

• Index des illustrations

Illustration 1 : Carte de situation géographique	6
Illustration 2 : Localisation et vue générale de l'ouvrage SB70.....	7
Illustration 3 : Extrait du zonage du PPRI du Botoret à Chauffailles.....	9
Illustration 4 : Carte du foncier et des infrastructures limitrophes.....	10
Illustration 5 : Carte de l'occupation des sols du bassin versant amont	11
Illustration 6 : Vue de détail du départ du bief (à gauche) et du bief comblé (à droite).....	12
Illustration 7 : Profil en long du fond du lit et des lignes d'eau en situation initiale.	14
Illustration 8 : Photos de l'ouvrage à différents débits.....	15
Illustration 9 : Photographies aériennes ancienne et actuelle des abords de l'ouvrage SB70.....	16
Illustration 10 : Carte de l'état-major (milieu du XIX ^{ème} siècle) aux abords de l'ouvrage SB70.	17
Illustration 11 : Photographies annotées du Botoret à l'aval de l'ouvrage SB70.....	17
Illustration 12 : Photographies annotées du Botoret à l'amont de l'ouvrage SB70.....	18
Illustration 13 : Micro-seuils en blocs libres 75 mètres (à gauche) et 105 mètres (à droite) à l'amont de l'ouvrage SB70.	18
Illustration 14 : Amont du seuil avec vieux arbres et murets (à gauche) et vue de l'aval (à droite).....	24
Illustration 15: Carte des enjeux écologiques	26
Illustration 16: Remous liquide de l'ouvrage SB70.....	27
Illustration 17: Profil en long.....	27
Illustration 18 : Contexte hydrologique lors des campagnes de mesure.....	28
Illustration 19 : Résultat par espèce du diagnostic ICE à la montaison.....	29
Illustration 20 : Exemple d'une succession de micro-seuils en enrochement construits sur un petit cours d'eau de l'Allier pour fractionner une chute.....	33
Illustration 21 : Plan de masse des aménagements projetés - Scénario 1 - Version de base	34
Illustration 22 : Plan de masse des aménagements projetés - Scénario 1 - Variante n°1	35
Illustration 23 : Plan de masse des aménagements projetés - Scénario 1 - Variante n°2	36
Illustration 24 : Profils en long et en travers des aménagements projetés - Scénario 1	37
Illustration 25: Contrainte de cisaillement donnée par Hec-Ras autour du seuil pour le scénario 1.....	39
Illustration 26 : Comparaison du profil en long des lignes d'eau en situation initiale et après aménagement (scénario 1).....	41
Illustration 27 : Rampe à macro-rugosités émergentes régulièrement réparties en blocs libres (haut et bas droite) et rampe rugueuse simple (bas gauche).....	42
Illustration 28 : Plan de masse des aménagements projetés - Scénario 2	45
Illustration 29 : Profils en long et en travers des aménagements projetés - Scénario 2	46
Illustration 30 : Profil en long projet des lignes d'eau (SC2).....	47
Illustration 31 : Effet de la rampe sur les cotes de crue en partie amont (haut – profil 4.3) et aval (bas – profil 4)	48
Illustration 32 : Plan de masse des aménagements projetés - Scénario 3	52
Illustration 33 : Profils en long et en travers des aménagements projetés - Scénario 3	53
Illustration 34 : Comparaison de profils en travers en amont et en aval (au niveau du méandre) de l'ouvrage, en situation initiale et après aménagement (scénario 3).....	55
Illustration 35 : Mise en place de blocs pour diversifier les écoulements au sein du lit du Botoret 250 mètres en amont de l'ouvrage.....	57

• Index des tables

Tableau 1 : Nature et niveau de gravité des désordres inventoriés (expertise préalable G5).....	13
Tableau 2 : Evaluation des débits caractéristiques au droit de l'ouvrage.....	14
Tableau 3 : Evolution des paramètres hydrauliques au niveau de l'ouvrage en fonction du débit.	15
Tableau 4 : Qualité de l'eau au niveau des stations disponibles.....	23
Tableau 5 : Résultats du suivi in situ réalisé par CESAME.	28
Tableau 6 : Résistances des principales techniques de protection de berge.....	39
Tableau 7 : Capacités de nage des espèces cibles.	43
Tableau 8 : Fonctionnement hydraulique de la rampe projetée.....	44
Tableau 9 : Synthèse financière des scénarios d'AVP.	59
Tableau 10 : Protocole de suivi post-travaux envisageable.....	60
Tableau 11 : Comparaison technico-économique des scénarios d'AVP.	61

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'environnement¹. 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 du DCE (ACT1) ;
- **Phase 4** : Dossier réglementaire (DLE/DIG).

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

1.2. Pétitionnaire

Identité du 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

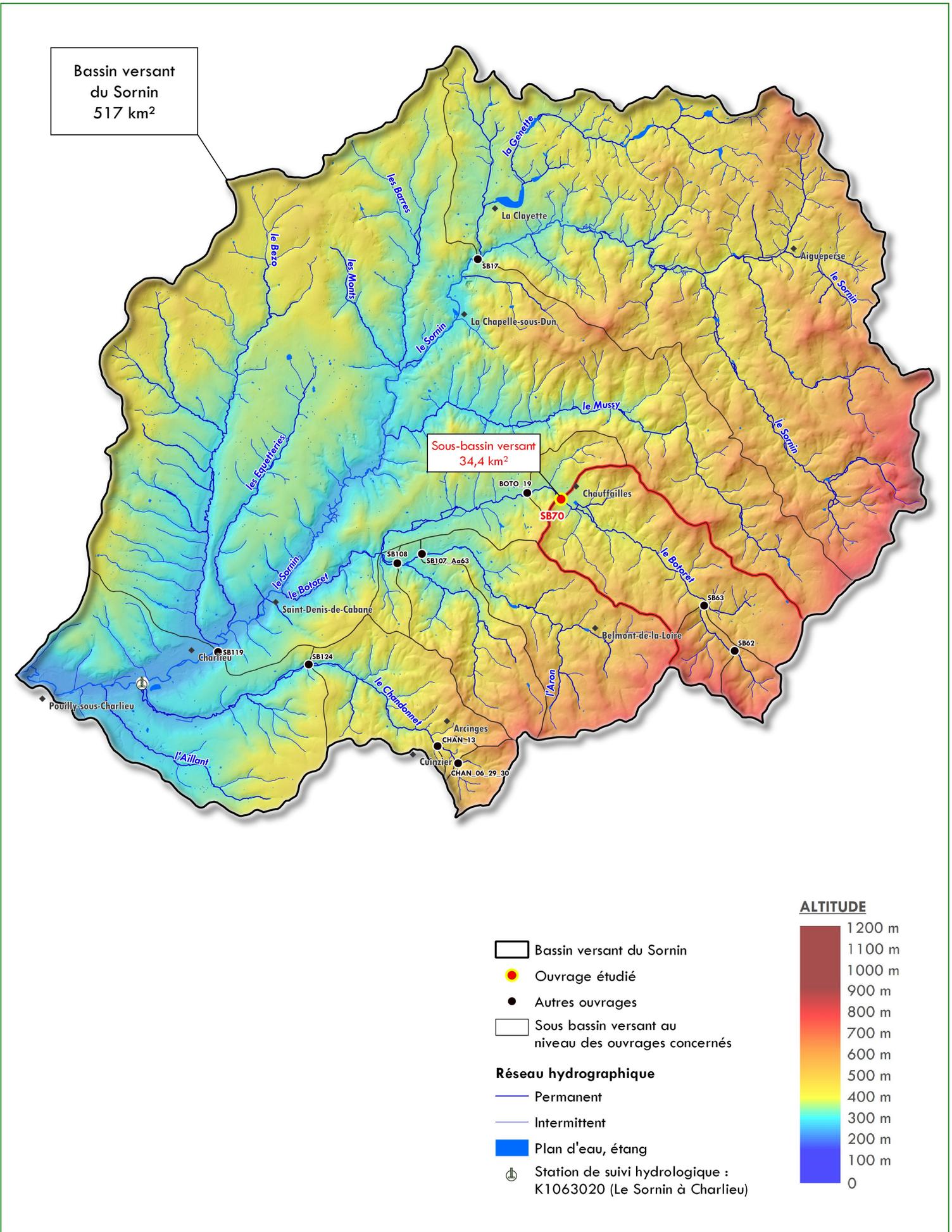
Référent technique : Jérôme Dérigon - 04 77 60 97 91 / 06 71 58 46 94 - j.derigon@symisoa.fr

1.1. Contenu du document

Le présent document concerne le seuil SB 70 « Moulin de Montchéry » (ROE 31721) situé sur le Botoret au niveau de la Zone d'Activité Commerciale de Chauffailles.

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 70

Situation de l'ouvrage

ROE :

ROE31721

Type d'ouvrage :

Seuil en pierre

Propriétaire de l'ouvrage :

Mme Gaunard

Département :

Saône-et-Loire

Commune :

Chauffailles

Emplacement :

X Lambert 93 : 802 731

Y Lambert 93 : 6 567 926

Cours d'eau (Masse d'eau):

Le Botoret (FRGR0187)

Bassin versant :

34,4 km²

PK : 12,6 km

Existence légale :

Ouvrage initialement fondé en titre. doute sur la validité du droit d'eau au regard de l'état des infrastructures.

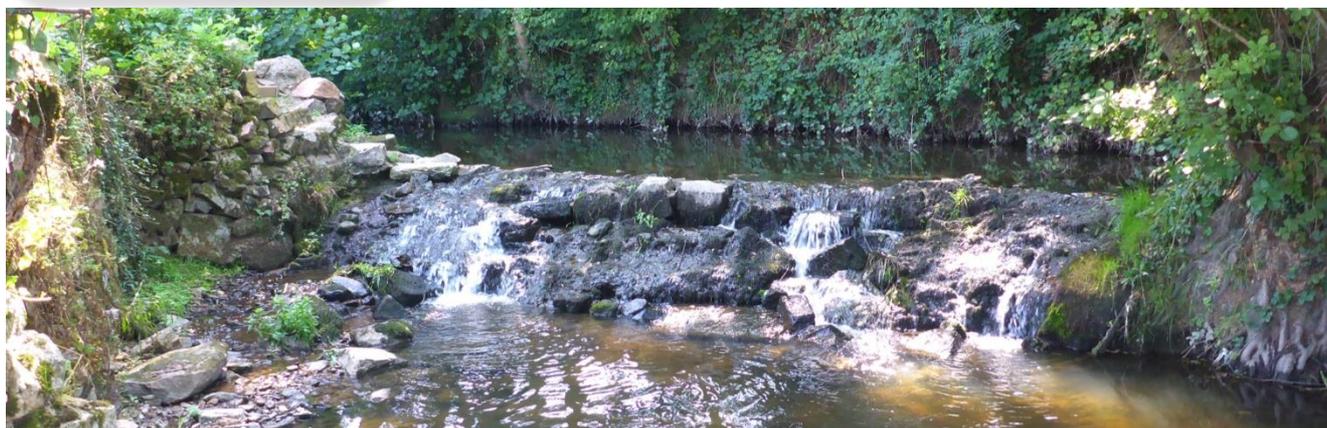
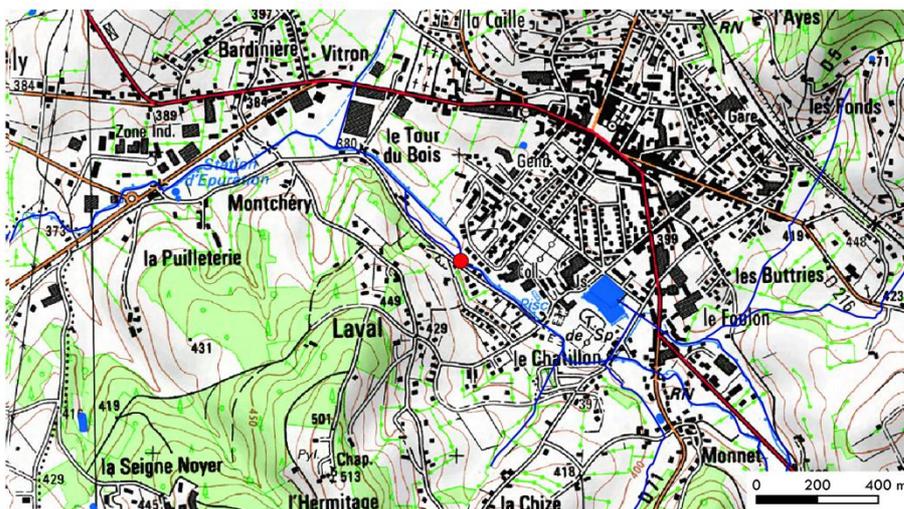


Illustration 2 : Localisation et vue générale de l'ouvrage SB70.

Source : CESAME 2019

Contexte humain

Historique de l'ouvrage et usages directs ou indirects :

Historiquement, le seuil alimentait un moulin (Moulin de MontChéry) via un bief en rive gauche court-circuitant le Botoret sur environ 300 mètres.

L'ouvrage est présent sur la carte de Cassini. Il aurait donc bénéficié d'un droit d'eau fondé en titre. Aujourd'hui il n'y a plus d'usage rattaché au seuil. La prise d'eau est en ruine et le bief a été comblé.

Infrastructures / Usages limitrophes

Le site d'étude est situé en milieu urbain, avec une forte fréquentation des abords de l'ouvrage. Les infrastructures et usages limitrophes à intégrer dans un projet d'aménagement sont les suivants :

- Bâtiments :
 - en rive droite, un alignement continu d'habitations individuelles avec mur de soutènement au niveau des jardins riverains du Botoret et présence d'un collège et d'une piscine municipale environ 120 mètres en amont de l'ouvrage ;
 - en rive gauche, des habitations individuelles à l'amont de l'ouvrage uniquement ;
- Cheminement en bordure / franchissement du cours d'eau :
 - une route communale (chemin du Tour du Bois) riveraine à quasi riveraine du Botoret en rive gauche sur environ 300 mètres en amont du seuil ;
 - une passerelle piétonne 140 mètres en amont du seuil, de laquelle part vers l'amont un sentier piéton en rive droite ;
- Prélèvements et rejets :
 - quelques prélèvements domestiques directs pour l'arrosage des jardins riverains au droit et à l'amont du seuil ;
 - plusieurs déversoirs d'orage dans les quelques centaines de mètres à l'amont de l'ouvrage, débouchant au niveau du fond actuel du cours d'eau ;
 - un rejet pluvial important (exutoire également possible de quelques rejets de déversoirs d'orage) environ 70 mètres à l'amont de l'ouvrage, débouchant au niveau du fond du cours d'eau, et un autre 40 mètres en amont du seuil, sortant à mi-berge ;
- Réseaux :
 - des réseaux aériens et/ou souterrains électriques, de gaz de ville et de télécommunication sont situés sur les voiries autour du seuil, y compris le sentier piéton en rive gauche en amont de la passerelle (réseau de gaz) ;
 - plusieurs canalisations d'eaux usées, dont une parallèle au cours d'eau en rive droite et une autre traversant le Botoret environ 110 mètres en amont de l'ouvrage et longeant le cours d'eau vers l'amont en rive gauche.

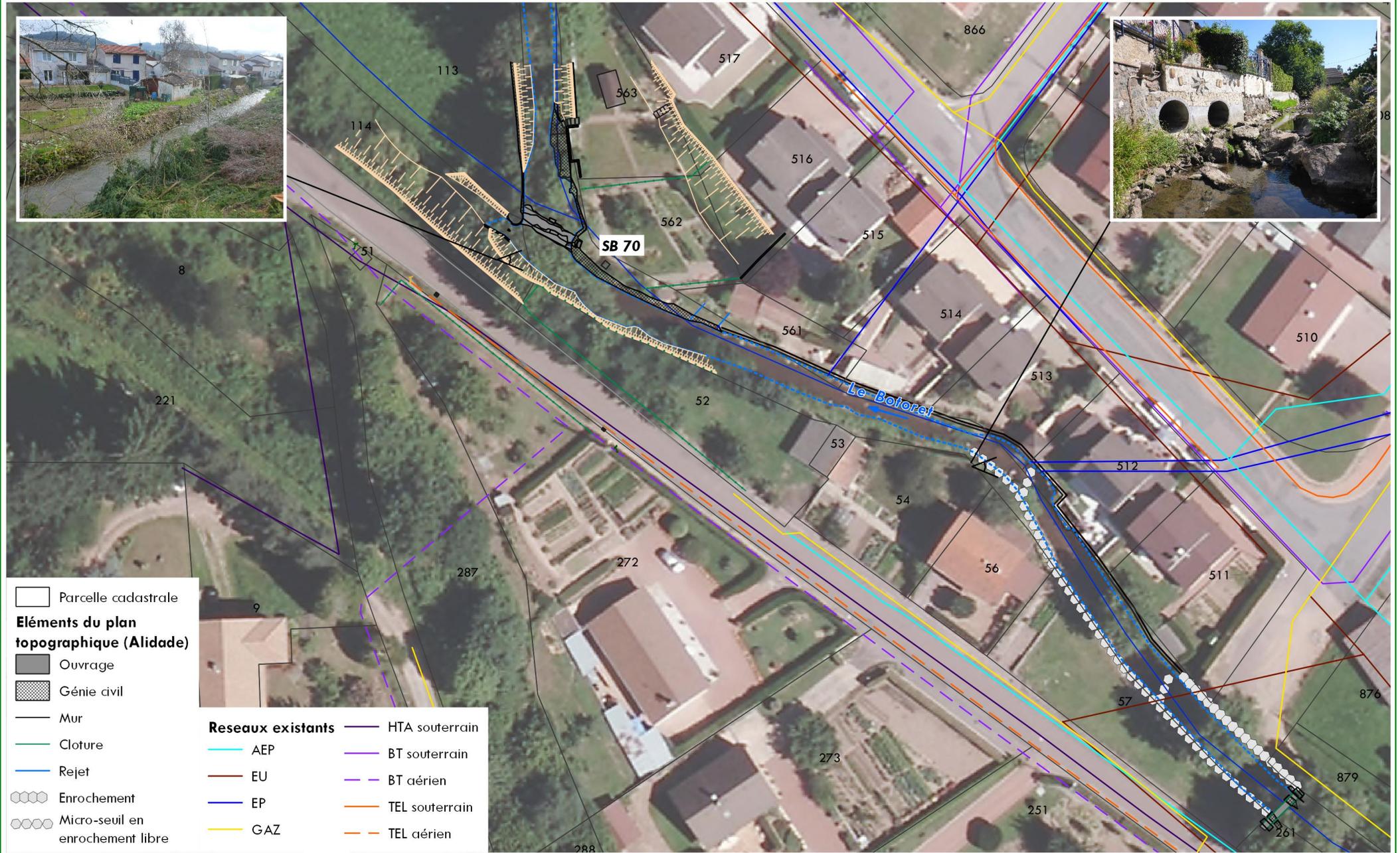
Les infrastructures / usages structurants sur site et l'occupation des sols du bassin versant amont sont cartographiées pages suivantes. La présence, en amont immédiat du seuil, de bâtiments avec murs de soutènement et de rejets d'eaux pluviales est une contrainte forte qui pourra nécessiter des aménagements spécifiques en phase projet.

Foncier

L'ouvrage est bordé par des parcelles privées en amont et en aval. Au droit du seuil la parcelle rive droite (n°562) est propriété de M. Alain Peguet. La parcelle rive gauche celle de M. Boucaud Hervé.

Un point sur le foncier devra être réalisé sur site avec les riverains afin de préciser les emprises mobilisables dans le cadre du projet de rétablissement de la continuité écologique.

SB 70 - Foncier, infrastructures et usages limitrophes

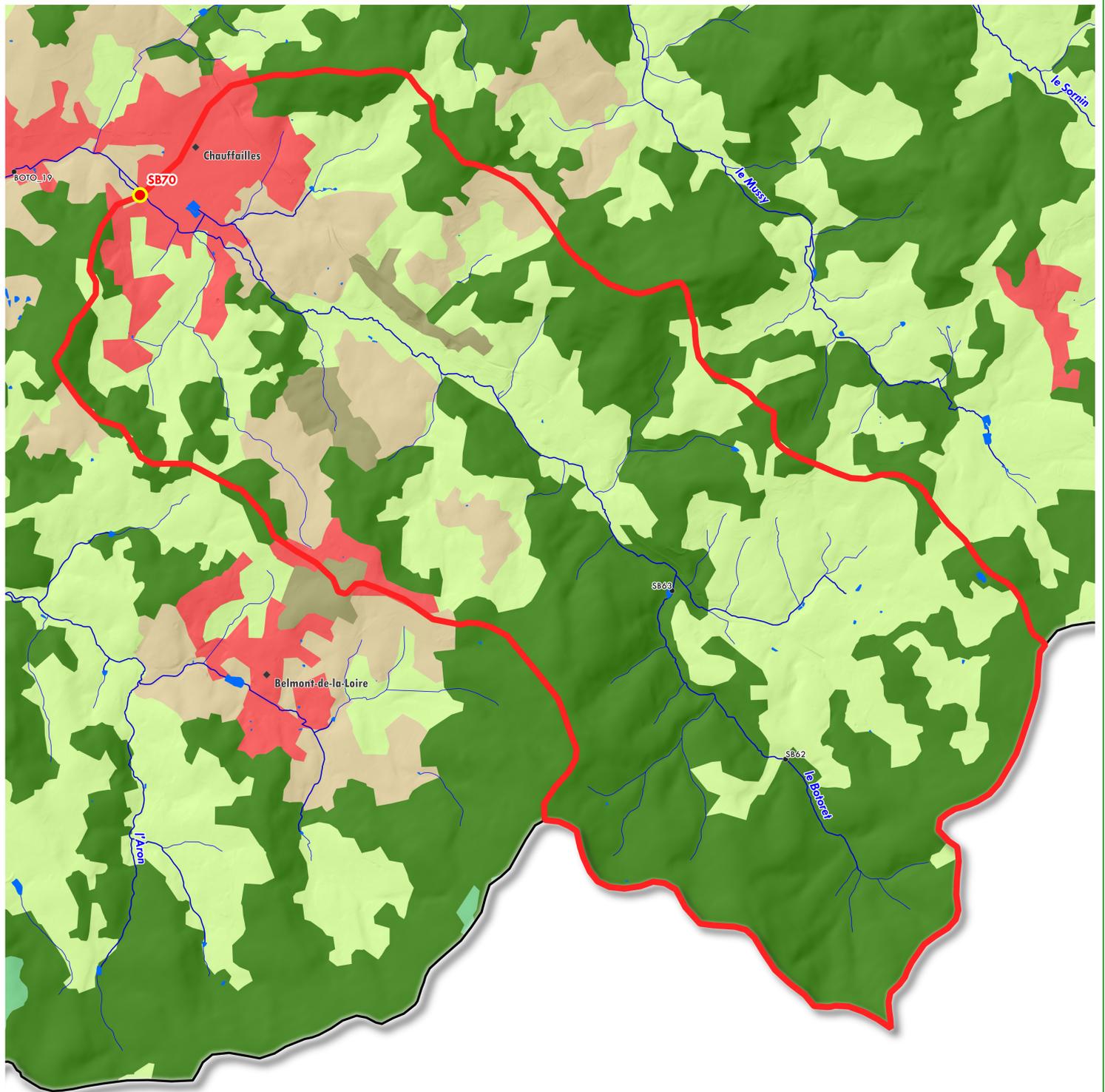


- Parcelle cadastrale
- Eléments du plan topographique (Alidade)**
- Ouvrage
- Génie civil
- Mur
- Cloture
- Rejet
- Enrochement
- Micro-seuil en enrochement libre

- Reseaux existants**
- HTA souterrain
 - BT souterrain
 - BT aérien
 - EU
 - EP
 - GAZ
 - TEL souterrain
 - TEL aérien



Occupation du sol 2018 - SB70



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

La largeur totale de l'ouvrage est de 8 mètres (environ 11 mètres en incluant l'épaisseur des bajoyers).

La longueur amont/aval du seuil est d'environ 3,5 mètres (limite amont non repérable précisément du fait de son recouvrement par les sédiments de la retenue).

Le seuil est en pierres (diamètre environ 20 à 40 cm) non ou peu maçonnées (reliquat d'ancien mortier terro-caillouteux). La crête et le parement sont très irréguliers ; la pente de ce dernier est d'environ 40 à 60 %.

La hauteur de chute est d'environ 0,85 mètre à l'étiage.

État

État de fonctionnement de l'ouvrage

L'usage initial de l'ouvrage (alimentation du bief du moulin de Montchéry) n'est plus possible aujourd'hui compte tenu de l'état de dégradation des infrastructures :

- au vu de la cote altimétrique de l'entrée du bief, beaucoup plus haute que la crête du seuil, l'ouvrage a très probablement déjà été arasé partiellement par rapport à l'époque où il alimentait le moulin (hypothèse confirmée par le propriétaire de la parcelle n°562 au niveau du seuil, travaux réalisés au début des années 80) ;
- le bief a été totalement comblé ;
- les vannes du départ du bief ont disparu, seules subsistent la pierre de vanne et les pierres latérales comportant les rainures.



Illustration 6 : Vue de détail du départ du bief (à gauche) et du bief comblé (à droite).
Source : CESAME 2020

Diagnostic G5

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 ;
- si nécessaire réalisation dans un second temps d'investigations complémentaires (sondages, carottages...) adaptées aux problématiques pressenties au droit de chaque site.

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 le seuil SB 70 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.

Code ouvrage SYMISOA	Nature du désordre	Niveau de gravité
SB70	Descellement	1
	Descellement	1
	Sédimentation	1
	Descellement	2
	Bombement / Descellements	2
	Affouillement	1

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

Source : CESAME 2020

L'expertise met en évidence l'état de dégradation avancé des murs en pierres en aval de l'ouvrage en rive droite et rive gauche. Au regard des observations réalisées, la stabilité à court terme de l'ouvrage ne semble pas être compromise.

Compte-tenu des éléments présentés et de la nécessité d'aller plus loin dans la définition du projet pour définir le besoin en investigations complémentaires, la seconde phase du diagnostic G5 n'est pas programmée à ce jour.

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 (m³/s)

Ouvrage	Bassin versant (km ²)	QMNA5*	MODULE	3MODULE	QI2	QI10	QI100
Site 6 - SB70	34	0,024	0,497	1,49	8,6	16	33

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

Débits mensuels

Débits mensuels moyens (m ³ /s)						
	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
	0,81	0,94	0,69	0,60	0,50	0,34
	Juillet	Aout	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
	0,19	0,12	0,16	0,31	0,54	0,77

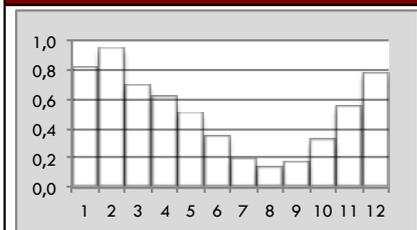


Tableau 2 : Evaluation des débits caractéristiques au droit de l'ouvrage.

Source : CESAME 2020

Modélisation hydraulique

Un modèle hydraulique 1D a été réalisé sur l'ensemble du linéaire étudié afin d'appréhender l'effet de l'ouvrage sur les lignes d'eau et d'anticiper les évolutions dans le cadre des aménagements étudiés en phase suivante. Il a été calé avec les mesures produites lors des campagnes de terrain (basses eaux) et celles récupérées dans le cadre du PPRI (crues).

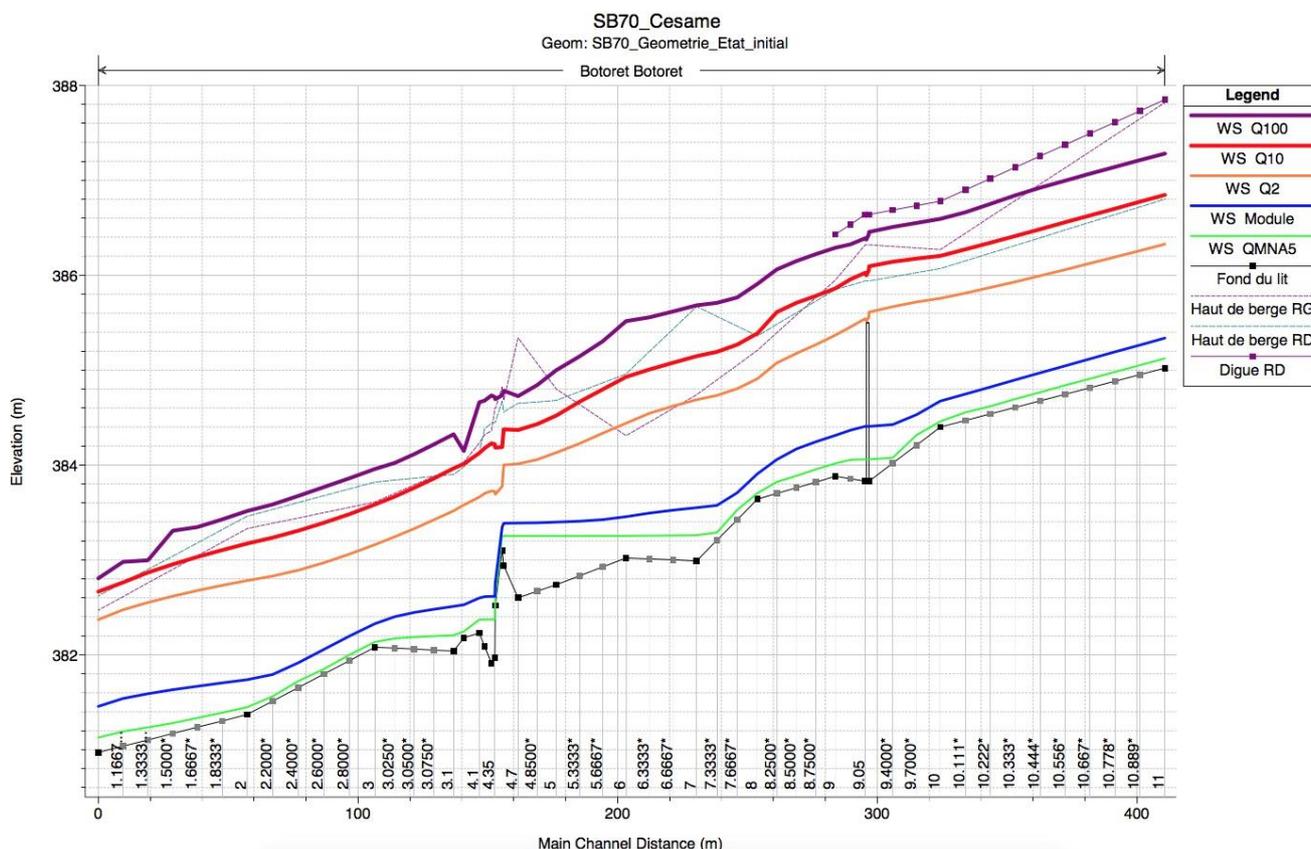


Illustration 7 : Profil en long du fond du lit et des lignes d'eau en situation initiale.

Source : CESAME

La modélisation et les observations de terrain mettent en évidence :

- un remous liquide de 75 mètres à l'étiage ;
- le seuil est ennoyé par l'aval (cote de la ligne d'eau en aval du seuil supérieure à la cote de la crête du seuil) dès la crue biennale ($Q_2 = 8,6 \text{ m}^3/\text{s}$) ;
- il est presque effacé (hauteur de chute quasi nulle) dès la crue décennale ;
- le Botoret commence à déborder de son lit mineur à la crue décennale ($Q_{10} = 16 \text{ m}^3/\text{s}$), sauf en rive gauche à une cinquantaine de mètres en amont du seuil (parcelles bâties n°54 et 56), où il déborde dès la crue biennale.

La hauteur de chute et les caractéristiques d'écoulement selon l'hydrologie au droit de l'ouvrage sont les suivantes :

SB70	QMNA5	MODULE	3MODULE
Débit amont (m^3/s)	0,024	0,50	1,49
Niveau amont (NGF)	383,25	383,39	383,52
Niveau aval (NGF)	382,37	382,62	382,88
Chute à équiper (m)	0,88	0,77	0,64
Charge sur la crête (m)	Env. 0,05	Env. 0,2 m	Env. 0,3
Fosse d'appel (m)	Env. 0,3/0,5	Env. 0,7	Env. 1,0

Tableau 3 : Evolution des paramètres hydrauliques au niveau de l'ouvrage en fonction du débit.

Source : Suivi CESAME 2019/2020

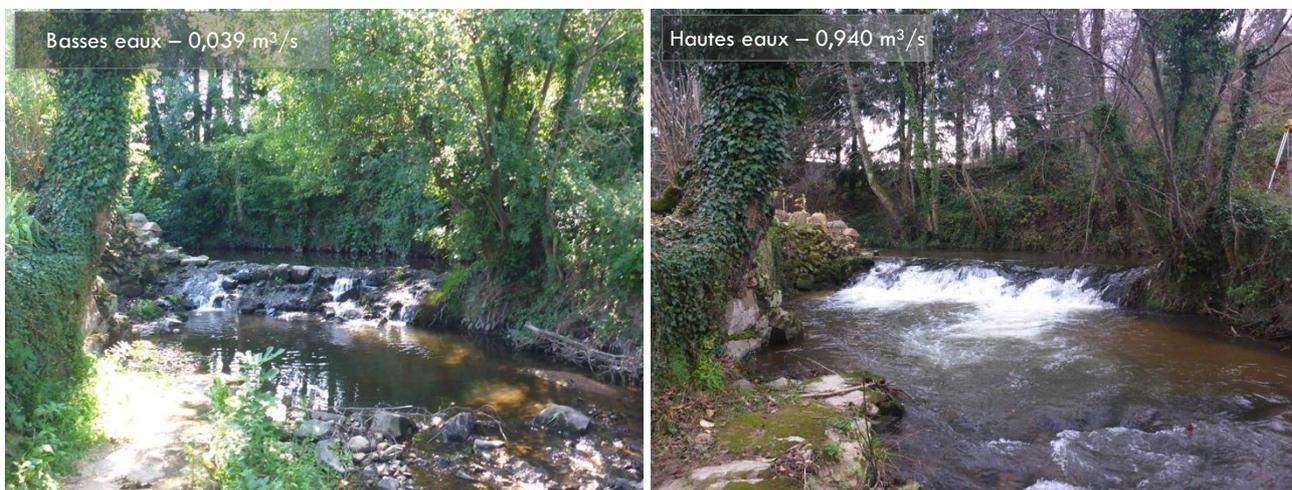


Illustration 8 : Photos de l'ouvrage à différents débits.

Source : CESAME

Contexte éco-morphologiques et désordres identifiés

Analyse historique

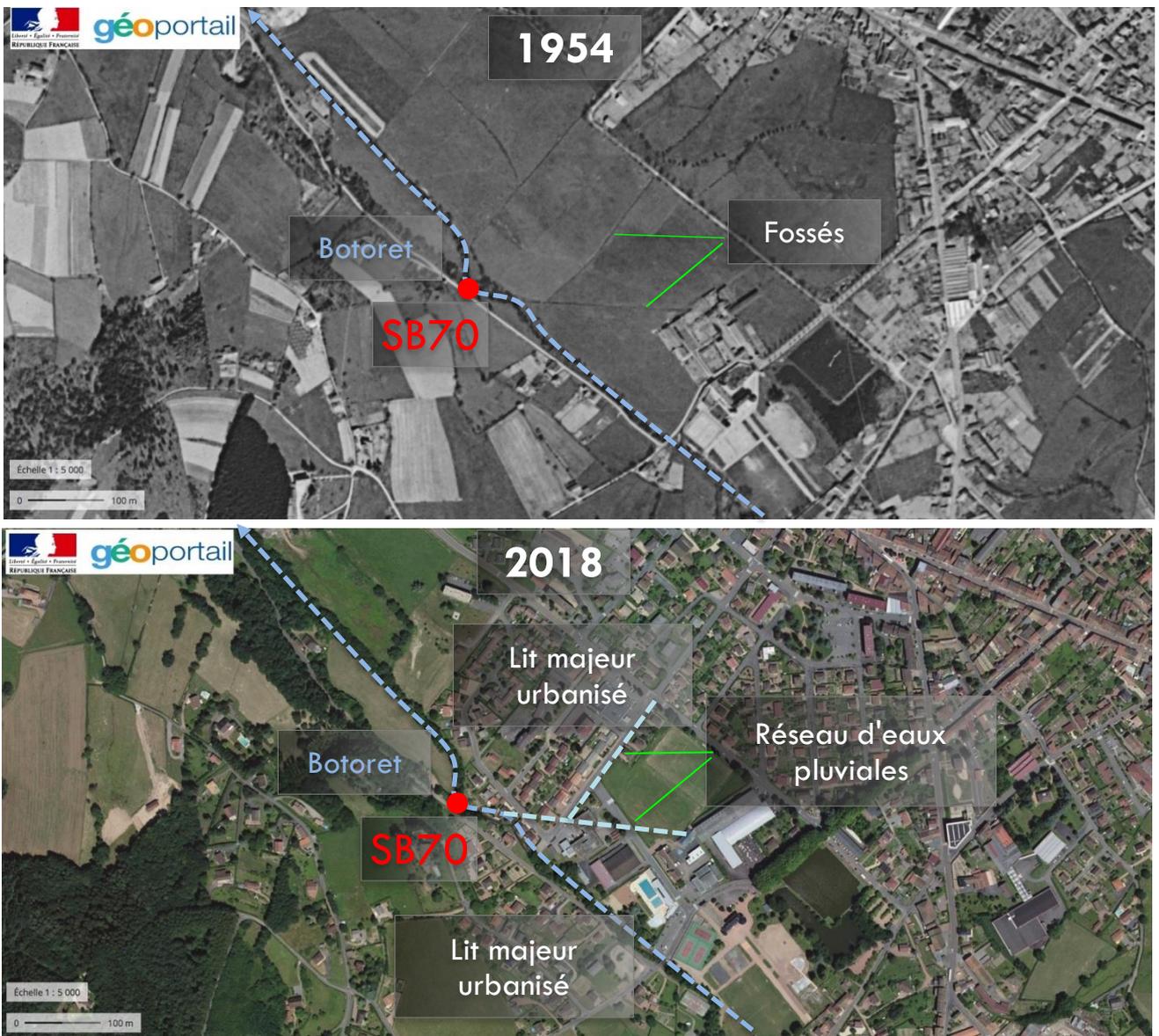


Illustration 9 : Photographies aériennes ancienne et actuelle des abords de l'ouvrage SB70.
Source : Géoportail/IGN.

La comparaison des photographies aériennes de 1954 et 2018 fait apparaître une très forte urbanisation du lit majeur du Botoret aux abords de l'ouvrage. La rive droite en particulier, n'était occupée que par des prairies dans les années 1950. Les fossés drainant ce fond de vallon ont été busés et constituent maintenant des artères principales du réseau d'eaux pluviales.

Il est ainsi très probable que les murs et enrochements, renforçant actuellement l'ensemble de la berge en rive droite sur les 115 mètres à l'amont de l'ouvrage et une partie de la berge en rive gauche, soient postérieurs à 1954. Il est ainsi probable qu'ils ne présentent pas d'ancrage suffisamment profond sous le fond actuel du lit à l'amont de l'ouvrage, ce qui peut nécessiter des confortements selon les options retenues en phase projet.

Le tracé de l'ancien bief menant à un moulin est présent sur la carte de Cassini et la carte de l'état-major (milieu du XIX^{ème} siècle). Le fossé, aujourd'hui busé, rejoignant le Botoret en rive droite à l'amont de l'ouvrage semble être un bief de restitution en provenance du château.

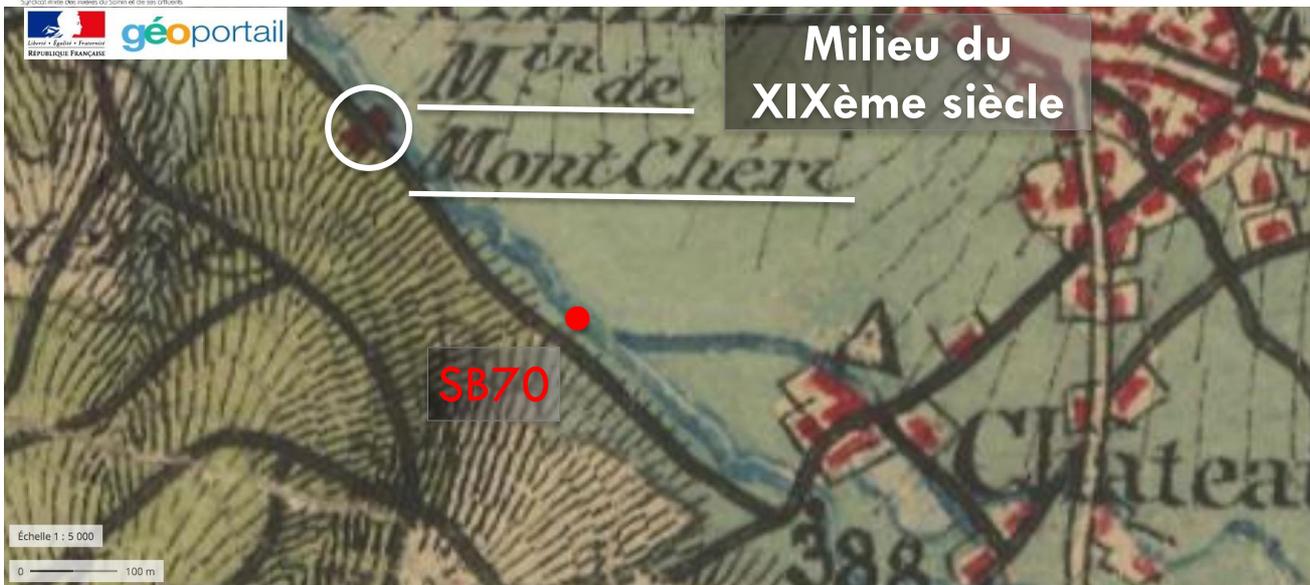


Illustration 10 : Carte de l'état-major (milieu du XIX^{ème} siècle) aux abords de l'ouvrage SB70.
Source : Géoportail/IGN.

Morphologie et habitat

Contexte général

La morphologie du lit du Botoret sur les quelques centaines de mètres en amont et en aval de l'ouvrage SB70 est assez altérée, avec très probablement une rectification et un recalibrage anciens. Il présente en effet un tracé quasi rectiligne, "plaqué" en pied de versant en rive gauche du lit majeur à l'amont du seuil. Le lit mineur est surdimensionné, puisqu'il déborde seulement à partir de Q10 d'après la modélisation hydraulique (normalement plutôt Q2 pour un cours d'eau naturel), avec des berges particulièrement hautes en amont de l'ouvrage.

Les 120 mètres immédiatement en amont du seuil sont les plus altérés avec une absence totale de ripisylve sur les deux berges, et des enrochements et murs continus en rive droite. Ce tronçon comporte également deux micro-seuils, qui stabilisent le profil en long. Plus en amont, le SYMISOA a réalisé récemment des travaux d'amélioration du lit mineur et de ses abords (blocs diversifiant les écoulements au milieu du lit, densification de la ripisylve, panneaux de sensibilisation aux milieux aquatiques...). En aval du seuil, des enrochements rustiques anciens sont présents sur la majeure partie du linéaire, dissimulés sous la ripisylve (aulnes, frênes, chênes, noisetiers) qui a bien colonisé les berges et donne un aspect plus naturel au cours d'eau. Un foyer de Renouée du Japon de plusieurs centaines de mètres carrés a été supprimé par des travaux sous maîtrise d'ouvrage du SYMISOA en 2022 150 mètres en aval de l'ouvrage. La rectitude du cours d'eau entraîne une absence de faciès profond (en dehors de la fosse en aval du seuil). La granulométrie des sédiments est assez grossière, avec des radiers à blocs et pierres. La pente moyenne du lit mineur est modérée (1%).



Illustration 11 : Photographies annotées du Botoret à l'aval de l'ouvrage SB70.
Source : CESAME.

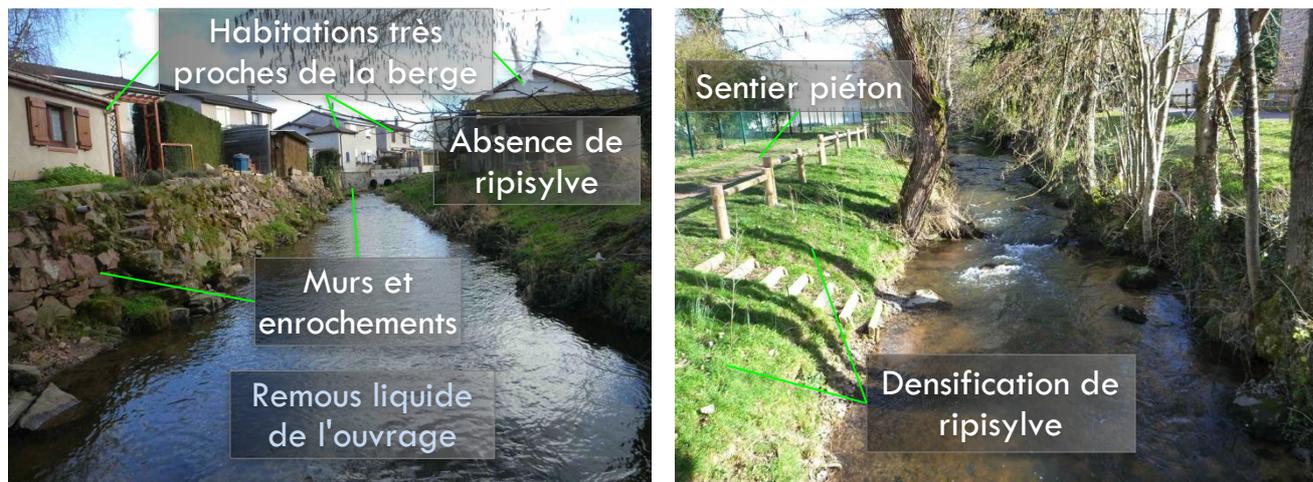


Illustration 12 : Photographies annotées du Botoret à l'amont de l'ouvrage SB70.
Source : CESAME.



Illustration 13 : Micro-seuils en blocs libres 75 mètres (à gauche) et 105 mètres (à droite) à l'amont de l'ouvrage SB70.
Source : CESAME.

Investigations de terrain complémentaires

Un protocole de terrain de Caractérisation Simplifiée de la Morphologie (CSM20) développé par CESAME en 2020 a été mis en place au niveau de 2 stations :

- Station amont → « Témoin Non Altéré » - TNA (positionnée en aval du Boto 19, pas de possibilité de positionner une station non altérée en amont du SB70) ;
- Station aval → « tronçon Restauré AVAl » - RAV.

Ce protocole répond à 3 objectifs principaux :

- **Alimenter le diagnostic** en évaluant plus finement l'écart entre les caractéristiques écomorphologiques observées au niveau des secteurs influencés par l'ouvrage par rapport à un secteur ayant un niveau de pression plus faible ou considéré comme non altéré ;
- **Cadrer les modalités d'une restauration** au plus proche des modèles naturels visibles à proximité et caractérisés par des observations et mesures objectives (ici en l'occurrence la diversité des habitats dans le tronçon aval recalibré par rapport à un tronçon naturel) ;
- **Établir un état de référence** avant intervention permettant de suivre l'évolution du site au fil du temps.

Les métriques ont été prises sur une station ayant une longueur de 14 largeurs de plein-bords (Lpb), distance considérée comme suffisante dans les protocoles CARHYCE et estimhab pour décrire au moins 2 séquences de faciès type radier/mouille/plat) représentative du fonctionnement du tronçon.

Sont analysés pour un débit d'étiage proche du QMNA1 :

- La morphologie globale du lit (largeur et hauteur de pleins bords (Lpb et Hpb), 3 mesures) ;
- Les faciès d'écoulement (relevé du type et de la longueur sur l'ensemble de la station) ;
- La profondeur max sur la largeur mouillée et la largeur mouillée (15 mesures, une toutes les Lpb) ;
- La largeur du lit moyen (limite végétation/sédiment, 15 mesures, une toutes les Lpb) ;
- La classe granulométrique la plus élevée et la classe dominante (typologie Wentworth modifiée, 15 évaluations, une toutes les Lpb) ;
- Les principaux habitats (habitat hydraulique, chevelu racinaire, sous-berge, végétation surplombante, blocs rocheux, débris ligneux, végétation aquatique) dans le lit et en berge (relevé du type, de la surface et de la longueur sur l'ensemble de la station) ;
- La végétation (liste des essences ligneuses ou des associations d'espèces non ligneuses dominantes selon position (rive, berge et atterrissement) sur l'ensemble de la station) ;
- Prise de vue amont/en travers (15 points de vue).

Les résultats des mesures sont présentés pages suivantes.

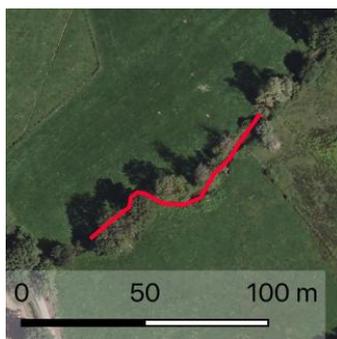
Station SB70 - TNA

Type de station

Station naturelle de référence, dite "Témoignage non altéré" par l'ouvrage (TNA)

Localisation

Amont L93 : x = 800726 y = 6567882
 Aval L93 : x = 800658 y = 6567832
 Longueur : 91 m
 Bassin versant : 39 km²
 Module : 563 l/s
 QMNA5 : 27 l/s
 Date mesures : 30/09/20
 Conditions hydro : Module



Géométrie

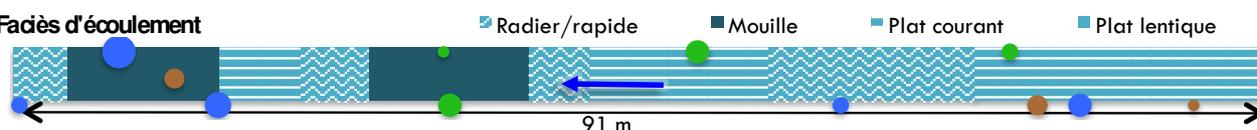
Lit majeur d'environ 150 m de large
 Pente du lit : 0,6%
 Indice sinuosité : 1,17
 (méth Allen) : (Cours d'eau sinueux)
 Surface mouillée : 384 m²

	Largeur de pleins bords	Largeur en pied de berge	Largeur mouillée	Hauteur de pleins bords*	Larg / haut pleins bords*	Pente moyenne des berges calculée (en H/V)**
Moyenne (m)	6,7	4,3	4,2	1,0	6,7	1,2
Coef variation	15%	25%	28%			

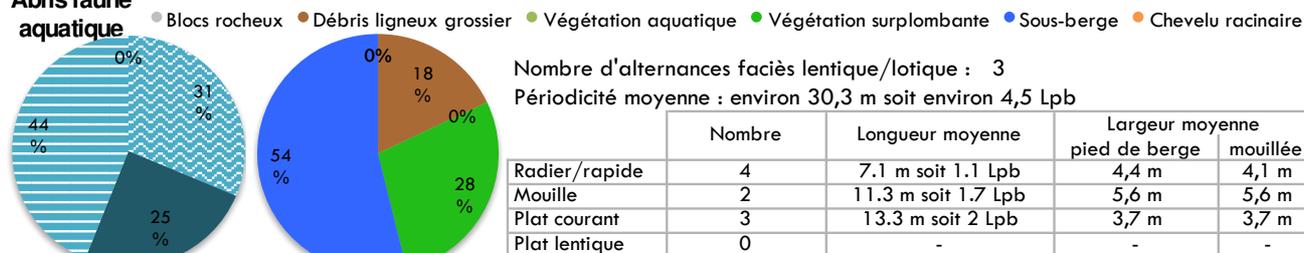
* 3 mesures uniquement (15 mesures pour les largeurs) ** ((Largeur de pleins bords - largeur en pied de berge)/2)/Hauteur de pleins bords, exprimée en rapport Horizontal / Vertical

Facès d'écoulement et abris pour la faune aquatique

Facès d'écoulement



Abris faune aquatique



Densité totale d'abris pour la faune aquatique (surface d'abris/surface en eau) : 5%

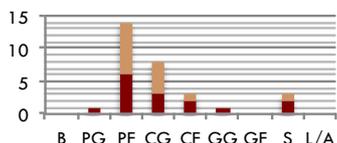
Densité d'abris en berge pour la faune aquatique (longueur d'abris/longueur de berge) : 20%

Substrat minéral

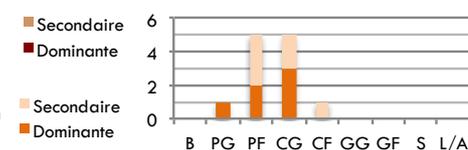
Classes granulométriques dominantes et secondaires

(2 évaluations pour chacun des 15 transects)

Ensemble des 15 transects



Transects sur radiers / rapides



Pisylve

Rive gauche : largeur faible, continuité et diversité moyennes

Rive droite : largeur faible, continuité et diversité moyennes

Occupation du sol : prairies permanentes sur les deux rives

Essences ligneuses présentes : frêne, aulne, noisetier, aubépine, fusain, sureau noir, prunelier, saule fragile, viorne cubier

Remarques

Tronçon assez naturel en contexte prairial. Présence d'un foyer de Renouée asiatique de petite dimension.

Station SB70 - Rav

Type de station

Station en aval du seuil, dite "Restaurée aval" (Rav)

Localisation

Amont L93 : x = 802719 y = 6567986
 Aval L93 : x = 802655 y = 6568052
 Longueur : 91 m
 Bassin versant : 34 km²
 Module : 497 l/s
 QMNA5 : 24 l/s
 Date mesures : 30/09/20
 Conditions hydro : Module



Géométrie

Lit majeur d'environ 150 m de large
 Pente du lit : 1,1%
 Indice sinuosité 1
 (méth Allen) : (Cours d'eau rectiligne)
 Surface mouillée : 378 m²

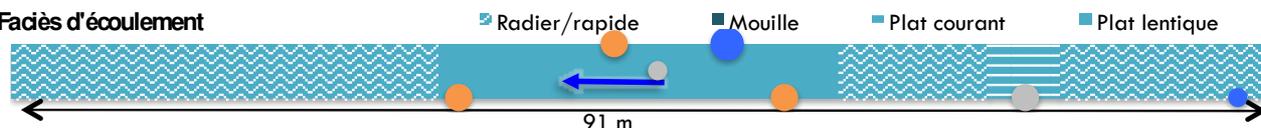


	Largeur de pleins bords	Largeur en pied de berge	Largeur mouillée	Hauteur de pleins bords*	Larg / haut pleins bords*	Pente moyenne des berges calculée (en H/V)**
Moyenne (m)	12,4	4,2	4,2	1,6	7,9	2,6
Coef variation	17%	11%	11%			

* 3 mesures uniquement (15 mesures pour les largeurs) ** ((Largeur de pleins bords - largeur en pied de berge)/2)/Hauteur de pleins bords, exprimée en rapport Horizontal / Vertical

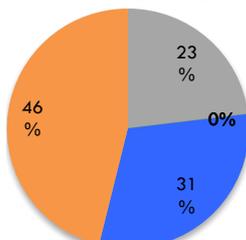
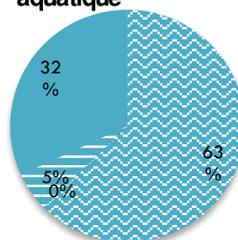
Facès d'écoulement et abris pour la faune aquatique

Facès d'écoulement



Abris faune aquatique

● Blocs rocheux ● Débris ligneux grossier ● Végétation aquatique ● Végétation surplombante ● Sous-berge ● Chevelu racinaire



Nombre d'alternances faciès lentique/lotique : 2
 Périodicité moyenne : environ 45,5 m soit environ 3,7 Lpb

	Nombre	Longueur moyenne	Largeur moyenne pied de berge	Largeur moyenne mouillée
Radier/rapide	3	19 m soit 1,5 Lpb	4,0 m	4,0 m
Mouille	0	-	-	-
Plat courant	1	5 m soit 0,4 Lpb	4,0 m	4,0 m
Plat lentique	1	29 m soit 2,3 Lpb	4,5 m	4,5 m

Densité totale d'abris pour la faune aquatique (surface d'abris/surface en eau) : 2%

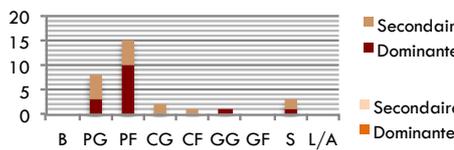
Densité d'abris en berge pour la faune aquatique (longueur d'abris/longueur de berge) : 10%

Substrat minéral

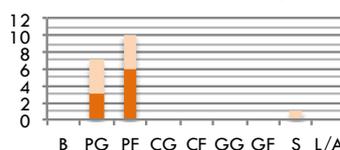
Classes granulométriques dominantes et secondaires

(2 évaluations pour chacun des 15 transects)

Ensemble des 15 transects



Transects sur radiers / rapides



Ripisylve

Rive gauche : largeur et diversité faibles, continuité moyenne

Rive droite : largeur et diversité faibles, continuité moyenne

Occupation du sol : prairie permanente fauchée en rive gauche, urbanisation diffuse en rive droite

Essences ligneuses présentes : frêne, aulne, noisetier, saule fragile

Remarques

Tronçon probablement rectifié et recalibré anciennement ; muret continu en rive gauche, recouvert de végétation ; foyer de renouée du Japon d'environ 330 m².

En aval du seuil (station SB70 Rav), la morphologie du Botoret est bien dégradée par rapport à celle observée dans le secteur naturel en aval de Chauffailles (station SB70 TNA). Les investigations de terrain menées sur les deux tronçons mettent en évidence au niveau de la station RAV :

- un tracé complètement rectiligne (indice de sinuosité de 1 contre 1,17) ;
- un lit mineur surdimensionné (12,4 m de largeur de pleins bords au lieu de 6,7 m, 1,6 m de hauteur de pleins bords au lieu de 1 m) ;
- seulement 5 faciès d'écoulements distincts au lieu de 9 sur la même longueur, dont une absence notable de faciès profond (mouille) ;
- une densité d'abris pour la faune piscicole deux fois moindre ;
- une diversité moindre de la granulométrie dominante des fonds (classe des pierres surreprésentée).

La réalisation de mesures de différentes sections permet, à partir d'une section type, d'estimer la capacité moyenne de plein-bords et quelques indices relatifs à la puissance du cours d'eau et à ses capacités de charriage (cf. ci-dessous). Ces éléments pourront être valorisés en phase projet.

HYDROMORPHOLOGIE - Station SB70 - TNA

Hydrologie reconstituée

Module : 0,563 m³/s Q2 : 9,5 m³/s Q10 : 18 m³/s Q100 : 36 m³/s

Morphométrie

Lpb (m) : 6,1 Lm (m) : 3,0 Hpb (m) : 0,9 Pente i % : 0,60%

Granulométrie mesurée

d50 (mm) : - d20 (mm) : - d80 (mm) : - Folk / Ward : -

Capacités de plein bord*

Puissance spécifique

Cisaillement/Shield - Qpb

Cisaillement/Shield - Q2

Q - Maning/ Strickler $K_s \cdot \sqrt{i \cdot S} \cdot (S/P)^{2/3}$	Puissance spécifique $\Omega = (\gamma \cdot Q \cdot i) / L$	Cisaillement $\tau = \gamma \cdot g \cdot R_h \cdot i$	Shield / d ₅₀ charriable (théorie) $\tau^* = \tau / ((\gamma_s - \gamma) \cdot d_{50})$
Ks : 25	Ω - Qpb (W/m ²) : 56	τ (N/m ²) : 37	τ (N/m ²) : -
Qpb (m ³ /s) : 5,8	Ω - Q2 (W/m ²) : -	d ₅₀ (mm) - τ* _{0,047} : 47	d ₅₀ (mm) - τ* _{0,047} : -
Vitesse (m/s) : 1,4		d ₅₀ (mm) - τ* _{0,065} : 34	d ₅₀ (mm) - τ* _{0,065} : -
Fréquence ≈ <Q2	Seuil haut de 35 W/m ²	d ₅₀ (mm) - τ* _{0,138} : 16	d ₅₀ (mm) - τ* _{0,138} : -

* Sur la base d'une section moyenne

HYDROMORPHOLOGIE - Station SB70 - RAV

Hydrologie reconstituée

Module : 0,497 m³/s Q2 : 8,6 m³/s Q10 : 16 m³/s Q100 : 33 m³/s

Morphométrie

Lpb (m) : 12,4 Lm (m) : 4,2 Hpb (m) : 1,6 Pente i % : 1,10%

Granulométrie mesurée

d50 (mm) : - d20 (mm) : - d80 (mm) : - Folk / Ward : -

Capacités de plein bord*

Puissance spécifique

Cisaillement/Shield - Qpb

Cisaillement/Shield - Q2

Q - Maning/ Strickler $K_s \cdot \sqrt{i \cdot S} \cdot (S/P)^{2/3}$	Puissance spécifique $\Omega = (\gamma \cdot Q \cdot i) / L$	Cisaillement $\tau = \gamma \cdot g \cdot R_h \cdot i$	Shield / d ₅₀ charriable (théorie) $\tau^* = \tau / ((\gamma_s - \gamma) \cdot d_{50})$
Ks : 20	Ω - Qpb (W/m ²) : 246	τ (N/m ²) : 110	τ (N/m ²) : 67
Qpb (m ³ /s) : 28,3	Ω - Q2 (W/m ²) : 107	d ₅₀ (mm) - τ* _{0,047} : 142	d ₅₀ (mm) - τ* _{0,047} : 87
Vitesse (m/s) : 2,1		d ₅₀ (mm) - τ* _{0,065} : 103	d ₅₀ (mm) - τ* _{0,065} : 63
Fréquence ≈ ≈Q50	Seuil haut de 35 W/m ²	d ₅₀ (mm) - τ* _{0,138} : 48	d ₅₀ (mm) - τ* _{0,138} : 30

* Sur la base d'une section moyenne

Contexte piscicole et espèces cibles identifiées

Le diagnostic préalable réalisé par la fédération de Pêche de Saône-et-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 avec des populations piscicoles dominées par la truite, le vairon et la loche franche. Même si les abondances de truite ont tendance à diminuer ces 10 dernières années au profit notamment du chevesne, la note IPR indique en amont de Chauffailles un peuplement de bonne qualité. 2 migrateurs amphihalins sont potentiellement présents : l'anguille et la lamproie marine. Les espèces cibles identifiées sont donc les suivantes :

- Truite fario : *Salmo trutta fario* ;
- Anguille commune : *Anguilla anguilla* ;
- Lamproie marine : *Petromyzon marinus*.

Synthèse sur la qualité de l'eau

Le Botoret a fait l'objet d'un suivi qualité au niveau de 2 stations :

- à l'aval de Chauffailles entre 2008 et 2012 dans le cadre du réseau de suivi local porté par le SYMISOA au cours du premier Contrat de Rivière ;
- sur la tête de bassin versant à Belleruche depuis 2002 dans le cadre du réseau complémentaire de suivi porté par le département de la Loire.

		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Botoret à l'aval de Chauffailles	Bilan en oxygène																	
	Nutriment																	
Botoret au Pont de Montvener	Bilan en oxygène																	
	Nutriment																	

Très bon	Bon	Moyen	Médiocre
Médiocre	Indéfini		

Tableau 4 : Qualité de l'eau au niveau des stations disponibles
Source : Département de la Loire et étude Bilan CR Sornin (CESAME 2013)

La qualité est très bonne sur l'amont. En aval de Chauffailles, le suivi a mis en évidence les problématiques liées au réseau d'assainissement de la commune de Chauffailles qui entraînaient un by-pass régulier de la station d'épuration de Chauffailles.

L'ouvrage est situé en amont de la station d'épuration. La qualité de l'eau devrait donc à priori être satisfaisante.

Des mesures in situ vont être réalisées en amont et en aval de chaque ouvrage pendant l'été 2020.

Pré-diagnostic écologique

Contexte naturel

Seuil en contexte péri urbain, rivière bordée par des jardins soutenus par des murets, bordée par quelques vieux arbres et, à l'aval, par une prairie de fauche.



Illustration 14 : Amont du seuil avec vieux arbres et murets (à gauche) et vue de l'aval (à droite).
Source : CESAME.

Enjeux flore et habitats

Enjeux potentiels modérés à forts

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

Enjeux potentiels très faibles à faibles

- Prairie mésophile sur la rive gauche en aval présence d'espèces eutrophiles (Berce, Tanaisie) témoignant d'un état de conservation de l'habitat médiocre, la rive est bordée d'une ripisylve d'Aulnes et de Frênes continue en aval mais très discontinue en amont.
- Contexte urbain difficile : berges artificialisées hautes et inclinées, voir remplacées par des maçonneries au niveau de zones résidentielles sur les deux rives, sauf sur la rive sud en aval du seuil (prairie et ripisylve) ;

Enjeux faune

Au sein d'un contexte urbanisé, ce secteur ne présente à priori peu d'enjeu significatif pour la faune. Toutefois le Boret peut constituer un corridor pour le déplacement de la Loutre et du Cincle plongeur.

Les vieux murs en pierre sèche constituent toutefois un habitat terrestre favorable aux amphibiens juste en bordure du seuil. Il existe par ailleurs le début d'un ancien bief juste à l'amont du seuil, aujourd'hui totalement bouché par des branchages, et qui peut également servir d'hibernaculum pour les amphibiens et les reptiles.

Enjeux potentiels forts

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

Enjeux potentiels modérés

- Mammifères :
 - Axe de déplacement potentiel pour la Loutre d'Europe.
 - Présence de quelques arbres pouvant accueillir des chiroptères.
- Oiseaux :
 - Axe de déplacement potentiel pour par le Cincle plongeur.
- Amphibiens et reptiles :
 - Les murs de pierre et l'ancien bief peuvent être favorables à l'hibernation des amphibiens, en particulier la Salamandre tachetée, et dans une moindre mesure les reptiles.

Les enjeux pour la faune et la flore sont limités. Il convient cependant d'intégrer que les environs immédiats du seuil offrent des possibilités de site d'hibernation pour les amphibiens et éventuellement les reptiles et que le Botoiret est un axe de déplacement important pour des espèces comme la loutre et le cincle plongeur.



SB 70 - Enjeux faune/flore potentiels

Enjeux modérés
Enjeux forts
Enjeux très forts

➔ **Enjeu déplacement :**
- Cincle plongeur
- Loutre

- Vieux murs
- Chiroptères
- Amphibiens

- Présence d'un
hibernaculum naturel

--- Cours d'eau



Incidence de l'ouvrage

Morphologie du lit et habitat

L'ouvrage génère à l'étiage un remous hydraulique modéré, d'environ 75 m de long. Ce remous entraîne localement un colmatage des fonds et la disparition des alternances dynamiques de faciès d'écoulement naturellement rencontrées sur ce type de cours d'eau. **Le seuil a un impact modéré sur le profil en long et la qualité des habitats.**

Illustration 16: Remous liquide de l'ouvrage SB70.
Source : CESAME 2019



Continuité sédimentaire

La retenue est pleine et le radier immédiatement en aval de la fosse en pied de seuil présente des sédiments de toutes tailles ; la circulation sédimentaire est globalement assurée.

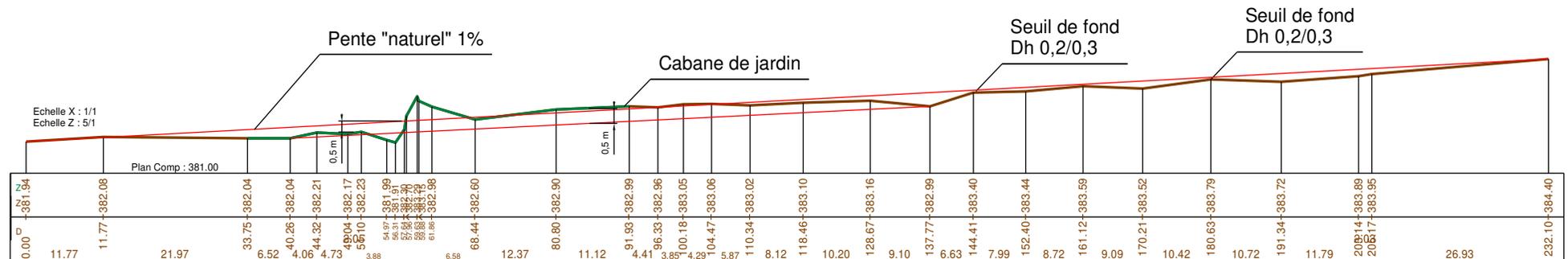


Illustration 17: Profil en long.
Source : CESAME 20

Qualité de l'eau

L'ouvrage génère un remous hydraulique susceptible d'accentuer les problématiques de réchauffement des eaux, de désoxygénation ou de développement algal en période estivale, notamment du fait de l'absence de ripisylve.

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 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. Sur le site d'étude, la station n'a été accessible que pour 1 seule campagne. Pour les 2 autres, seul le point aval a été relevé du fait de la présence du troupeau dans le cours d'eau sur la zone de prélèvement.

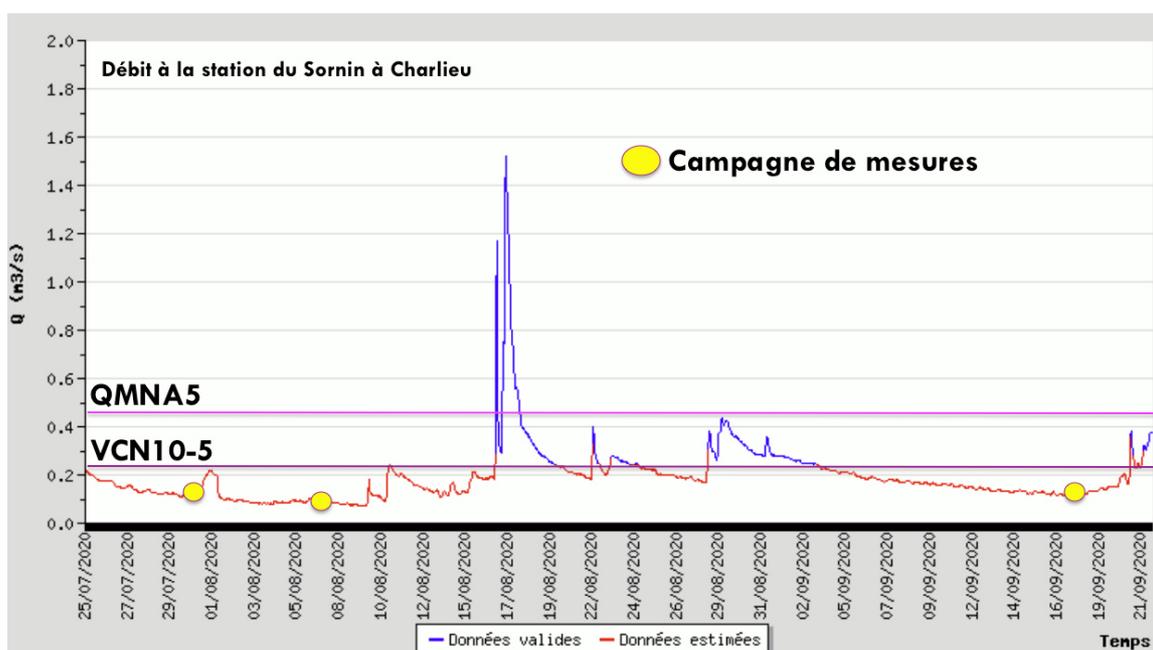


Illustration 18 : Contexte hydrologique lors des campagnes de mesure
Source : CESAME

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.

SUIVI QUALITE PHYSICO-CHEMIE SB70								
Date	Station	pH 50%	T° 50%	Cond 50%	Saturation O ₂ 50%	O ₂ dissous 50% (mg/L)	Saturation O ₂ 95%	O ₂ dissous 95% (mg/L)
30/07/20	STNA	6,85	18,6	230	48,0	3,84	48,0	3,84
	STRET	6,85	18,6	220	45,3	3,76	45,3	3,76
	STAV	6,85	18,5	220	40,0	3,60	37,4	3,40
06/08/20	STNA	7,21	18,7	220	47,0	3,99	47,0	4,00
	STRET	7,22	18,7	220	43,0	3,63	43,0	3,60
	STAV	7,24	18,6	240	43,5	3,72	37,2	3,39
18/09/20	STNA	7,38	17,8	270	30,0	2,73	30,0	2,73
	STRET	7,4	17,6	270	31,0	2,86	29,0	2,60
	STAV	7,31	17,6	270	31,0	2,80	22,0	2,38

STNA = Station Naturelle Amont - STRET = Station Feterue - 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

La qualité est médiocre à mauvaise concernant l'oxygène. Les mesures ponctuelles montrent une tendance à la dégradation de la qualité entre l'amont et l'aval de l'ouvrage. La présence de déversoir d'orage sur le secteur serait en cause.

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 0,66	NC	NC	NC	NC
Facteur(s) discriminant(s)	Chute et condition d'appel en bas débit	Chute et condition d'appel en bas débit				

Esp. holobiotiques	Vandoise	Spirlin	Bouvière	Esp. amphialines	Anguille commune	Lamproie marine
Note	NC	NC	NC	Note	Classe ICE 0,66	Classe ICE 0
Facteur(s) discriminant(s)				Facteur(s) discriminant(s)	Pente, longueur et redans sur la voie de reptation	Chute, conditions hydrauliques sur le parement

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 19 : Résultat par espèce du diagnostic ICE à la montaison.

Source : CESAME

Hormis pour l'anguille, l'ouvrage peut être considéré comme très problématique pour les espèces cibles.

Paysage et patrimoine

Analyse factuelle

Le site inscrit de "l'allée de platanes du château de Chauffailles" est situé à 400 mètres de l'ouvrage. Il n'a cependant aucun lien avec le cours d'eau et il n'existe aucune co-visibilité entre l'ouvrage et le site inscrit.

L'ouvrage n'est pas situé au sein d'un ou à proximité d'un autre site inscrit, classé ou d'un périmètre de protection des monuments historiques (le plus proche étant le viaduc de Mussy-sous-Dun, à 4 km).

Il est visible uniquement hors période de végétation, depuis la route communale du Chemin du Tour du Bois, fréquentée essentiellement par les riverains, tant en voiture qu'à pied ou à vélo.

A moitié arasé, il ne présente pas d'élément architectural particulièrement intéressant. Il s'inscrit également dans un contexte urbain pavillonnaire, sans intérêt architectural ou paysager particulier, notamment en rive droite, où les enrochements et murs en matériaux divers renforcent la totalité de la berge.

Perception des acteurs

L'entretien prévu sur site pour présenter les actions l'occasion d'évaluer les perceptions des acteurs sur ces thématiques.

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 : Oui – PPRI de la rivière "Botoret" sur la commune de Chauffailles, approuvé par arrêté préfectoral du 29 décembre 2005.

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 SB70 sont :

- la restauration de la continuité piscicole ;
- l'amélioration de la qualité de l'eau et des habitats piscicoles au niveau de l'ancienne retenue (dans une moindre mesure).

Contraintes

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

- la non-aggravation du risque inondation ;
- la limitation de l'érosion de la rive droite après l'aménagement du fait de la présence d'habitations ;
- la limitation de l'incision régressive en cas d'arasement afin de ne pas déchausser les renforcements de berges et les exutoires du réseau pluvial ;
- l'absence de possibilité d'accès pour des engins en rive droite.

Les réseaux de gaz de ville, d'électricité et de télécommunication présents sur la voirie en aérien ou souterrain ne constituent a priori pas une contrainte majeure pour l'aménagement.

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.

Solution 1 : Arasement partiel de l'ouvrage : solution possible avec risque d'érosion régressive modéré. Cette solution sera à coupler avec :

- la réalisation d'un seuil de fond (blocs en travers du cours d'eau) à une trentaine de mètres en amont de l'ouvrage afin de stabiliser le profil en long et éviter le déchaussement des murs et rejets de réseau pluvial plus en amont ;
- la réfection des berges sur une trentaine de mètres en amont (technique à définir) ;
- la réalisation d'un pré-barrage ou d'une rampe en enrochement en aval du seuil arasé.

Solution 2 : Aménagement de la chute / dispositif de franchissement piscicole : le maintien de l'ouvrage (afin de se prémunir des risques d'érosion régressive sur le tronçon urbanisé à l'amont) nécessiterait que soit aménagé un dispositif de franchissement piscicole. Compte tenu de l'orientation oblique du seuil, un dispositif de type passe à bassins ou rivière de contournement est possible en rive droite (point le plus en amont), mais il n'existe pas de disponibilité foncière (jardin privé). Il serait envisageable d'installer des pré-barrages sur toute ou partie du lit mineur mais cet aménagement serait sélectif vis-à-vis de l'anguille et de la Lamproie marine. Le seul dispositif de franchissement envisageable est donc une rampe en enrochement faisant la jonction entre la crête du seuil et le profil aval avec une pente adaptée aux espèces cibles.

Solution 3 : Arasement partiel avec création d'un méandre plus doux en rive gauche : solution possible avec risque d'érosion régressive modéré qui comprendrait :

- la création d'un méandre plus doux en rive gauche ;
- la réalisation d'un seuil de fond (blocs en travers du cours d'eau) à une trentaine de mètres en amont de l'ouvrage afin de stabiliser le profil en long et éviter le déchaussement des murs et rejets de réseau pluvial plus en amont ;
- la réfection des berges sur une trentaine de mètres en amont (technique à définir).

Mesures de restauration hydromorphologique complémentaires à l'échelle du tronçon

Les prospections de terrain ont mis en évidence différentes mesures pertinentes pour améliorer le fonctionnement éco-morphologique du cours d'eau à l'échelle tronçon :

- plantation, densification de ripisylve sur 35 ml le long des parcelles n°52 et 54 ;
- diversification de l'habitat piscicole en aval du seuil (pose de blocs au sein du lit par exemple).

3. AVP – OUVRAGE SB 70

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.

Il a été décidé de décliner les choix techniques à étudier en AVP selon 3 scénarios :

- Scénario 1 : dérasement de l'ouvrage et stabilisation du profil en long par des seuils de fond ;
- Scénario 2 : aménagement de la chute par un dispositif de franchissement piscicole (rampe en enrochement) ;
- Scénario 3 : dérasement de l'ouvrage et création d'un méandre en rive gauche.

Descriptif technique et analyse des incidences

Scénario 1 : Dérasement de l'ouvrage et stabilisation du profil en long par des seuils de fond

Objectifs poursuivis

1. Restaurer la continuité écologique au niveau de l'ouvrage ;
2. Stabiliser le profil en long pour limiter à quelques dizaines de mètres la remontée de l'érosion régressive et les désordres associés (déchaussement de murs et réseaux à l'amont) ;
3. Refaire les berges risquant d'être déstabilisées par l'incision du lit en amont immédiat de l'ouvrage ;
4. Ne pas aggraver le risque inondation ;
5. Limiter au mieux l'emprise foncière et le coût de l'aménagement.

Principe

L'aménagement consiste à supprimer le seuil existant et à construire sur quelques dizaines de mètres en amont et en aval une succession de seuils de fond permettant de stabiliser le fond du lit. La chute actuelle sera ainsi complètement supprimée ou, dans le pire des cas, fractionnée en plusieurs chutes de moins de 15 cm chacune.

Description de l'opération

Ce scénario comporte plusieurs variantes, qui se distinguent par le linéaire de berge qui fait l'objet de réfection. L'opération comprendrait :

- des travaux d'installation du chantier (production des documents d'EXE/VISA, constat d'huissier, DICT, piquetage et implantation des aménagements et réseaux, plan de récolement / DOE, amenée et repli du matériel, signalisation, remise en état après travaux, base vie, permission de voirie et demande d'arrêté de circulation si besoin...) ;
- 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 soixantaine de mètres afin de travailler à sec, la réalisation d'une pêche sauvegarde au moment de la mise en assec et si nécessaire la mise en place d'un dispositif de filtration des matières en suspension en aval de la zone aménagée ;

- la création d'une piste d'accès de 25 m dans la prairie en rive gauche ;
- la libération des emprises (débroussaillage localisé et abattage de quelques arbres) ;
- le dérasement complet de l'ouvrage, avec exportation des matériaux impropres à un ré-emploi sur site ($\approx 30 \text{ m}^3$) ;
- la création de 7 seuils de fond en enrochements libres finement appareillés ;
- l'aménagement en épi plongeant en rive gauche de 3 des 7 seuils ;
- des terrassements en déblai ($\approx 140 \text{ m}^3$) préalablement à la réfection des berges, avec exportation des matériaux ;
- le comblement de la fosse en aval du seuil et des espaces entre les seuils de fond par des matériaux caillouteux d'apport (réutilisation des déblais issus du site envisageable selon leur nature ; $\approx 40 \text{ m}^3$) ;
- la réfection des berges par une technique mixte génie végétal / génie civil : semelle en enrochement en pied de berge surmontée de lits de plants et plançons (géotextile biodégradable, semis d'herbacées, plançons de saules, plants d'espèces buissonnantes, apport de terre) :
 - en amont rive droite, avec 3 lits de plants et plançons sur $\approx 25 \text{ ml}$ (tranche ferme) ;
 - en amont rive gauche, avec 8 lits de plants et plançons sur $\approx 15 \text{ ml}$ (variante 1) ;
 - en amont et aval rive gauche, avec 8 lits de plants et plançons sur $\approx 29 \text{ ml}$ (variante 2).
- des travaux connexes (réfection de deux exutoires de tuyaux PVC privés au sein de la berge refaite en rive droite, et déplacement d'une clôture de type grillage à moutons sur quelques mètres pour les variantes 1 et 2) ;
- le repliement du chantier et la remise en état du site ;
- une garantie / entretien pour la bonne reprise des aménagements en génie végétal.

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 est public, une déclaration d'intérêt général (DIG) pourra s'avérer nécessaire.
- Les travaux nécessiteront également une mission de maîtrise d'œuvre (de PRO à AOR) 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.

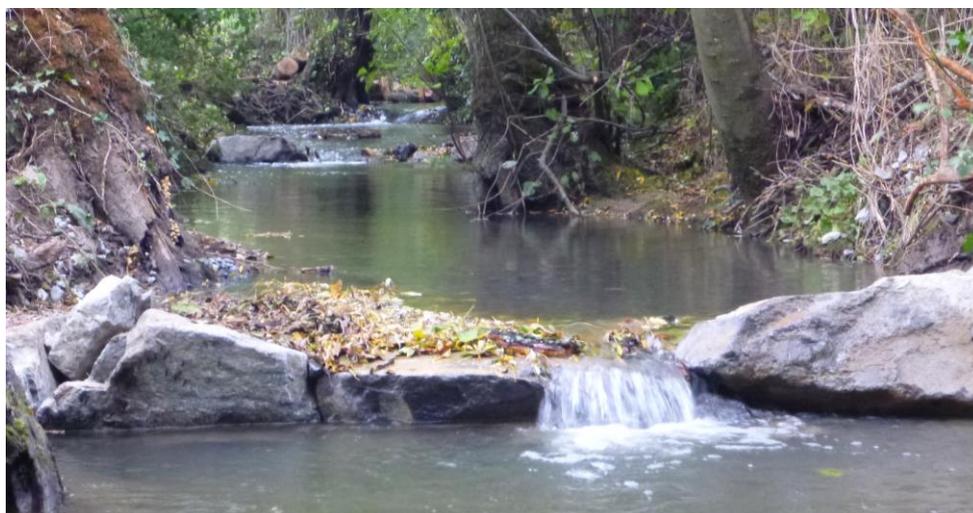
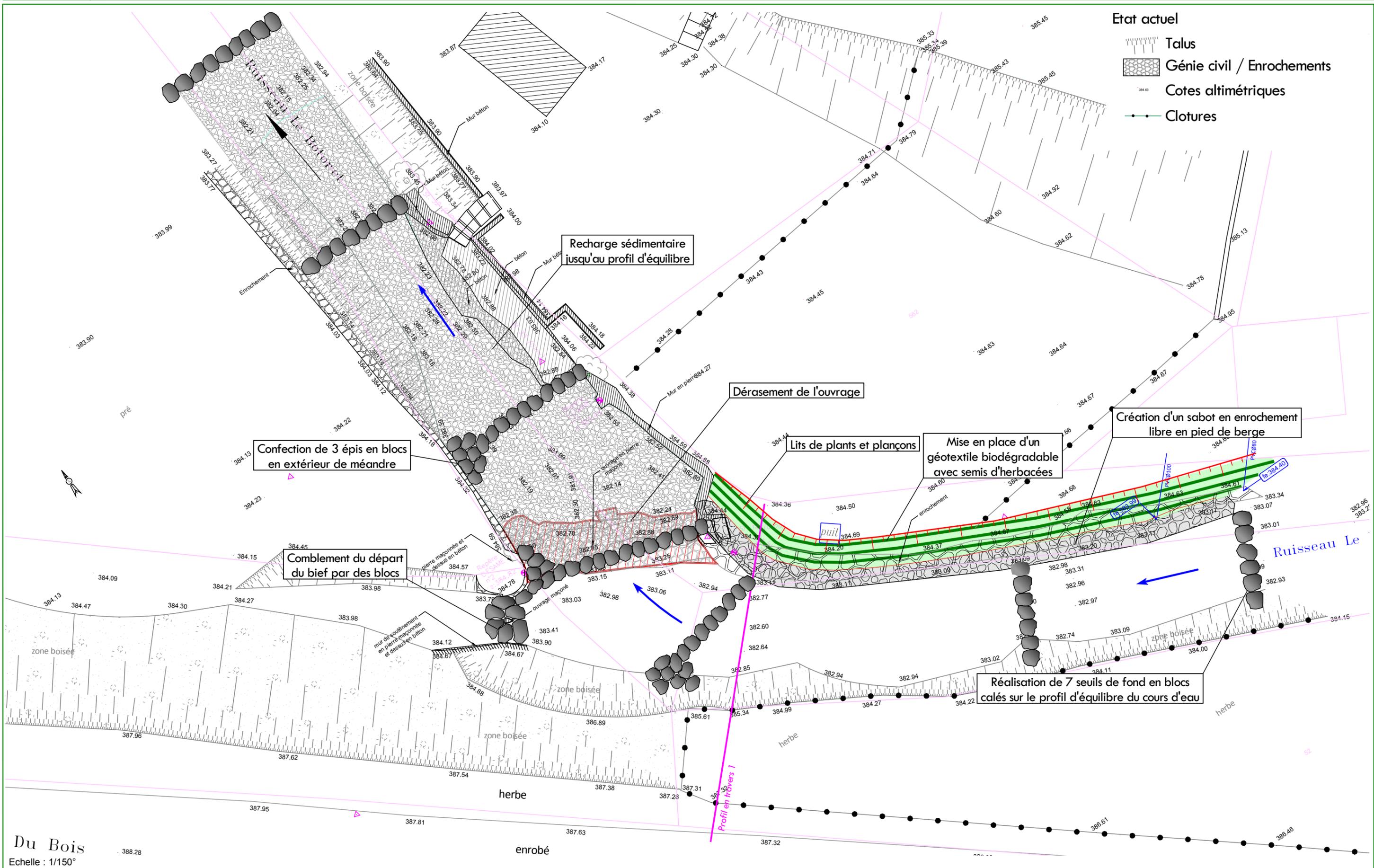


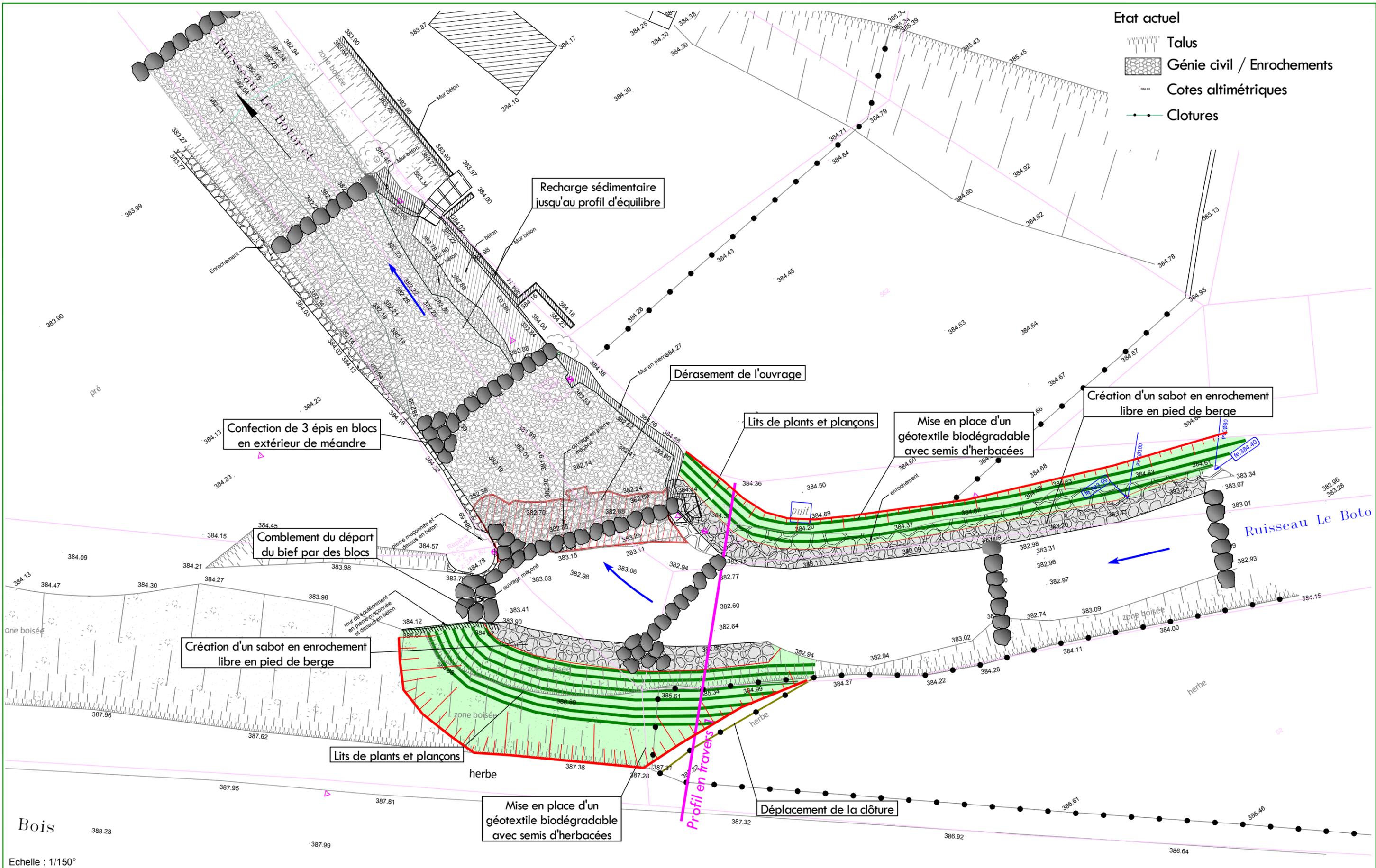
Illustration 20 : Exemple d'une succession de micro-seuils en enrochement construits sur un petit cours d'eau de l'Allier pour fractionner une chute.
Source : CESAME 2021.

SB70 – AVP – Scénario 1 – Plan de masse



Du Bois
Echelle : 1/150°

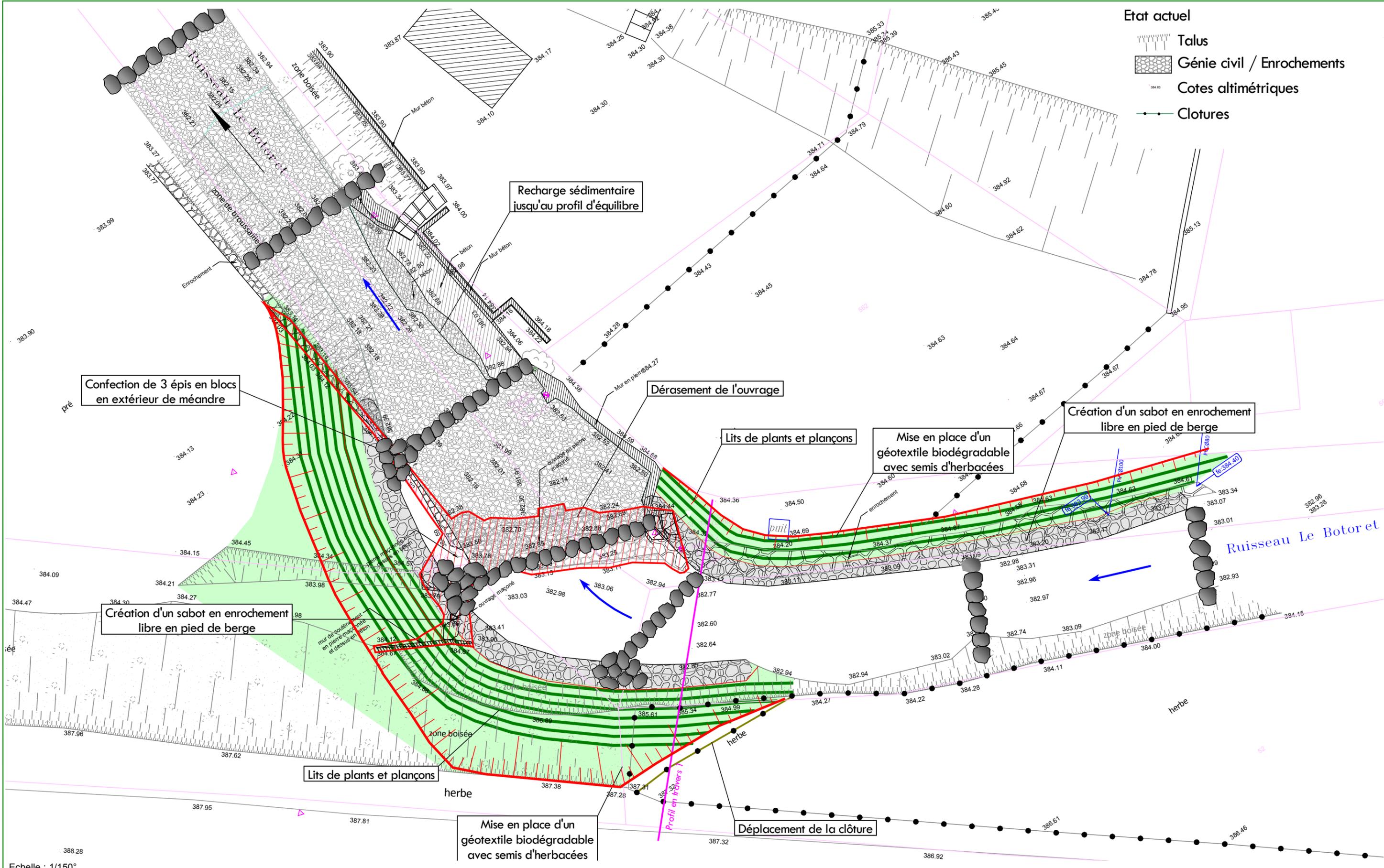
SB70 – AVP – Scénario 1 – Plan de masse - Variante 1



- Etat actuel**
- Talus
 - Génie civil / Enrochements
 - Cotes altimétriques
 - Clotures

Echelle : 1/150°

SB70 – AVP – Scénario 1 – Plan de masse - Variante 2



- Etat actuel**
- Talus
 - Génie civil / Enrochements
 - Cotes altimétriques
 - Clotures

Confection de 3 épis en blocs en extérieur de méandre

Recharge sédimentaire jusqu'au profil d'équilibre

Dérasement de l'ouvrage

Lits de plants et plançons

Mise en place d'un géotextile biodégradable avec semis d'herbacées

Création d'un sabot en enrochement libre en pied de berge

Création d'un sabot en enrochement libre en pied de berge

Lits de plants et plançons

Mise en place d'un géotextile biodégradable avec semis d'herbacées

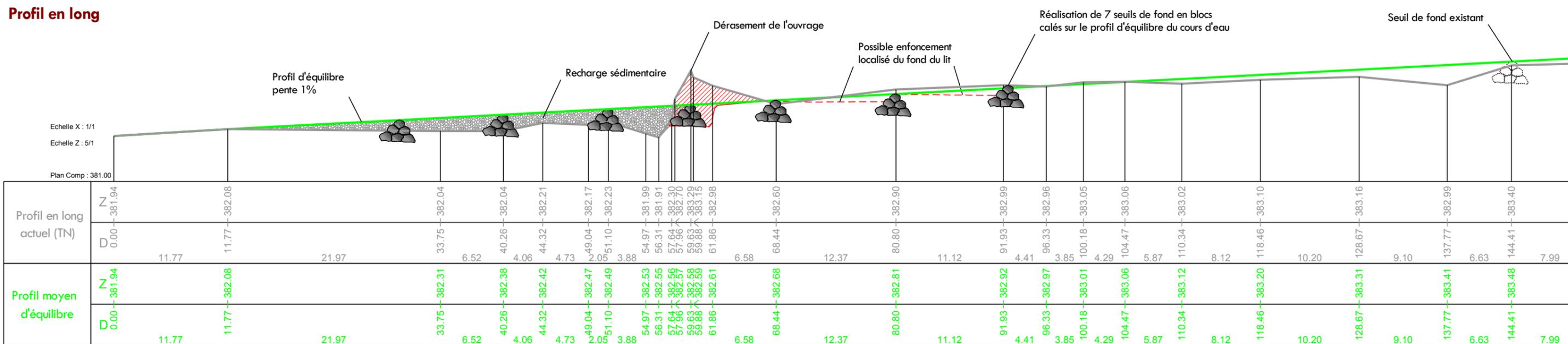
Déplacement de la clôture

Ruisseau Le Botorêt

Echelle : 1/150°

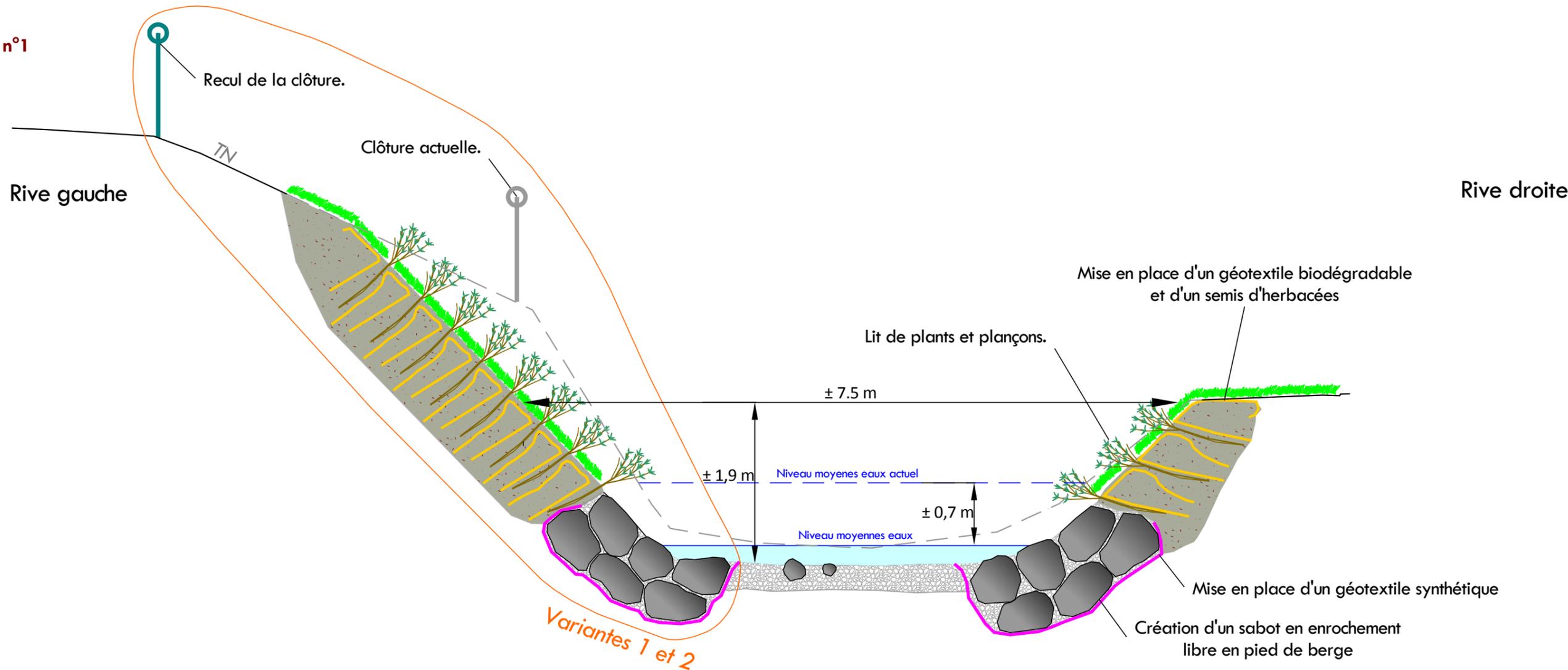
SB70 – AVP – Scénario 1 – Profils en long et en travers

Profil en long



Echelle : 1/400°

Profil en travers n°1



Echelle : 1/50°

Points particuliers concernant les choix techniques et la gestion des opérations

Profil en long / seuils de fond

Le dérasement de l'ouvrage jusqu'à la cote du profil d'équilibre va entraîner un abaissement de 70 cm du fond du lit, qui, sans intervention autre, risquerait de provoquer une incision régressive du même ordre de grandeur vers l'amont (s'estompant progressivement). Les très nombreux enrochements latéraux, plus ou moins bien fondés, et les exutoires de réseaux pourraient se retrouver affouillés et déstabilisés ; une nouvelle chute infranchissable pour le poisson pourrait également apparaître au niveau du seuil de fond existant 86 m en amont de l'ouvrage, rendant inutile l'aménagement réalisé.

La création de plusieurs seuils de fond calés sur le profil d'équilibre du cours d'eau s'avère donc indispensable pour que ces désordres restent cantonnés à l'amont immédiat de l'ouvrage et ne se propagent plus en amont. Ils fixeront le profil en long du lit et limiteront les nouvelles chutes potentielles à environ 15 cm.

Par ailleurs, les seuils de fond existants quelques dizaines de mètres à l'amont de l'ouvrage semblent avoir parfaitement joué ces rôles, ce qui conforte l'idée de réemployer ces dispositifs.

L'enrochement en rive droite à l'amont immédiat de l'ouvrage sera en revanche affouillé sur une trentaine de mètres, ce qui nécessite de reprendre cette berge pour éviter son effondrement lors des épisodes de crue futurs (voir ci-après).

En rive gauche, il est probable que le pied de berge actuel (non visible car recouvert de sédiments) soit constitué de roche mère non érodable. Il n'est donc pas certain que l'abaissement du seuil entraînera un affouillement et un écroulement de la berge susceptible de menacer la voirie en surplomb. Il n'est pas possible de se positionner actuellement quant à la nécessité de la refaire, d'où sa réfection prévue en variante n°1, et en option dans un futur marché de travaux (qui sera commandée ou non en fonction de la nature du pied de berge qui sera mis à nu pendant les travaux).

Les seuils de fond, les enrochements et leur sabot parafouille seront constitués d'enrochements libres finement appareillés face par face afin de laisser le moins d'espace possible entre les blocs. Les interstices seront comblés par des matériaux graveleux plombés à l'eau. Un géotextile synthétique sera systématiquement associé.

Aménagement des berges

Le graphique et le tableau ci-dessous donnent les contraintes de cisaillement sur le fond du lit dans la zone influencée par l'aménagement pour les crues biennales, décennales et centennales, en situation actuelle et après aménagement, et les contraintes de cisaillement auxquelles sont capables de résister différents dispositifs de protection de berge.

Technique	Contrainte tractrice [N/m ²]		
	A la réalisation	1 à 2 ans après	3 ou 4 ans après
Enherbement	4 ⁽³⁾ -20 ⁽³⁾	25-30 ⁽³⁾	30 ⁽³⁾ -100 ⁽²⁾
Boutures	10 ⁽³⁾	60 ⁽³⁾ -150 ⁽¹⁾	60 ⁽³⁾ -165 ⁽¹⁾
Boudin d'hélophytes	10 ⁽³⁾ -30 ⁽²⁾	20-30 ⁽³⁾	50 ⁽³⁾ -60 ⁽¹⁾
Clayonnages	10 ^(2,3)	10-15 ⁽³⁾	10 ⁽³⁾ -120 ⁽¹⁾
Fascines	20 ⁽³⁾ -60 ⁽²⁾	50 ⁽³⁾ -60 ⁽³⁾	80 ⁽²⁾ -250 ⁽⁴⁾
Saules		50-70 ⁽⁴⁾	100-140 ⁽⁴⁾
Plantation d'arbre	20 ⁽²⁾		120 ⁽²⁾
Lit de plants et plançons	20 ^(2,3)	120 ⁽³⁾	140 ^(2,3)
Couche de branches à rejet	50 ^(2,3) -150 ⁽³⁾	150 ⁽³⁾ -300 ⁽³⁾	300 ^(2,3) -450 ⁽³⁾
Caissons végétalisés	500 ⁽³⁾	600 ⁽³⁾	600 ⁽³⁾
Enrochements	Végétalisés	100 ⁽³⁾ -200 ⁽²⁾	100 ⁽³⁾ -300 ⁽³⁾
	Nus	250 ⁽²⁾	250 ⁽²⁾

Puissance spécifique supportée (W/m ²)	
Fascines	130
Epis végétaux	150
Peignes	65
Caissons végétalisés	200

Source : Alexandre Peeters, Geoffrey Houbrechts, Eric Hallot, Jean Van Campenhout, Gisèle Verniers et François Petit, « Efficacité et résistance de techniques de protection de berges en génie végétal », Géomorphologie : relief, processus, environnement [En ligne], vol. 24 – n° 2 | 2018, mis en ligne le 06 mars 2018.

Source : Génie Alp 2012 - Génie végétal en rivière de montagne - 321p.

1 : Faber 2004 ; 2 : Schiechl et Stern 1996 ; 3 : Venti et al. 2003 ; 4 : Lachat 1994.

Tableau 6 : Résistances des principales techniques de protection de berge.

Source : cf. ci-dessus.

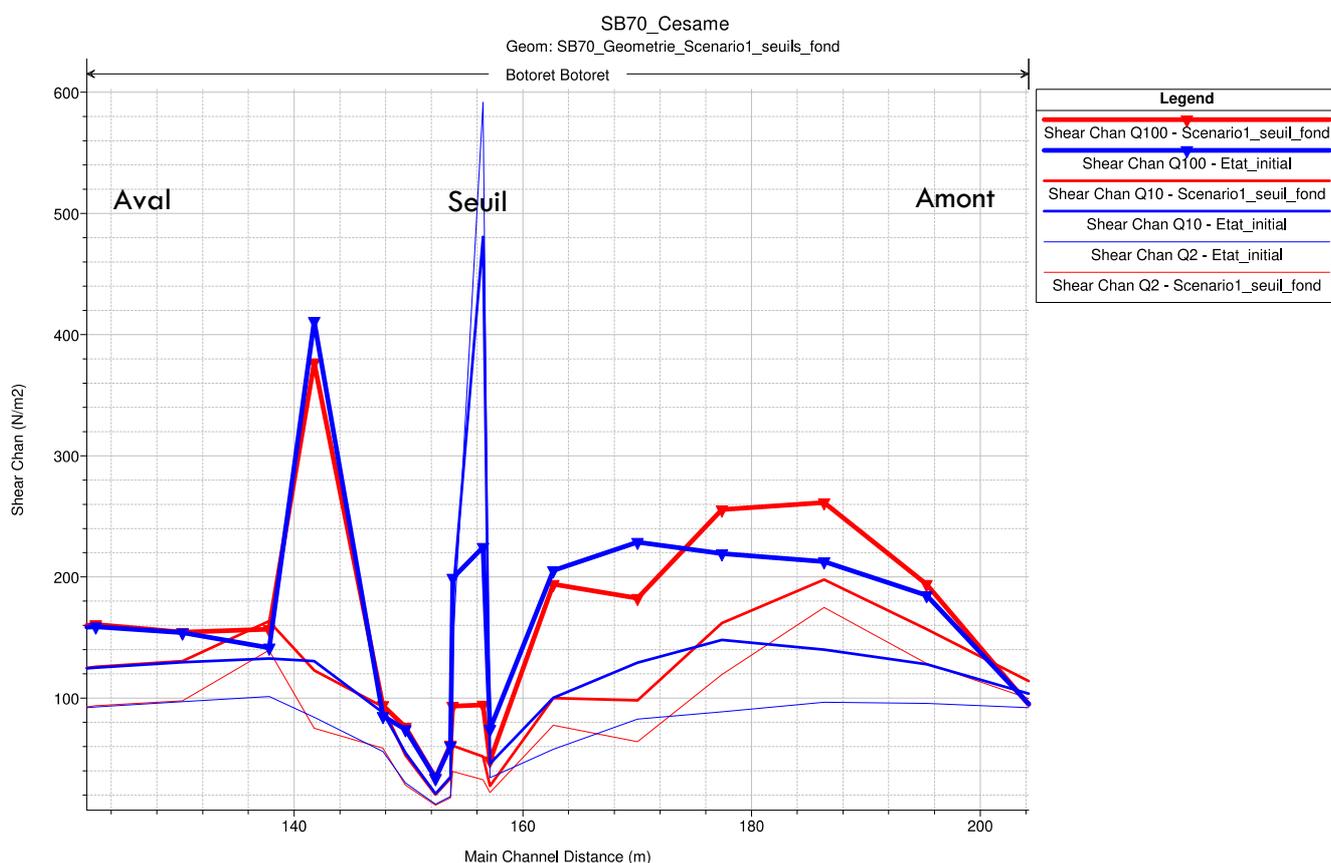


Illustration 25: Contrainte de cisaillement donnée par Hec-Ras autour du seuil pour le scénario 1.

Source : CESAME 2021

Actuellement, les contraintes sur le fond du lit et les pieds de berges quelques dizaines de mètres en amont et en aval du seuil sont de l'ordre 100 à 250 N/m², ce qui est fort et en cohérence avec la présence d'enrochements sur les berges. L'aménagement aura pour effet de diminuer les contraintes à l'emplacement exact actuel de l'ouvrage (du fait du fort abaissement de la chute), mais les maintiendra à un niveau élevé en amont et en aval, avec même une augmentation 20 à 30 mètres en amont. Ces contraintes ne permettent pas d'envisager un dispositif en technique végétale en pied de berge, qui serait trop vulnérable les premières années.

Le pied des berges qui seront refaites devra donc être réalisé en enrochement.

La partie médiane et supérieure des berges sera soumise à des contraintes un peu plus faibles, mais compte tenu de l'absence de disponibilité foncière sur les berges supposée dans ce scénario, la pente des berges ne pourra être inférieure à 1H/1V. La seule technique envisageable est donc l'aménagement de lits de plants et plançons superposés.

En aval de l'ouvrage en rive gauche, les contraintes ne devraient pas être supérieures à ce qu'elles sont actuellement. L'aménagement n'entraînera donc pas de dégradation supplémentaire du mur (dégradé mais non menacé à court terme d'après l'expertise géotechnique réalisée) par rapport à un scénario sans aménagement. La berge peut donc soit être laissée telle quelle, soit reprise, d'où sa réfection prévue en variante n°2 (avec reprise de la partie amont également). L'aménagement de la partie gauche des seuils de fond en épi plongeant permettra néanmoins de limiter les contraintes érosives.

Durée des travaux et période d'intervention

La durée prévisionnelle des travaux est d'environ 2 mois, à prévoir en basses eaux en-dehors de la période de reproduction de la truite fario, soit entre septembre et octobre/novembre.

Incidence pressentie sur les milieux

Le projet aura une incidence positive dans la mesure où il permettra le rétablissement de la continuité piscicole. La continuité sédimentaire est déjà relativement bonne au niveau de cet ouvrage ; elle sera totale après l'aménagement.

Incidence sur le foncier

Le scénario 1 ne nécessite pratiquement aucune emprise foncière et la stabilité des berges est assurée. Il n'empiète donc pas, ni à court terme, ni à long terme, sur les propriétés riveraines.

L'accord des propriétaires sera néanmoins nécessaire pour accéder en phase chantier.

Incidence pressentie sur les usages

Les exutoires de réseaux existants seront préservés.

La voirie en rive gauche en surplomb de l'ouvrage sera préservée par la réfection éventuelle de la berge (si nécessaire au vu de la nature du pied de berge mis à nu par l'effacement du seuil).

L'accès au cours d'eau très rustique (agencement des blocs d'enrochement en escalier) aménagé par le riverain du seuil en rive droite sera en revanche supprimé par la réfection de la berge.

Incidence pressentie sur les risques

Une nouvelle modélisation hydraulique a été réalisée en intégrant les modifications apportées par le projet :

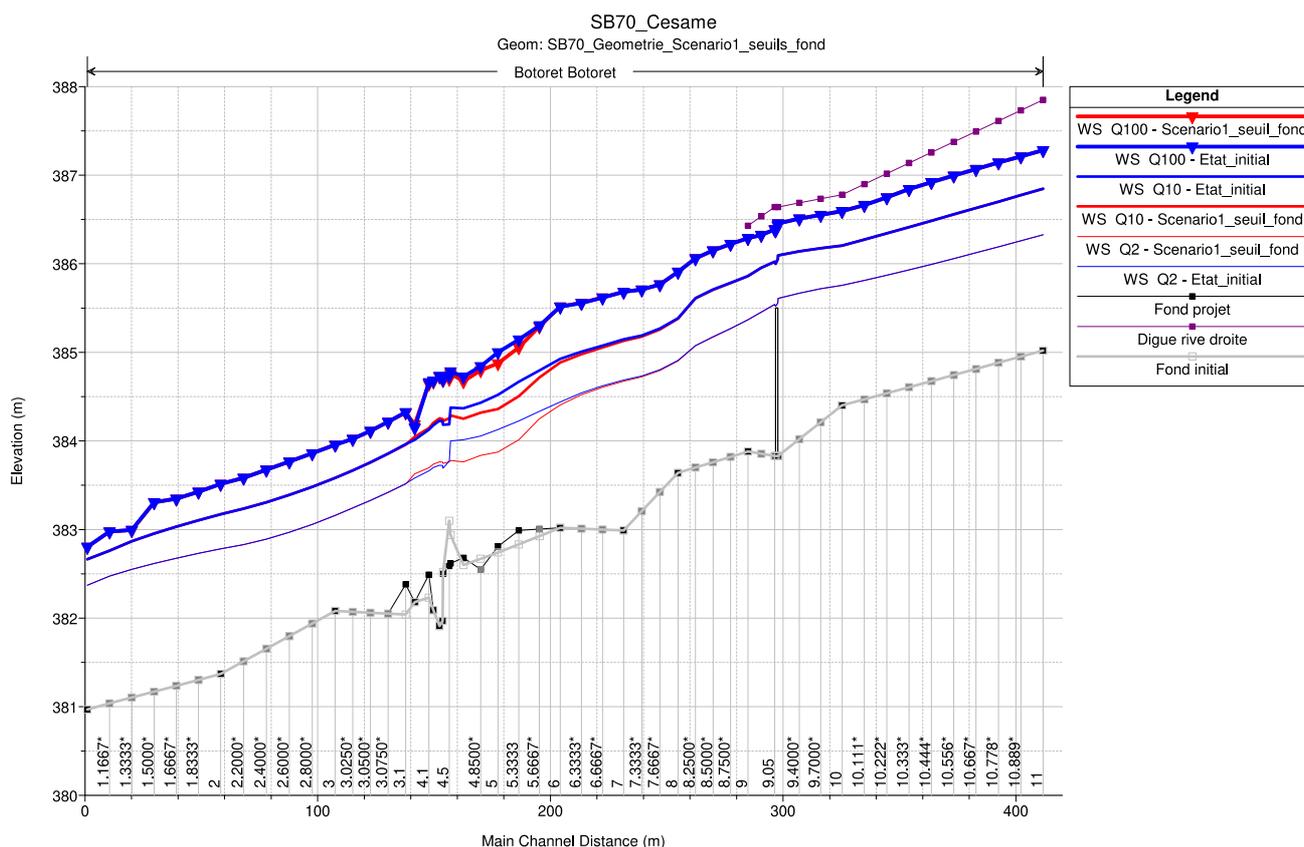


Illustration 26 : Comparaison du profil en long des lignes d'eau en situation initiale et après aménagement (scénario 1).

Source : CESAME

La suppression de l'ouvrage et son remplacement par une succession de 6 seuils de fond n'entraînera pas d'élévation des lignes d'eau à crue équivalente par rapport à la situation actuelle. Au contraire, la ligne d'eau sera abaissée sur une cinquantaine de mètres en amont de l'ouvrage, réduisant ainsi le risque d'inondation des habitations riveraines.

En dehors de cette zone, l'aménagement n'aura aucune incidence hydraulique.

Entretien des aménagements

Les aménagements s'apparentant à un arasement, ils ne nécessiteront pas d'entretien complémentaire à celui couramment réalisé en bordure de cours d'eau (entretien de la ripisylve notamment), en dehors de l'entretien relatif à la garantie du génie végétal les deux premières années.

Intégration paysagère

Le remplacement de plusieurs enrochements de berges par des lits de plants et plançons rendra la perception paysagère moins minérale et plus végétale.

Scénario 2 : aménagement de la chute, dispositif de franchissement piscicole

Objectifs poursuivis

1. Restaurer la continuité écologique (piscicole) au niveau de l'ouvrage ;
2. Maintenir le profil en long actuel afin de limiter les interventions sur les talus en amont ;
3. Ne pas aggraver le risque inondation.

Principe et dispositif proposé

Cette solution consiste à rehausser la ligne d'eau par l'aval via l'agencement précis de blocs d'enrochements libres pour former une rampe dont les dimensions (largeur, pente, espacement entre les blocs) permettent de garantir des hauteurs et des vitesses compatibles avec les espèces piscicoles cibles (voir ci-après).



Illustration 27 : Rampe à macro-rugosités émergentes régulièrement réparties en blocs libres (haut et bas droite) et rampe rugueuse simple (bas gauche).

Source : Photo CESAME/ aménagement SYMISOA (haut) et schéma guide ICE (bas)

Description de l'opération

L'opération de restauration de la continuité écologique comprendrait :

- des travaux d'installation du chantier (signalisation, DICT, constat d'huissier, piquetage et implantation des aménagements...) et de libération des emprises (débranchement 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 (a priori en dérivation en rive gauche) sur 25/30 mètres afin de travailler à sec au niveau du tronçon à aménager ;
- la création d'une piste d'accès de 25 m dans la prairie en rive gauche ;
- la reprise des maçonneries de l'ouvrage pour permettre un raccordement correct avec la rampe notamment un ré-alignement de la crête avec un ragréage béton et la création d'une échancrure préférentielle pour les basses eaux ;

- le terrassement du lit en déblai en aval sur environ 25 m pour permettre l'implantation de la rampe et le cas échéant d'une couche de forme ;
- le démantèlement du mur rive gauche avec un terrassement en déblai du talus pour ancrer la rampe et créer une berge en pente douce ;
- l'implantation d'une rampe rugueuse en remblai dans le lit sur 19 m de long en blocs libres finement appareillés ;
- la protection du talus rive gauche avec un empierrement en pied surmonté d'un lit de plaçons de saule ;
- la couverture du talus rive gauche avec un géotextile biodégradable, un bouturage de saule et un ensemencement d'herbacées ;
- 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 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) pourrait s'avérer nécessaire.
- 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

D'après Géolithe l'ouvrage et les murs de soutènement aval en pierres sèches des terrains attenants (jardin en rive droite et prairie en rive gauche) sont en mauvais état. De notre point de vue la question de leur maintien se pose uniquement vis-à-vis de la pérennité de l'aménagement à réaliser. Les blocs de la rampe venant en appui du bas des murs rive droite, ceux-ci ne seront pas déstabilisés par l'ouvrage. La question de la réfection de ces murs à usage strictement privé peut-être posée dans le cadre du projet. Elle n'est à ce stade pas intégrée.

En rive gauche, l'ancrage de la rampe et la nécessité (voir plus loin) de ré-ouvrir le lit impose de démonter le mur pour laisser place à un talus en pente douce.

Pré-dimensionnement de l'aménagement de franchissement piscicole

Les capacités de nage des espèces influent sur le dimensionnement de la rampe. Les valeurs seuils présentées ci-dessous sont issues du guide ICE² :

Espèce	Hauteur d'eau minimale (m)	Vitesse d'écoulement maximale (m/s)	Puissances dissipées maximale (W/m ³)	Longueur maximale de coursier (m)
Truite fario 15-30 cm	0,2	2,0	500-600	≈ 10 m
Anguille commune	0,05	1,5 (si nage)	-	-
Lamproie marine	0,15	2,0	500-600	-

Tableau 7 : Capacités de nage des espèces cibles.
Source : CESAME 2021

² 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 longueurs maximales de coursier sont données à titre indicatif. L'idée étant de prévoir des zones de repos entre 2 longueurs de coursier si celui-ci est trop long.

Les principes du dimensionnement sont les suivants :

- Concernant les enjeux inondation importants au niveau du seuil, la rampe étant bâtie en remblai dans le lit mineur du cours d'eau, le dimensionnement doit optimiser la taille du dispositif (le plus court possible) et le moins rugueux. De ce point de vue, une rampe à rugosité de fond sans macro-rugosités émergentes doit être privilégiée. Limiter les macro-rugosités permet aussi de diminuer la nécessité d'entretenir le dispositif et les risques d'accumulation d'embâcles. Les surfaces du lit mineur « remblayées » par la rampe doivent être compensées par des surfaces déblayées en berge pour maintenir la capacité hydraulique du lit.
- Concernant la fonctionnalité hydraulique du dispositif, les rampes nécessitent des débits significatifs. L'hydrologie d'étiage est ici particulièrement contraignante. L'aménagement de macro-rugosités permettant de maintenir le fonctionnement hydraulique en basses eaux (généralement souhaité par l'OFB) sera donc nécessaire (même si aussi restreint que possible).
- A ce stade nous visons une plage de fonctionnement minimale allant du QMNA1 (120 l/s) à 3 fois le module (1,5 m³/s). Pour les plages de débit hautes, une voie de reptation latérale doit être maintenue pour le passage de l'anguille.

Fort de ces principes, le pré-dimensionnement suivant est proposé :

- La longueur de la rampe sera de 19 m intégrant une zone de repos de 2 m pour une pente longitudinale de 4,5% ;
- La largeur variera selon les profils entre 6 et 7 m. Un dévers latéral fixé à 10% sera maintenu pour concentrer les débits en rive gauche et optimiser les hauteurs d'eau. Il permettra de maintenir une partie de la rampe dénoyée pour permettre le franchissement de l'anguille par reptation ;
- Des macro-rugosités seront installées uniquement en rive gauche sur 1,5 m de large via la pose de 2 rangs de blocs de ≈ 0,4 m de large, émergents de 0,3 à 0,4 m du fond de la rampe et disposés en quinconce avec un entraxe de 1,1/1,2 m ;
- La crête du seuil sera réalignée dans la continuité de la rampe constituée en aval avec un dévers de 0,7 m entre la rive droite (383,65 NGF) et la rive gauche (382,95).

Fonctionnalité de l'aménagement

Le fonctionnement hydraulique de l'aménagement pressentie en AVP est le suivant :

Débit	Cote amont	m ³ /s	Heau Macro RG (m)	Heau Dever RG (m)	Heau Dever RG+1m	V max Rpe macro	Vmax Devers (calc sur 0,55 m)	Larg. en eau nage TRF	Larg. hors eau rept. ANG
QMNA5	383.05	0.02	0.07	0.00	0.00	0.90	0.00	0	7
QMNA	383.18	0.13	0.20	0.04	0.00	1.24	0.48	0.5	6.5
	383.25	0.24	0.27	0.09	0.05	1.36	0.79	1	6
	383.30	0.3	0.32	0.12	0.09	1.43	0.97	1.2	5.8
MODULE	383.35	0.49	0.38	0.15	0.12	1.50	1.13	1.5	5.5
	383.40	0.7	0.42	0.18	0.15	1.56	1.28	2.1	4.95
3MODULE	383.53	1.54	0.55	0.26	0.23	0.00	1.62	3	4
	383.60	2.2	0.63	0.30	0.27	-	1.78	3 à 4,5	2,5 à 4,5
	383.70	3.3	0.72	0.36	0.32	-	2.00	3,5 à 5	2 à 3,5
	383.80	4.7	0.82	0.41	0.38	-	2.20	4 à 5,5	1 à 2,5

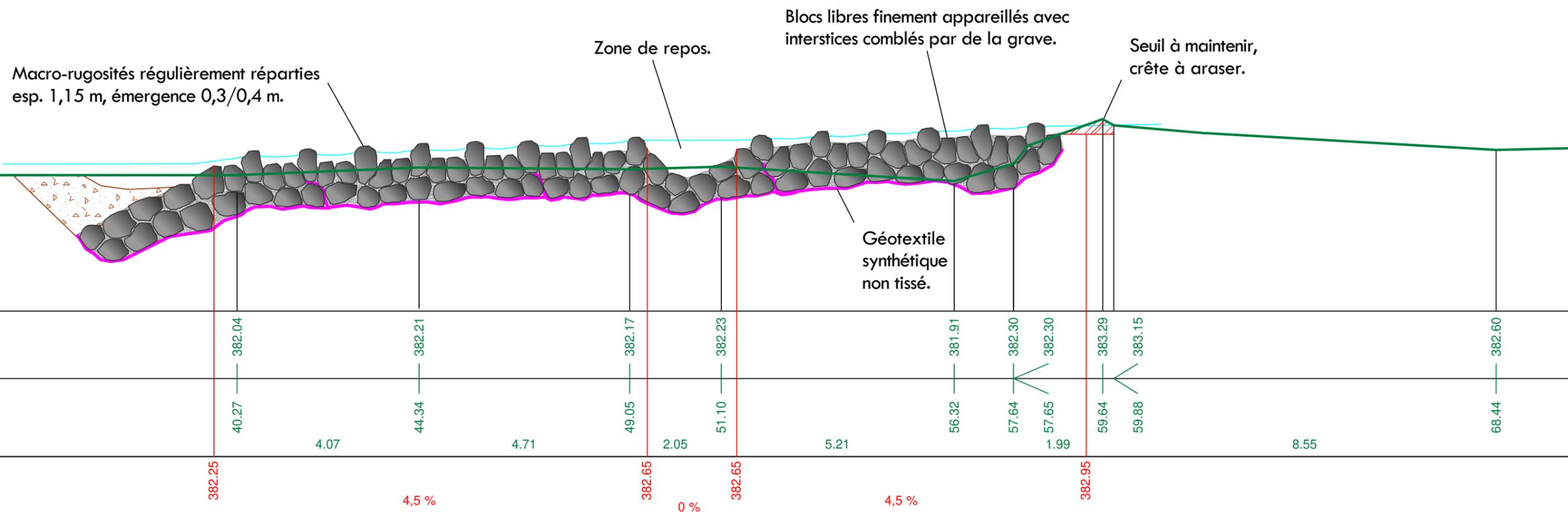
Macro : partie gauche de la rampe avec des macro-rugosité sur 1,5 m
RG : rive gauche

Dever : partie centrale et droite de la rampe sur 4,5 à 5,5 m

Tableau 8 : Fonctionnement hydraulique de la rampe projetée.
Source : CESAME 2021

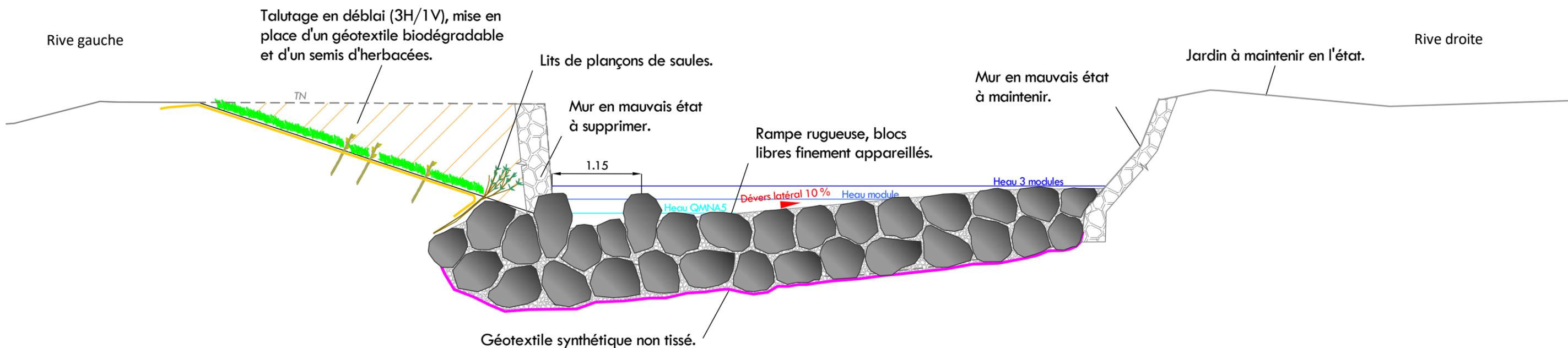
SB70 – AVP – Scénario 2 – Profils en long et en travers

Profil en long



Echelle : 1/100°

Profil en travers



Echelle : 1/50°

Au regard de la faiblesse des débits d'étiage (QMNA5 estimé à ≈ 24 l/s) l'aménagement ne sera pas fonctionnel en très basse eaux. Le dimensionnement permet des niveaux juste acceptables pour la truite fario et la lamproie marine à partir du QMNA (≈ 120 l/s).

Sur le reste de la plage de fonctionnement (du module à 3 fois le module) entre 1,5 m et 3 m de rampe sont exploitables pour la nage pour la lamproie et la truite. L'anguille peut franchir par reptation quelles que soient les conditions.

Aménagement des berges

Afin de limiter l'effet de l'aménagement sur les lignes d'eau en crue et d'ancrer correctement la rampe en rive gauche, le mur sub-vertical rive gauche en aval immédiat du seuil sera démantelé. Un talus avec une pente égale ou plus douce que 3H/1V sera profilé. Le talus sera végétalisé par un lit de plançons de saules en surplomb des blocs de la rampe et quelques boutures. Compte tenu des enjeux inondation, l'utilisation sur le talus d'essences arbustives qui peuvent se faucher facilement (après au moins 2 saisons végétatives permettant l'implantation du système racinaire) est préférable.

Durée des travaux et période d'intervention

La durée prévisionnelle des travaux est d'environ 2 à 3 mois, à prévoir en basses eaux en-dehors de la période de reproduction de la truite fario, soit entre juillet et octobre.

Incidence pressentie sur les milieux

Le projet aura une incidence positive dans la mesure où il permettra le rétablissement de la continuité piscicole à la montaison pour la truite fario, l'anguille et la lamproie. Sans mesure d'accompagnement, l'aménagement d'une passe à poissons n'engendrera pas de plus-value sur le fonctionnement hydromorphologique du cours d'eau.

Incidence pressentie sur les usages et les risques

Une nouvelle modélisation a été réalisée en tenant compte de l'aménagement de la rampe :

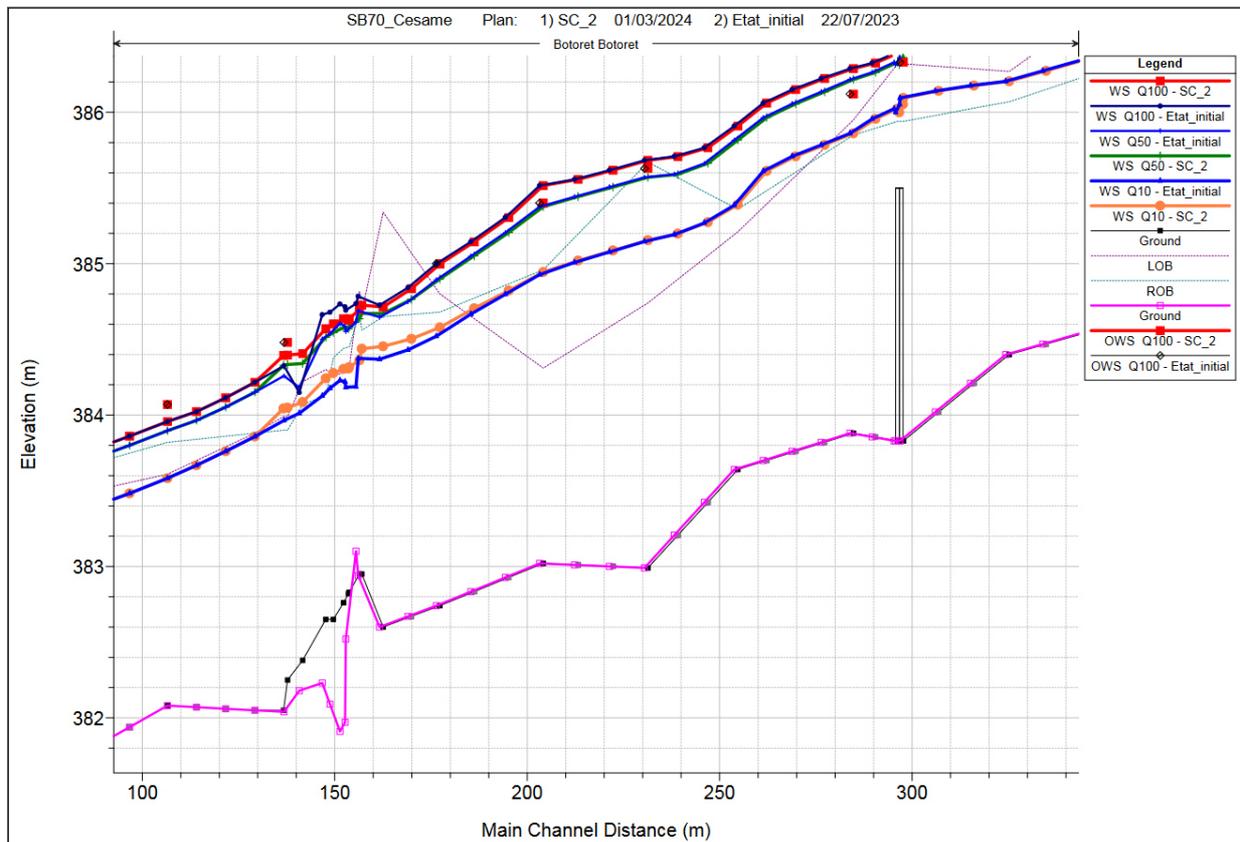


Illustration 30 : Profil en long projet des lignes d'eau (SC2)
Source : CESAME 2021

On peut noter que l'ouverture du lit en rive gauche et le réalignement du seuil compense globalement l'effet négatif exercé par l'implantation de la rampe en remblai dans le lit mineur ;

- En crue décennale, les modifications ne sont pas significatives (<10 cm) ;
- En crue centennale on distingue :
 - une baisse d'une dizaine de cm sur les 10 premiers mètres amont de la rampe ;
 - une rehausse de 5 à 10 cm sur 4 à 5 m en partie aval au niveau d'un ressaut hydraulique en sortie de rampe (profil 4, voir ci-dessous).

Les modifications de niveaux sont minimes et ne changent pas l'inondabilité des maisons attenantes car la cote du lit majeur au niveau de la rampe est au-dessus de la cote de crue centennale.

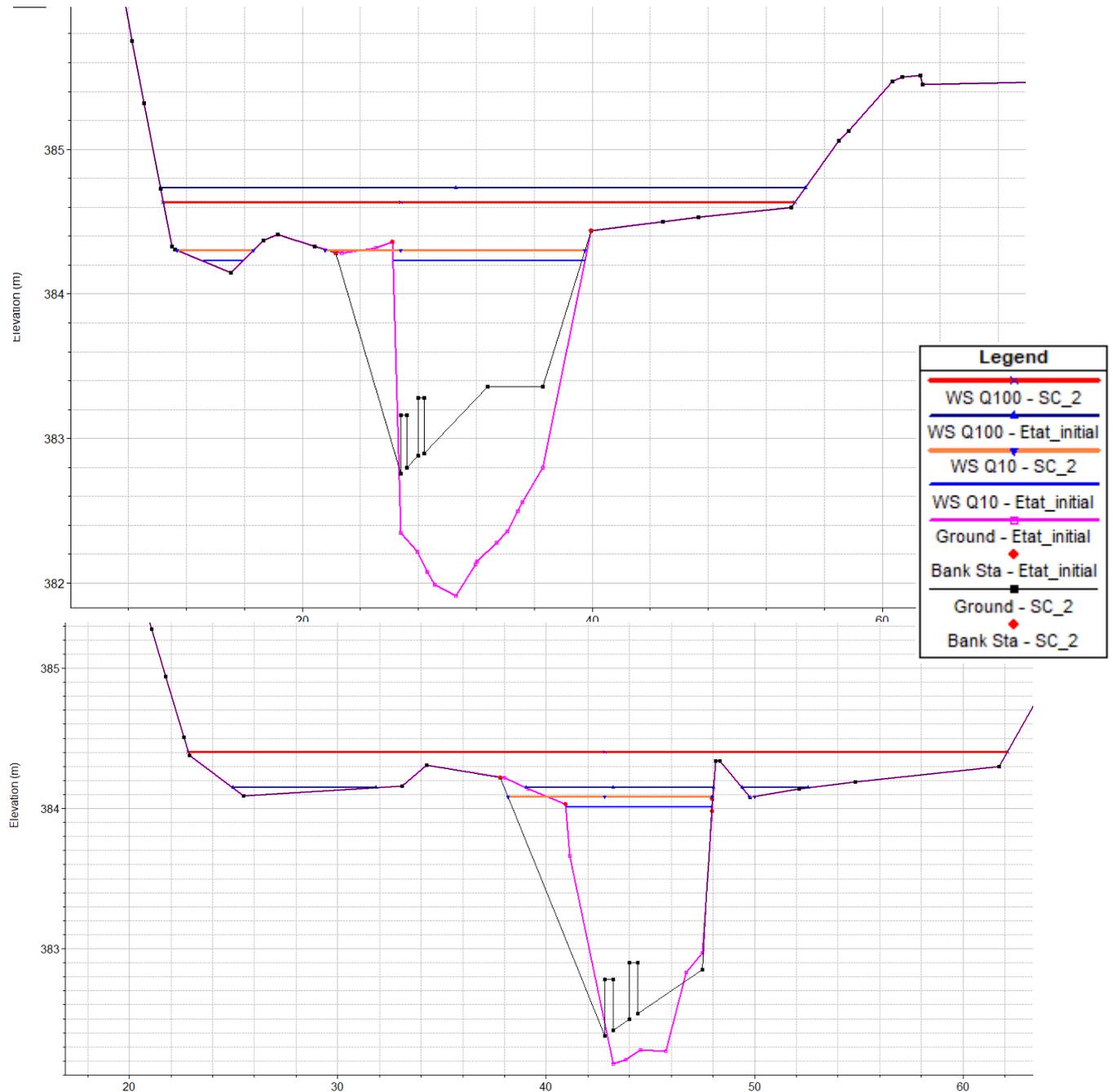


Illustration 31 : Effet de la rampe sur les cotes de crue en partie amont (haut – profil 4.3) et aval (bas – profil 4)
Source : CESAME 2021

Pour rappel, les modélisations sont effectuées considérant un écoulement libre et un lit sans embâcle. **Même si les macro-rugosités en rive gauche obstruent partiellement le lit-mineur sur 1,5 m de large, elles sont susceptibles de générer des embâcles perturbant les écoulements en cas de défaut d'entretien.** Leur emprise limitée et l'ouverture du lit en rive gauche permettent de minimiser (sans l'exclure) le risque de rehausse des niveaux en crue. En revanche, l'incidence peut être significative sur la franchissabilité de la rampe en basses et moyennes eaux.

Incidence sur le foncier

Les travaux impliquent d'empiéter sur les parcelles rive gauche AD0113 et AD0114 (gérées en prairie) pour implanter la rampe et le talus de la berge. Considérant une bande tampon de 1 m, la surface concernée est d'environ 120 m² pour la parcelle 0113 et 15 m² pour la parcelle 0114. Une acquisition foncière ou un conventionnement avec le propriétaire sera nécessaire. Le foncier autour de l'ouvrage étant privé, la question de l'accès pour l'entretien du dispositif est aussi posée. Elle peut nécessiter la rédaction d'une servitude via un acte notarié.

La question de l'usage exercé par les propriétaires rive droite dont les jardins jouxtent le Botoret doit aussi être posée (escalier descendant à la rivière observé sur site).

Entretien des aménagements

Les aménagements nécessiteront un entretien rigoureux afin d'éviter que des flottants / branchages viennent obstruer les macrorugosités ce qui pourrait perturber le fonctionnement hydraulique du dispositif voir augmenter le risque inondation.

Intégration paysagère

L'ouvrage et les berges en aval sont artificialisés, non entretenus (aspect dégradé) avec parfois des matériaux peu esthétiques (béton notamment). L'implantation de la rampe en blocs appareillés et le remplacement du talus rive gauche par un talus végétalisé permettront une perception paysagère moins minérale et plus végétale.

Scénario 3 : dérasement de l'ouvrage et création d'un méandre en rive gauche.

Objectifs poursuivis

1. Restaurer la continuité écologique au niveau de l'ouvrage ;
2. Restaurer le profil en long "naturel" du cours d'eau ;
3. Ne pas aggraver le risque inondation ;
4. Améliorer les habitats piscicoles ;
5. Refaire les berges risquant de se faire déstabiliser par l'incision du lit en amont immédiat de l'ouvrage dérasé.

Principe

L'aménagement consiste à supprimer le seuil existant et à rétablir le profil d'équilibre du cours d'eau via :

- en amont la construction sur quelques dizaines de mètres d'une succession de 3 micro-seuils permettant de stabiliser le fond du lit (comme pour le scénario 1) ;
- en aval la création d'un méandre permettant de restaurer le profil d'équilibre théorique via un rallongement du tracé et de redonner au lit une morphologie moins artificielle et plus naturelle.

L'aménagement vise donc à réduire les dysfonctionnements observés par une action directe sur leur cause : la présence de l'ouvrage (détruit) et la rectification du cours d'eau (reméandré).

Description de l'opération

L'opération comprendrait :

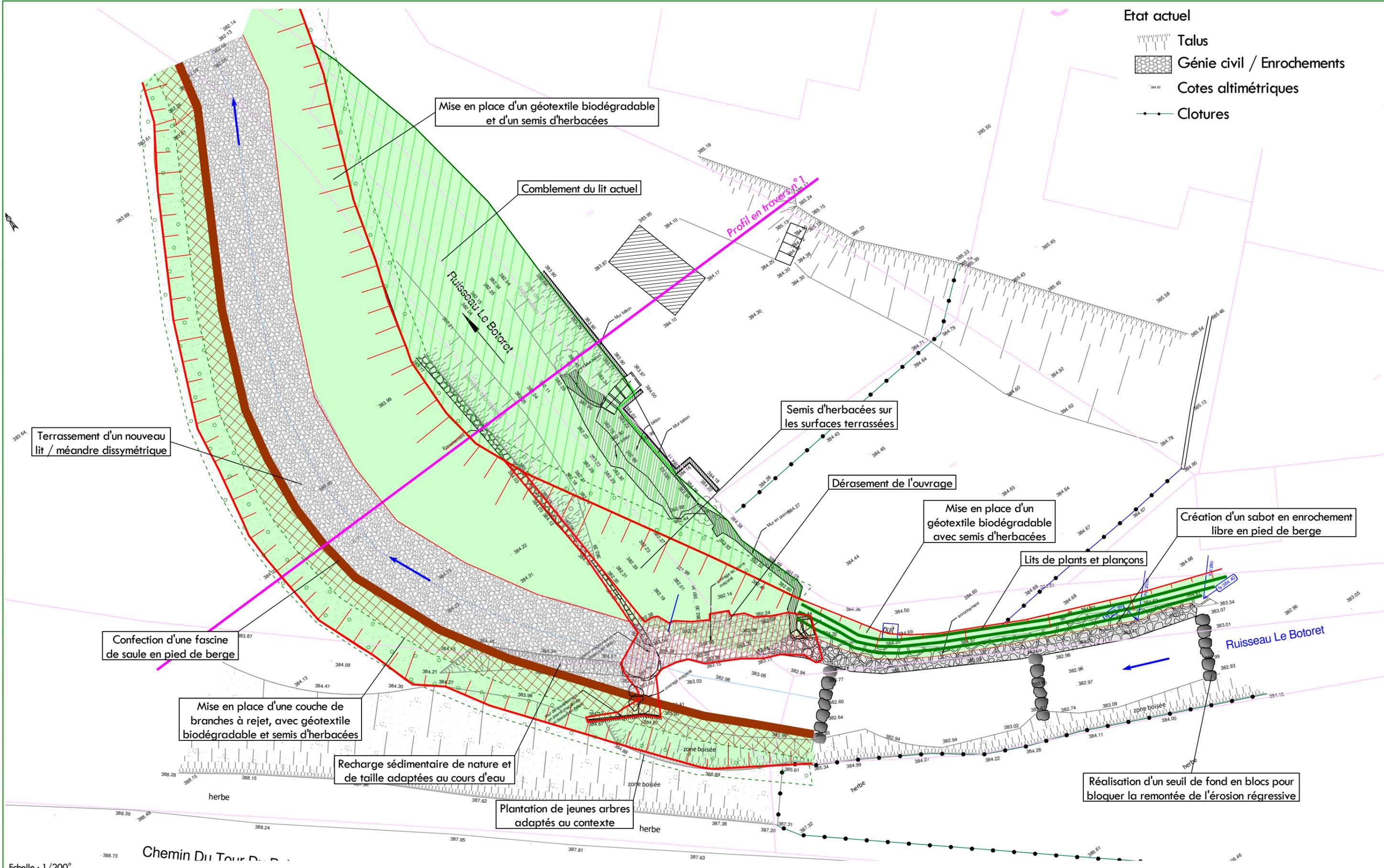
- des travaux d'installation du chantier (production des documents d'EXE/VISA, constat d'huissier, DICT, piquetage et implantation des aménagements et réseaux, plan de récolement / DOE, amenée et repli du matériel, signalisation, remise en état après travaux, base vie, permission de voirie et demande d'arrêté de circulation si besoin...) ;
- 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 ≈ 35 m en amont du seuil afin de travailler à sec (réalisation du méandre en laissant le Botoret dans son lit actuel), la réalisation d'une pêche sauvegarde au moment de la mise en assec et si nécessaire la mise en place d'un dispositif de filtration des matières en suspension en aval de la zone aménagée ;
- la création d'une piste d'accès de 25 m dans la prairie en rive gauche ;
- le dérasement complet de l'ouvrage et d'une grande partie du mur aval rive gauche, avec exportation des matériaux impropres à un ré-emploi sur site ($\approx 45 \text{ m}^3$) ;
- la création de 3 seuils de fond en enrochements libres finement appareillés ;
- des terrassements en déblai préalablement à la réfection de la berge en rive droite à l'amont de l'ouvrage, avec exportation des matériaux ($\approx 140 \text{ m}^3$) ;
- le terrassement en déblai d'un nouveau lit / méandre en rive gauche en aval de l'ouvrage sur 50 ml ($\approx 700 \text{ m}^3$), et en remblai du lit actuel ($\approx 450 \text{ m}^3$), avec surfacage soigné et exportation d'une partie des matériaux excédentaires ($\approx 170 \text{ m}^3$) ;
- l'apport et la mise en place d'une recharge sédimentaire au fond du nouveau lit créé ($\approx 85 \text{ m}^3$) ;

- la mise en place d'une protection de la berge (≈ 68 ml), rive gauche du nouveau méandre par une fascine de saule en pied de berge, surmontée d'une couche de branches à rejets ;
- la mise en place de géotextile biodégradable sur les deux berges du nouveau méandre (≈ 520 m²), ;
- l'ensemencement par des herbacées de l'ensemble des surfaces terrassées (≈ 800 m²), ;
- la plantation de 200 jeunes arbres à racines nues en haut des deux berges du nouveau méandre ;
- la réfection de la berge amont rive droite par une technique mixte génie végétal / génie civil sur 25 m : mise en place d'une semelle en enrochement en pied de berge surmontée de 3 lits de plants et plançons (géotextile biodégradable, semis d'herbacées, plançons de saules, plans d'espèces buissonnantes, réutilisation d'une partie des déblais) ;
- des travaux connexes (réfection de deux exutoires de tuyaux PVC privés au sein de la berge refaite en rive droite) ;
- le repliement du chantier et la remise en état du site ;
- une garantie / entretien pour la bonne reprise des aménagements en génie végétal.

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 est public, une déclaration d'intérêt général (DIG) pourra s'avérer nécessaire.
- Les travaux nécessiteront également une mission de maîtrise d'œuvre (de PRO à AOR) 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.

SB70 – AVP – Scénario 3 – Plan de masse



Etat actuel

- Talus
- Génie civil / Enrochements
- Cotes altimétriques
- Clotures

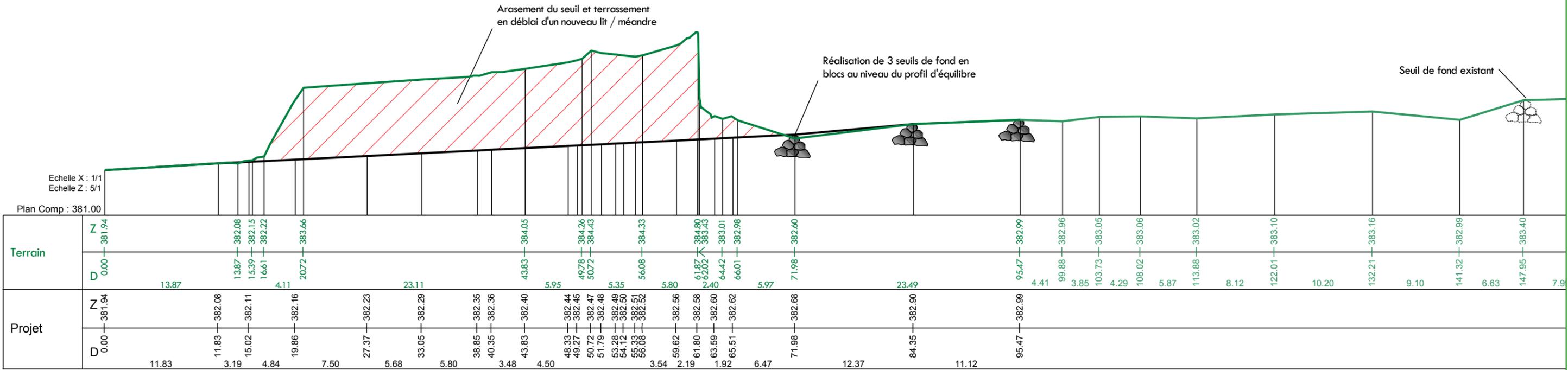
Echelle : 1/200°

Plan topographique Alidade 2019

Références : 2214/JT/2021

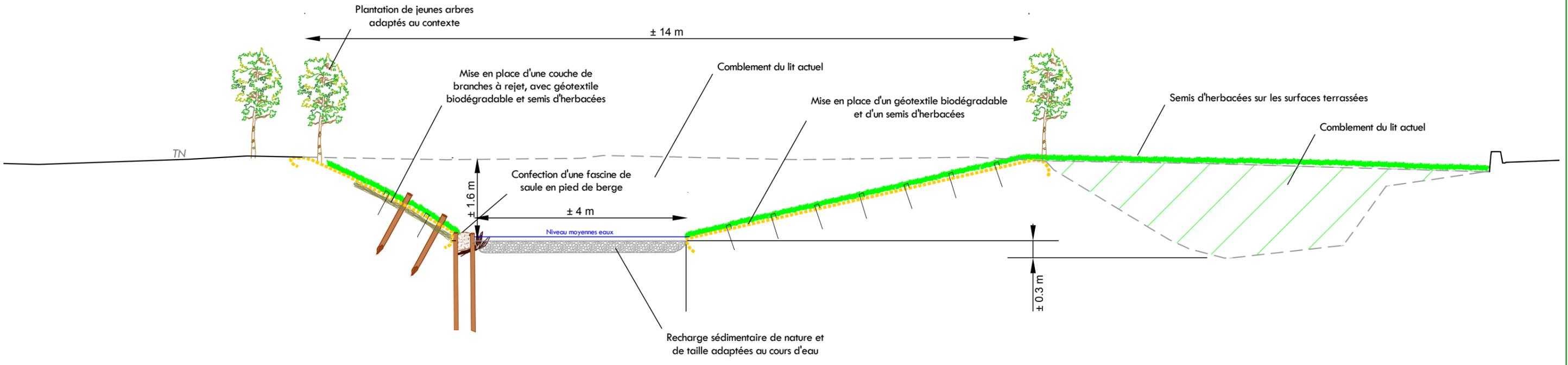
SB70 – AVP – Scénario 3 – Profils en long et en travers

Profil en long



Echelle : 1/400°

Profil en travers n°1



Echelle : 1/75°

Points particuliers concernant les choix techniques et la gestion des opérations

Profil en long / seuils de fond

Voir scénario 1 pour la justification des seuils de fond.

A l'aval du seuil, l'allongement du linéaire de cours d'eau lui permettra d'atteindre quasiment sa pente d'équilibre, permettant de rattraper la chute résiduelle entre le seuil de fond le plus en aval et l'aval du méandre.

Aménagement des berges

Voir scénario 1 pour la justification de la réfection de la berge en rive droite à l'amont de l'ouvrage.

La pente de la berge intérieure (rive droite) du méandre créé a été dimensionnée en pente très douce de manière à élargir la section d'écoulement et limiter les contraintes sur la berge extérieure. Néanmoins, la modélisation hydraulique réalisée sur la base du scénario 3 met en évidence des contraintes de l'ordre de 80 à 150 N/m² en pied de berge, ce qui est fort mais compatible avec la mise en œuvre de techniques végétales. La fascine de saule surmontée d'une couche de branches à rejets permet d'atteindre ces résistances dans un délai raisonnable (environ 2 ans) au regard des enjeux à protéger en rive gauche qui restent modérés (prairie).

Durée des travaux et période d'intervention

La durée prévisionnelle des travaux est d'environ 2 mois, à prévoir en basses eaux en-dehors de la période de reproduction de la truite fario, soit entre septembre et octobre/novembre.

Incidence pressentie sur les milieux

Le projet aura une incidence positive dans la mesure où il permettra le rétablissement de la continuité piscicole. La continuité sédimentaire est déjà relativement bonne au niveau de cet ouvrage ; elle sera totale après l'aménagement.

Le linéaire de cours d'eau étant rallongé avec une morphologie restaurée, la surface potentielle et la qualité des habitats disponibles pour la faune aquatique seront augmentées.

Incidence sur le foncier

La création d'un méandre envisagée par le scénario 3 nécessitera une emprise foncière d'environ 550 m² sur la prairie en rive gauche en aval de l'ouvrage (parcelle AD113). Un accord avec le propriétaire (par exemple acquisition foncière par la collectivité) et l'exploitant de cette parcelle devra être trouvé préalablement à toute intervention.

L'accord des propriétaires riverains sera également nécessaire pour intervenir en phase chantier.

Incidence pressentie sur les usages

Les exutoires de réseaux existants seront préservés.

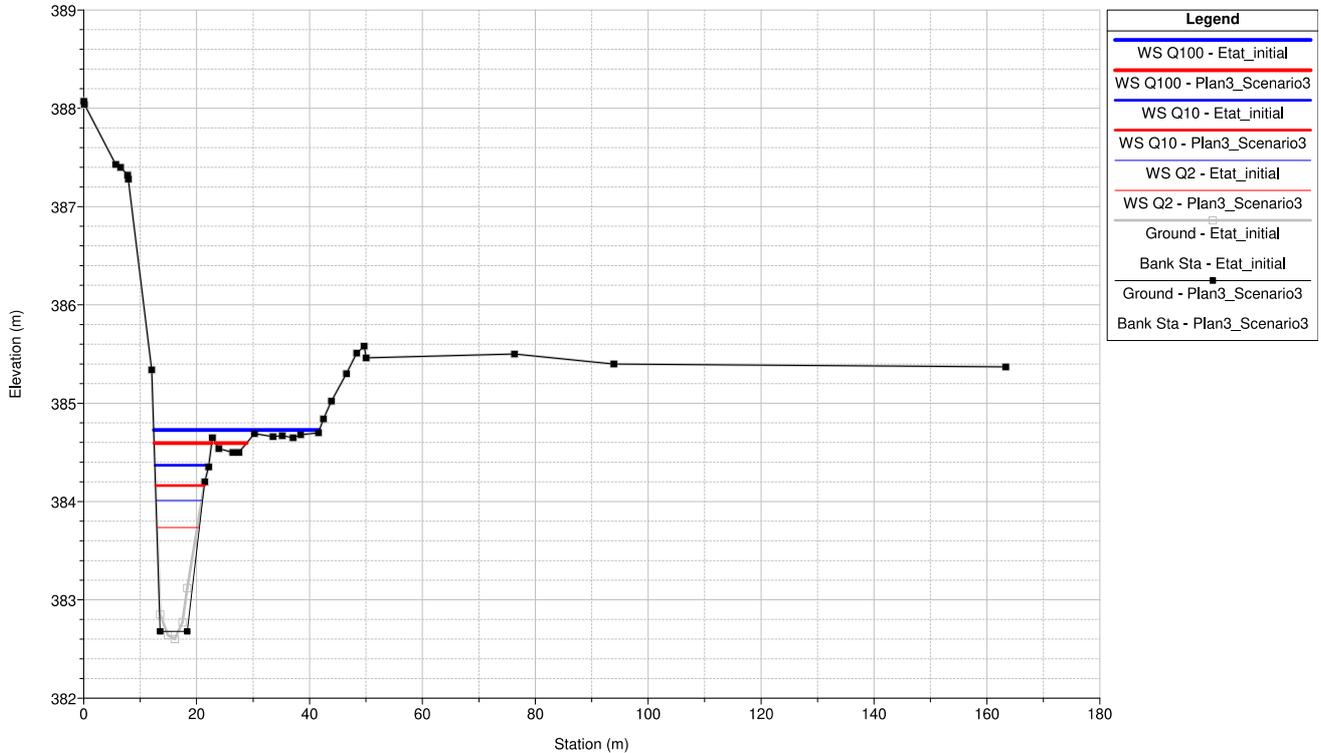
La voirie en rive gauche en surplomb de l'ouvrage sera préservée par la réfection de la berge.

Les accès actuels au cours d'eau des deux habitations en rive droite (parcelles AH562 et AH563) seront en revanche remblayés, mais la nouvelle berge sera en pente douce. L'accès au cours d'eau devrait donc être encore possible, en fonction de la vocation qui sera attribuée au nouvel espace végétalisé créé en rive droite à l'emplacement actuel du cours d'eau, et qui reste à définir.

Incidence pressentie sur les risques

Une nouvelle modélisation hydraulique a été réalisée en intégrant les modifications apportées par le projet :

SB70_Cesame
Geom: SB70_Geometrie_Scenario3
River = Botoret Reach = Botoret RS = 4.7 10 m amont crête



SB70_Cesame
Geom: SB70_Geometrie_Scenario3
River = Botoret Reach = Botoret RS = 3.1 20 m aval crête

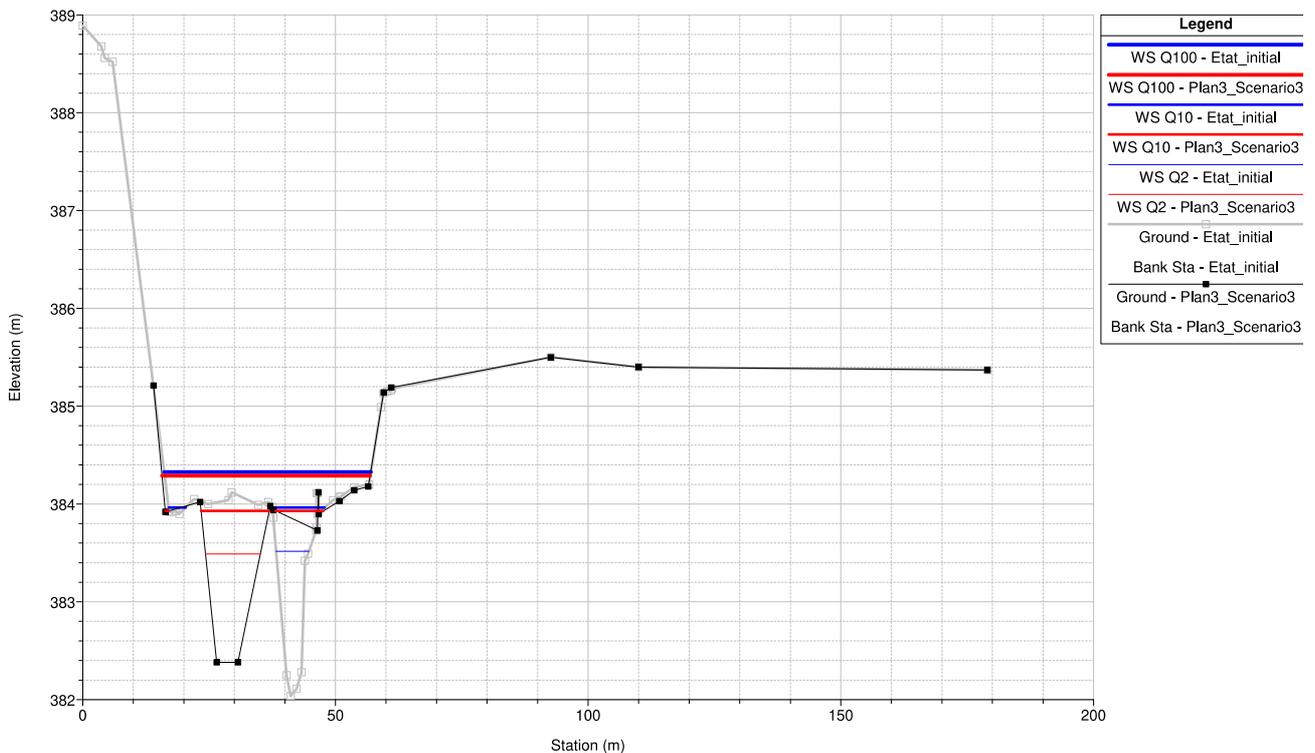


Illustration 34 : Comparaison de profils en travers en amont et en aval (au niveau du méandre) de l'ouvrage, en situation initiale et après aménagement (scénario 3).

Source : CESAME

Les aménagements réalisés dans le scénario 3 entraîneront une baisse de la ligne d'eau sur plusieurs dizaines de mètres en amont et en aval de l'ouvrage, **réduisant ainsi le risque d'inondation** des habitations riveraines.

En dehors de cette zone, l'aménagement n'aura aucune incidence hydraulique.

Entretien des aménagements

Les aménagements s'apparentant à un arasement, ils ne nécessiteront pas d'entretien complémentaire à celui couramment réalisé en bordure de cours d'eau (entretien de la ripisylve notamment), en dehors de l'entretien relatif à la garantie du génie végétal les deux premières années.

Intégration paysagère

Le remplacement de plusieurs enrochements de berges par des structures végétales rendra la perception paysagère moins minérale et plus végétale.

Mesures complémentaires communes à l'ensemble des scénarios

Restauration des habitats piscicoles en aval du lit

Objectif poursuivi

Diversifier les écoulements et optimiser les habitats pour la faune piscicole.

Principe et description de l'opération

Le tronçon aval présente une attractivité faible pour la faune piscicole : cf. diagnostic - cours d'eau déplacé et sans doute rectifié et recalibré, peu de faciès profond, étalement de la lame d'eau.

Il s'avère donc judicieux d'intégrer au sein du lit des structures permettant de diversifier les écoulements et créer des habitats piscicoles, sans augmenter le risque inondation ou provoquer de fortes érosions de berges (présence d'habitation et de réseaux en bordure immédiate du Botoret).

La mise en place de blocs (au lieu de structures en bois par exemple) semble compatible avec le contexte géologique local et la présence naturelle de sédiments très grossiers (pierres) dans le cours d'eau. Elle s'avère également bien souvent moins chère. Un tel aménagement a été réalisé par le SYMISOA environ 250 mètres en amont de l'ouvrage (cf. illustration ci-dessous).

Les blocs seront mis en place directement dans le lit du Botoret, de manière tantôt régulière, tantôt irrégulière, de manière à la fois des caches et à diversifier les écoulements (zones de calme en aval, zones d'accélération sur les côtés...). Le linéaire à traiter serait d'environ 300 mètres.



Illustration 35 : Mise en place de blocs pour diversifier les écoulements au sein du lit du Botoret 250 mètres en amont de l'ouvrage.

Source : Photo CESAME, travaux SYMISOA.

Incidence

La seule incidence significative de cet aménagement sera l'amélioration de la capacité d'accueil du Botoret pour la faune piscicole.

Replantation de ripisylve

Objectifs poursuivis

Restaurer une végétation adaptée en berge.

Principe et description de l'opération

Cette opération comprend la plantation de jeunes arbres à racines nues en bordure de cours d'eau le long de la parcelle en rive gauche à l'amont de l'ouvrage (parcelle n°A152).

Incidence

Ces plantations auront une incidence positive sur le régime thermique du cours d'eau en créant de l'ombre sur un tronçon de traversée urbaine fortement enroché.

Améliorer la qualité de l'eau (pour mémoire)

Objectifs poursuivis

Améliorer la qualité de l'eau.

Principe et description de l'opération

Le diagnostic réalisé a mis en évidence l'incidence des rejets d'eaux usées sur la qualité de l'eau. Une intervention sur ce point s'avère donc nécessaire en complément de l'intervention sur l'hydromorphologie du cours d'eau pour une restauration efficiente du milieu aquatique. Les modalités d'intervention restent cependant à définir.

Comparaison des scénarios

Synthèse financière

AVP - SB70	Scénario 1			Scénario 2	Scénario 3
	Base	Variante 1	Variante 2		
PREPARATION DU CHANTIER	37 500 €	38 500 €	40 000 €	33 800 €	34 800 €
DERASEMENT DE L'OUVRAGE	2 000 €	2 000 €	2 000 €	6 100 €	3 000 €
TERRASSEMENTS GÉNÉRAUX	6 200 €	8 500 €	9 200 €	14 300 €	24 800 €
GÉNIE CIVIL	29 200 €	33 300 €	37 800 €	42 000 €	13 700 €
GÉNIE VÉGÉTAL	9 800 €	21 900 €	31 900 €	5 900 €	29 900 €
RÉSEAUX, CLÔTURES	200 €	400 €	400 €	0 €	200 €
GARANTIE GÉNIE VÉGÉTAL	800 €	2 000 €	3 300 €	700 €	3 700 €
DIVERSIFICATION DES ÉCOULEMENTS	4 500 €	4 500 €	4 500 €	4 500 €	4 500 €
PLANTATION DE RIPISYLVE	300 €	300 €	300 €	300 €	300 €
SOUS-TOTAL CONTINUITÉ ÉCOLOGIQUE €HT	85 700 €	106 600 €	124 600 €	102 800 €	110 100 €
SOUS-TOTAL MESURES COMPLÉMENTAIRES €HT	4 800 €				
<i>Aléa phase chantier 10% (bornage, imprévu...)</i>	9 100 €	11 100 €	12 900 €	10 800 €	11 500 €
TOTAL TRAVAUX €HT	99 600 €	122 500 €	142 300 €	118 400 €	126 400 €
Dossier loi sur l'eau déclaration	6 000 €	6 000 €	6 000 €	6 000 €	6 000 €
Dossier de Déclaration d'Intérêt Général	3 000 €	3 000 €	3 000 €	3 000 €	3 000 €
Coordonnateur de Sécurité et Protection de la Santé	3 000 €	3 000 €	3 000 €	3 000 €	3 000 €
Maîtrise d'œuvre PRO, DCE, ACT	13 000 €	13 500 €	13 500 €	13 500 €	13 500 €
Maîtrise d'œuvre EXE/VISA, DET, AOR	12 000 €	13 000 €	13 000 €	13 000 €	14 000 €
	12.0%	10.6%	9.1%	11.0%	11.1%
Acquisition foncière et frais associés	0 €	0 €	0 €	0 €	2 500 €
TOTAL €HT	136 600 €	161 000 €	180 800 €	156 900 €	168 400 €
TVA 20%	27 320 €	32 200 €	36 160 €	31 380 €	33 680 €
TOTAL €TTC	163 920 €	193 200 €	216 960 €	188 280 €	202 080 €
Financement envisageable (à confirmer) :	70%	70%	70%	50%	70%
Résiduel € HT :	40 980 €	48 300 €	54 240 €	78 450 €	50 520 €

Tableau 9 : Synthèse financière des scénarios d'AVP.

Suivi post-travaux

Un suivi de l'évolution du cours d'eau pourra être mis en place à la suite de la réalisation des travaux, afin d'évaluer l'efficacité de l'opération de restauration. Ce suivi s'appuie sur les investigations réalisées dans le cadre du diagnostic (cf. 2), qui constituent un état initial avant travaux. Les indicateurs suivis découlent principalement du Guide pour l'élaboration de suivis d'opérations de restauration hydromorphologique en cours d'eau (dit « Guide SSM ») de l'OFB.

Le protocole de suivi envisageable pour le projet est synthétisé et chiffré dans le tableau ci-dessous.

Thématique	Indicateur	Coût Unitaire	Scénario 1			Scénario 2			Scénario 3		
			Stations	Campagnes sur 5 ans	Coût total 5 ans	Stations	Campagnes sur 5 ans	Coût total 5 ans	Stations	Campagnes sur 5 ans	Coût total 5 ans
Biologie	Poissons (IPR)	1 000 €	2	3	6 000 €	2	3	6 000 €	2	3	6 000 €
Milieu dans son ensemble	Photographies	Régie	3	3 à 5		3	3 à 5		3	3 à 5	
Coût total du suivi HT pendant 5 ans			6 000 €			6 000 €			6 000 €		

Tableau 10 : Protocole de suivi post-travaux envisageable.

Analyse technico-économique

Critères		Scénario 1 Dérasement et seuils de fond	Scénario 2 Rampe	Scénario 3 Dérasement et reméandrage
Milieux aquatiques	Habitats piscicoles	+	-	++
	Hydromorphologie	+	⊗	++
	Continuité piscicole	++	+	++
	Continuité sédimentaire	+	⊗	++
	Annexe hydraulique	⊗	⊗	⊗
Usages / Risque	Profil en long	⊗	⊗	⊗
	Inondation	+	⊗/-	+
Études / Opérations connexes	Étude géotechnique	NON	NON	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 (Déclaration)	Dossier loi sur l'eau 3.3.5.0 (Déclaration)
	Entretien	Génie végétal prévoir les 2 premières années	Génie végétal prévoir les 2 premières années. Enlèvement régulier des embâcles.	Génie végétal prévoir les 2 premières années
Coûts	Études (DLE, DIG) + Maîtrise d'œuvre (PRO, DCE, ACT, EXE/VISA, DET, AOR) + CSPS	37 000 à 38 500 €HT (si prestation externalisée)	38 500 €HT (si prestation externalisée)	39 500 €HT (si prestation externalisée)
	Acquisition foncière	-	-	2500 €HT
	Subventions envisageables	70% a priori (à préciser avec l'Agence de l'eau)	50% a priori (à préciser avec l'Agence de l'eau)	70% a priori (à préciser avec l'Agence de l'eau)
	Travaux	99 600 €HT (base) 122 500 €HT (variante 1) 142 300 €HT (variante 2)	118 400 €HT	126 400 €HT
	Entretien	PM – A réaliser par la commune et le SYMISOA	PM – A réaliser par la commune et le SYMISOA	PM – A réaliser par la commune et le SYMISOA
	Résiduel Total	40 980 à 54 240 €HT	78 450 €HT	50 520 €HT

++ Amélioration très significative
+ Amélioration significative

⊗ Evolution mineure (situation maintenue passable, très bonne, dégradée)

-- Dégradation très significative
- Dégradation significative

	Habitats piscicoles	Hydromorphologie	Continuité piscicole	Continuité sédimentaire	Bilan environnemental
<i>Pondération</i>	2	1	3	1	/ 100
Scénario 1 Dérasement et seuils de fond	2	2	3	3	81
Scénario 2 Rampe	1	2	2	2	57
Scénario 3 Dérasement et reméandrage	3	3	3	3	100

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

	Usages	Risques	Coûts	Entretien	Bilan humain et financier
	2	3	3	1	/ 100
Scénario 1 Dérasement et seuils de fond	2	3	1	2	67
Scénario 2 Rampe	2	2	2	0	59
Scénario 3 Dérasement et reméandrage	1	3	1	3	63

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

Tableau 11 : Comparaison technico-économique des scénarios d'AVP.

4. ANNEXES

- **ANNEXE 1 : Extrait du levé topographique (ALIDADE)**
- **ANNEXE 2 : Profils utilisés dans le cadre du modèle HEC-RAS**
- **ANNEXE 3 : Tableau de résultats de la modélisation hydraulique**
- **ANNEXE 4 : Extrait du rapport préliminaire de diagnostic G5 conduit par Géolithe**

ANNEXE 1 : Extrait du levé topographique (ALIDADE)

SB 70

Chemin Du Tour Du Bois
CHAUFFAILLES

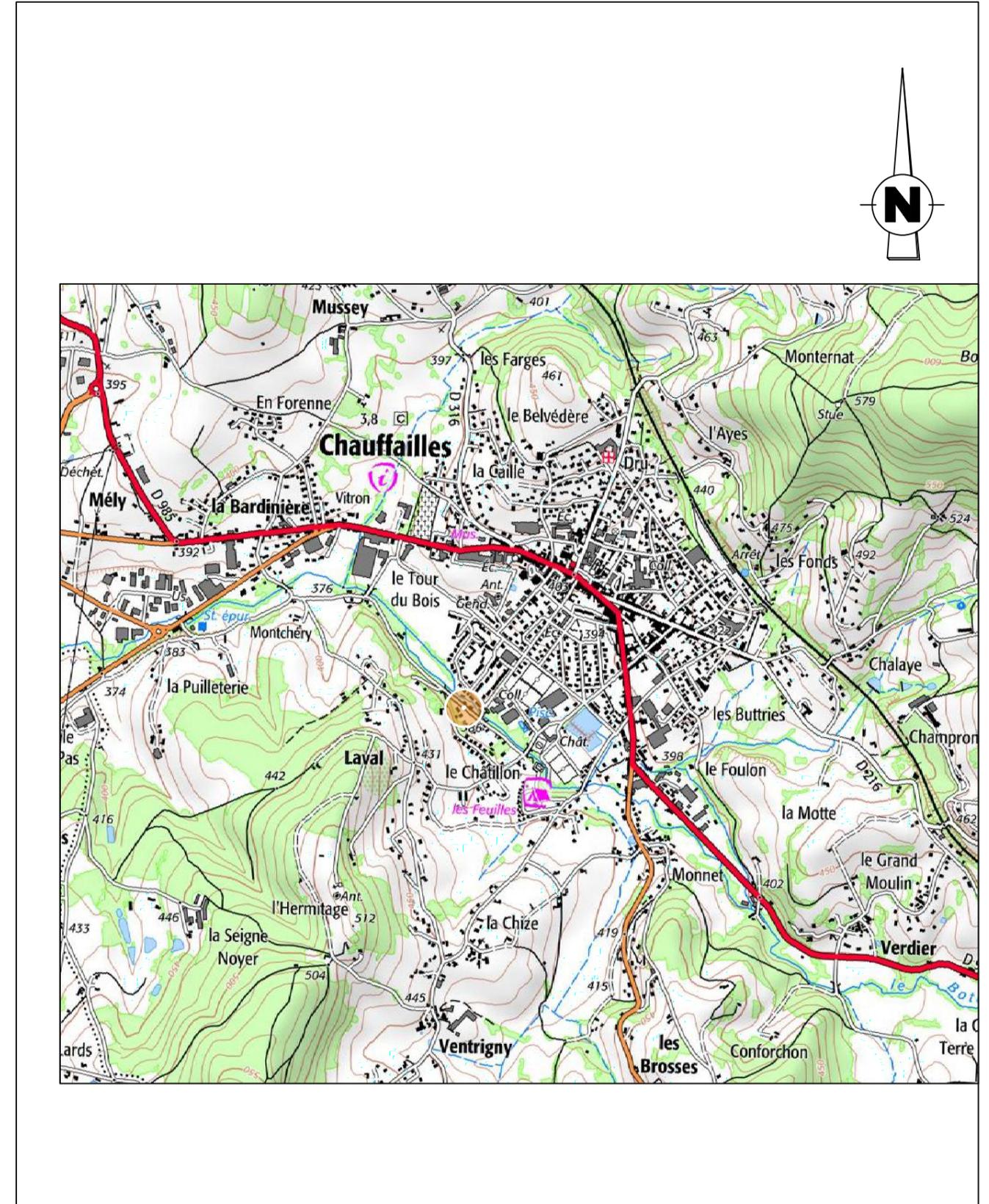
Dossier topographique

PLANS :

- Plan de Masse ouvrage principal
- Elévation Amont ouvrage principal
- Elévation Aval ouvrage principal
- Profil en long
- Plan de masse ouvrages secondaires
- Elévation Amont et aval ouvrages secondaires
- Profils en travers
- Fichier excel des ouvrages
- Fiches signalétiques des stations

INDICE:	DATE:	MODIFICATIONS :
1	10/12/2019	Première diffusion

PLAN DE SITUATION



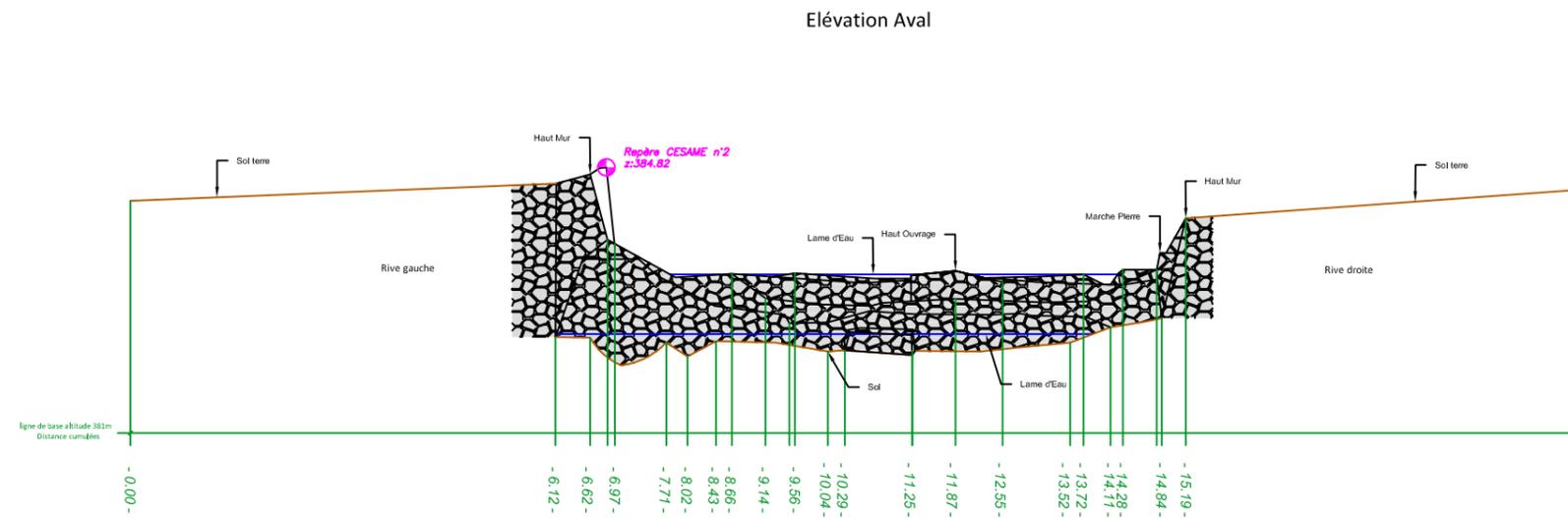
Echelle : 1/---

ELEVATION AVAL

Date de levé : 22/10/2019

Commune : CHAUFFAILLES
Ouvrage : SB70

Echelle : 1/100



ELEVATION AMONT

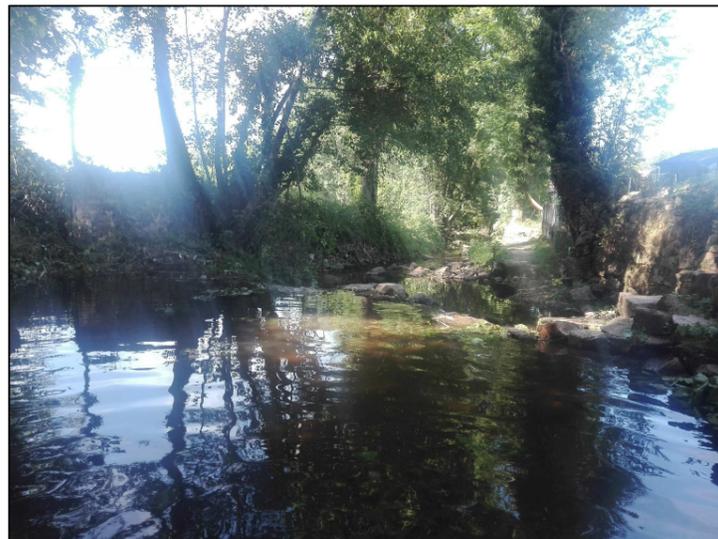
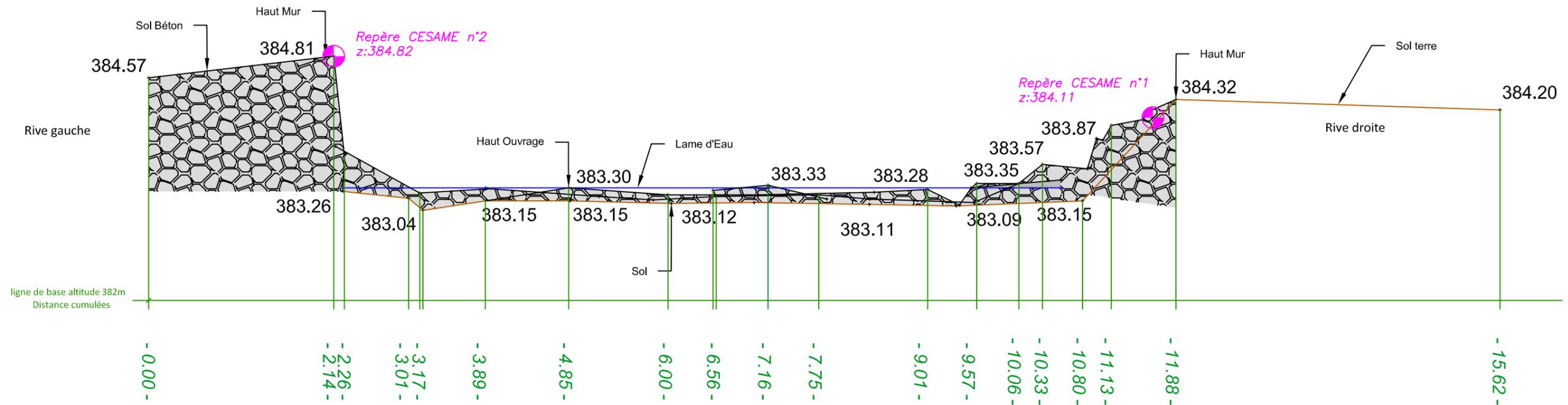
Date de levé : 22/10/2019

Commune : CHAUFFAILLES

Ouvrage: SB70

Echelle : 1/50

Elévation Amont



PLAN DE MASSE

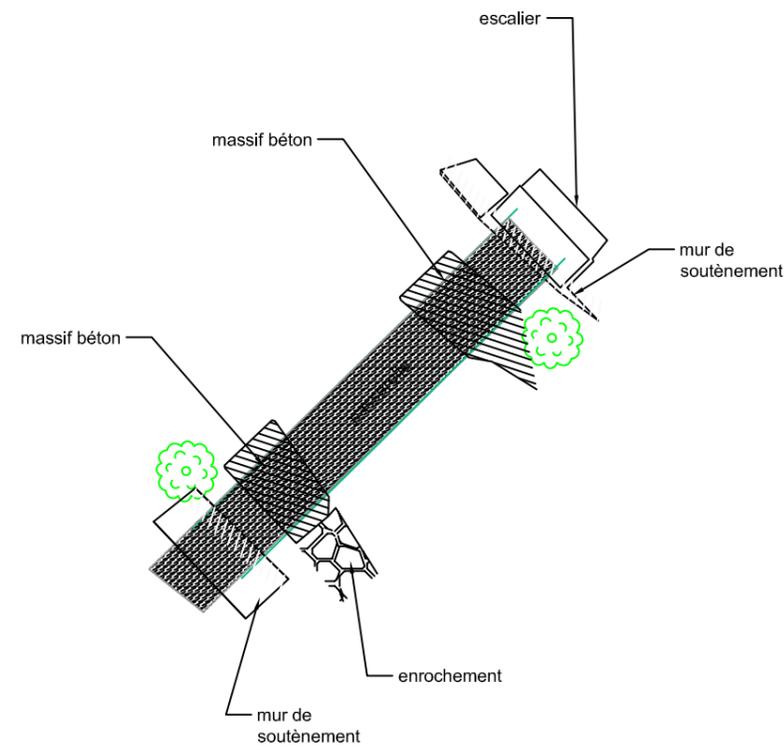
Commune : CHAUFFAILLES
Ouvrage: PASSERELLE

Echelle : 1/100

Date de levé : 22/11/2019



PIQUET



261

NOTA

- Système de coordonnées rattaché par mesure GPS au RGF 93 - CC46 (classe 1).
- Altitude rattachée au NGF par mesure GPS.
- Les Limites sont tracées d'après le plan cadastral et l'état des lieux, elles n'ont pas fait l'objet d'une délimitation contradictoire.

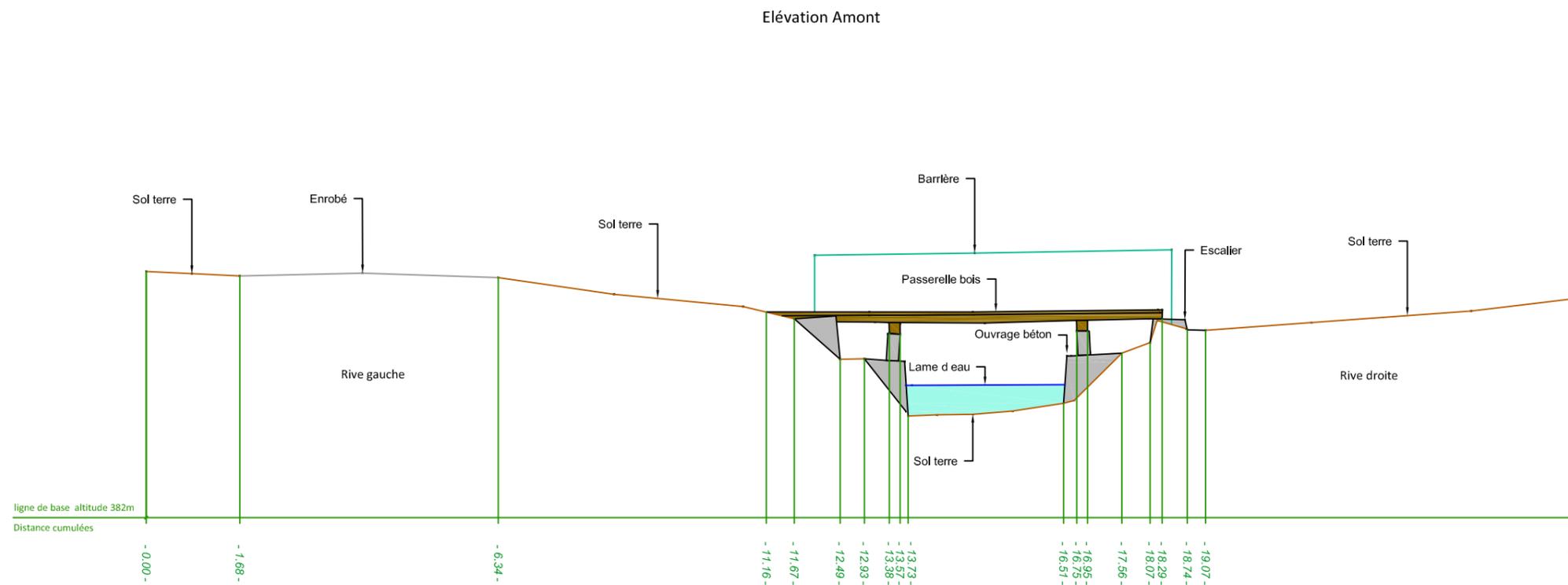
Echelle : 1/100

ELEVATION AMONT

Date de levé : 05/11/2019

Commune : CHAUFFAILLES
Ouvrage : PASSERELLE AVAL

Echelle : 1/100



NOTA

- Système de coordonnées rattaché par mesure GPS au RGF 93 - CC46 (classe 1).
- Altitude rattachée au NGF par mesure GPS.
- Les Limites sont tracées d'après le plan cadastral et l'état des lieux, elles n'ont pas fait l'objet d'une délimitation contradictoire.

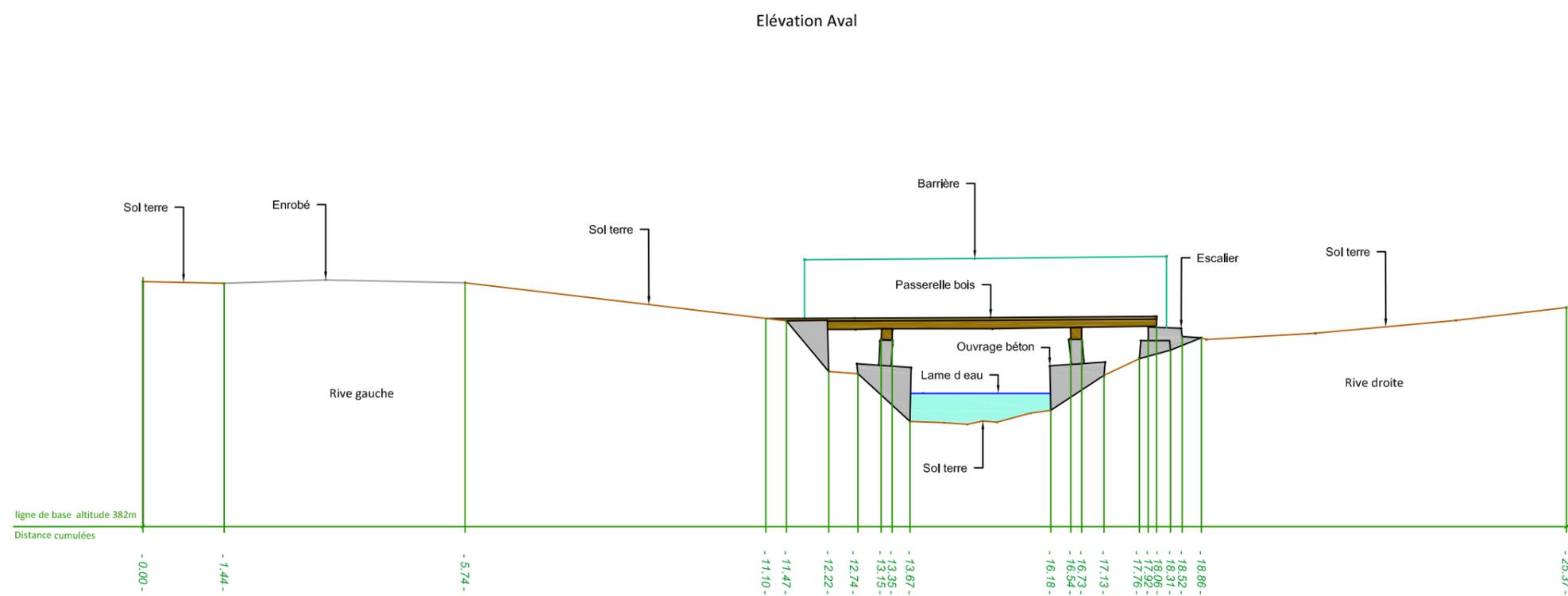
Echelle : 1/100

ELEVATION AVAL

Date de levé : 05/11/2019

Commune : CHAUFFAILLES
Ouvrage: PASSERELLE AMONT

Echelle : 1/100



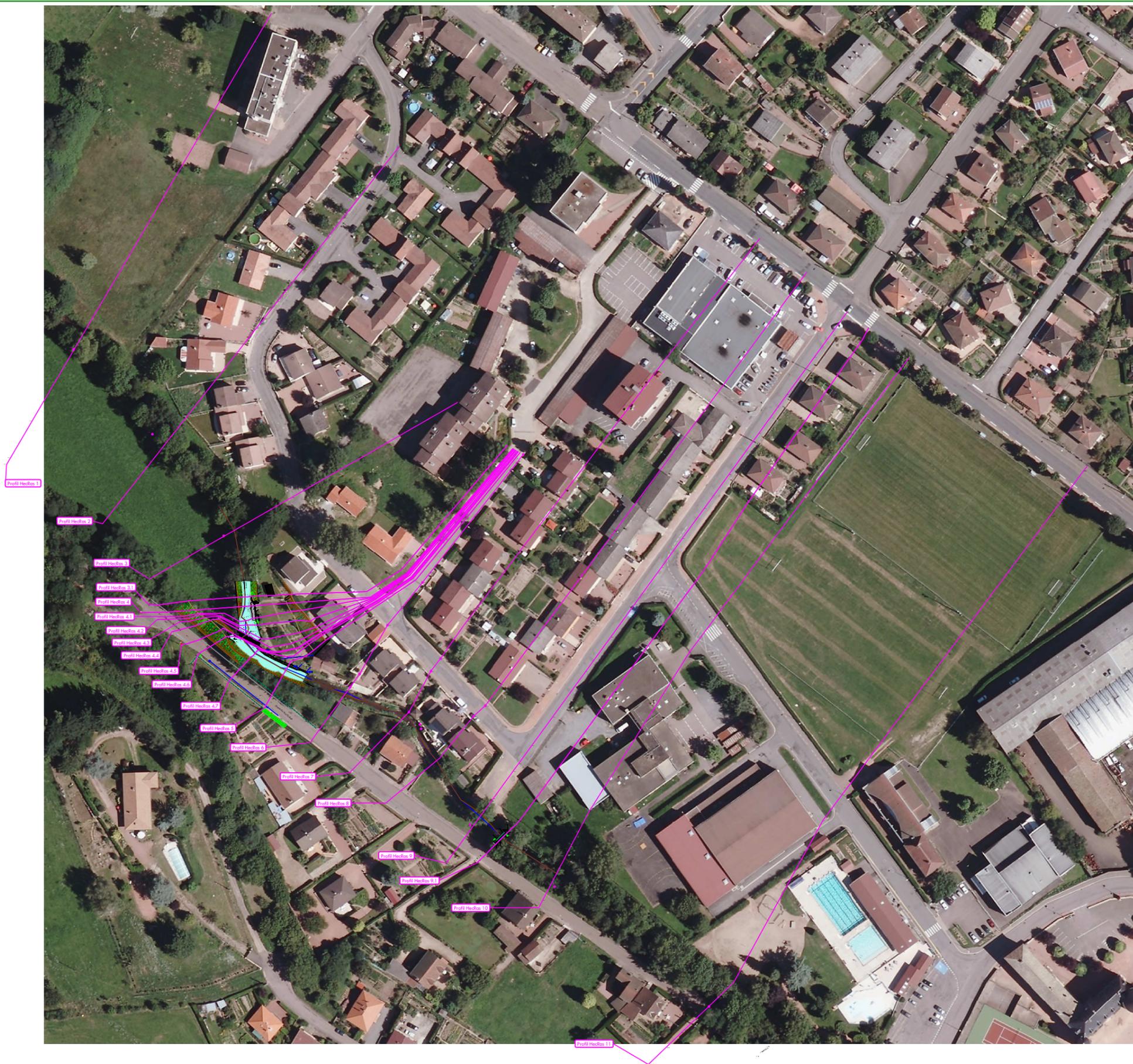
NOTA

- Système de coordonnées rattaché par mesure GPS au RGF 93 - CC46 (classe 1).
- Altitude rattachée au NGF par mesure GPS.
- Les Limites sont tracées d'après le plan cadastral et l'état des lieux, elles n'ont pas fait l'objet d'une délimitation contradictoire.

Echelle : 1/100

ANNEXE 2 : Profils utilisés dans le cadre du modèle HEC-RAS

Localisation des profils HEC RAS - SB 70



ANNEXE 3 : Tableau de résultats de la modélisation hydraulique

HEC-RAS River: Botoret Reach: Botoret

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Botoret	11	QMNA5	Etat_initial	0.02	385.02	385.12	385.08	385.13	0.007108	0.18	0.14	2.63	0.25
Botoret	11	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	385.02	385.12	385.08	385.13	0.007108	0.18	0.14	2.63	0.25
Botoret	11	QMNA5	SC_2	0.02	385.02	385.12	385.08	385.13	0.007108	0.18	0.14	2.63	0.25
Botoret	11	QMNA5	Plan3_Scenario3	0.02	385.02	385.12	385.08	385.13	0.007108	0.18	0.14	2.63	0.25
Botoret	11	Module	Etat_initial	0.50	385.02	385.34	385.22	385.35	0.007583	0.45	1.12	5.36	0.31
Botoret	11	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	385.02	385.34	385.22	385.35	0.007588	0.45	1.12	5.36	0.31
Botoret	11	Module	SC_2	0.50	385.02	385.34	385.22	385.35	0.007583	0.45	1.12	5.36	0.31
Botoret	11	Module	Plan3_Scenario3	0.50	385.02	385.34	385.22	385.35	0.007588	0.45	1.12	5.36	0.31
Botoret	11	2*Module	Etat_initial	1.00	385.02	385.45	385.28	385.47	0.007503	0.58	1.74	5.58	0.33
Botoret	11	2*Module	Scenario1_seuil_fond	1.00	385.02	385.45	385.28	385.47	0.007506	0.58	1.74	5.58	0.33
Botoret	11	2*Module	SC_2	1.00	385.02	385.45	385.28	385.47	0.007503	0.58	1.74	5.58	0.33
Botoret	11	2*Module	Plan3_Scenario3	1.00	385.02	385.45	385.28	385.47	0.007506	0.58	1.74	5.58	0.33
Botoret	11	Q2	Etat_initial	8.57	385.02	386.33	385.77	386.40	0.007131	1.16	7.36	7.26	0.37
Botoret	11	Q2	Scenario1_seuil_fond	8.57	385.02	386.33	385.77	386.40	0.007132	1.16	7.36	7.26	0.37
Botoret	11	Q2	SC_2	8.57	385.02	386.33	385.77	386.40	0.007129	1.16	7.36	7.26	0.37
Botoret	11	Q2	Plan3_Scenario3	8.57	385.02	386.33	385.77	386.40	0.007134	1.16	7.36	7.26	0.37
Botoret	11	Q5	Etat_initial	10.00	385.02	386.44	385.83	386.52	0.007087	1.22	8.22	7.48	0.37
Botoret	11	Q5	Scenario1_seuil_fond	10.00	385.02	386.44	385.83	386.52	0.007089	1.22	8.22	7.48	0.37
Botoret	11	Q5	SC_2	10.00	385.02	386.44	385.83	386.52	0.007086	1.22	8.22	7.48	0.37
Botoret	11	Q5	Plan3_Scenario3	10.00	385.02	386.44	385.83	386.52	0.007089	1.22	8.22	7.48	0.37
Botoret	11	Q10	Etat_initial	16.29	385.02	386.85	386.09	386.95	0.007228	1.41	12.40	18.52	0.38
Botoret	11	Q10	Scenario1_seuil_fond	16.29	385.02	386.85	386.09	386.95	0.007231	1.41	12.40	18.51	0.38
Botoret	11	Q10	SC_2	16.29	385.02	386.85	386.09	386.95	0.007228	1.41	12.40	18.52	0.38
Botoret	11	Q10	Plan3_Scenario3	16.29	385.02	386.85	386.09	386.95	0.007231	1.41	12.40	18.51	0.38
Botoret	11	Q50	Etat_initial	28.00	385.02	387.21	386.47	387.32	0.007123	1.59	31.81	93.56	0.39
Botoret	11	Q50	Scenario1_seuil_fond	28.00	385.02	387.21	386.47	387.32	0.007126	1.59	31.80	93.56	0.39
Botoret	11	Q50	SC_2	28.00	385.02	387.21	386.47	387.32	0.007123	1.59	31.81	93.56	0.39
Botoret	11	Q50	Plan3_Scenario3	28.00	385.02	387.21	386.47	387.32	0.007126	1.59	31.80	93.56	0.39
Botoret	11	Q100	Etat_initial	32.58	385.02	387.28	386.60	387.38	0.007095	1.62	38.37	94.16	0.39
Botoret	11	Q100	Scenario1_seuil_fond	32.58	385.02	387.28	386.60	387.38	0.007096	1.62	38.36	94.16	0.39
Botoret	11	Q100	SC_2	32.58	385.02	387.28	386.60	387.38	0.007095	1.62	38.37	94.16	0.39
Botoret	11	Q100	Plan3_Scenario3	32.58	385.02	387.28	386.60	387.38	0.007096	1.62	38.36	94.16	0.39
Botoret	10	QMNA5	Etat_initial	0.02	384.40	384.46	384.44	384.46	0.029386	0.25	0.10	3.20	0.45
Botoret	10	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	384.40	384.46	384.44	384.46	0.029386	0.25	0.10	3.20	0.45
Botoret	10	QMNA5	SC_2	0.02	384.40	384.46	384.44	384.46	0.029386	0.25	0.10	3.20	0.45
Botoret	10	QMNA5	Plan3_Scenario3	0.02	384.40	384.46	384.44	384.46	0.029386	0.25	0.10	3.20	0.45
Botoret	10	Module	Etat_initial	0.50	384.40	384.67	384.55	384.68	0.007366	0.45	1.11	5.14	0.31
Botoret	10	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	384.40	384.67	384.55	384.68	0.007366	0.45	1.11	5.14	0.31
Botoret	10	Module	SC_2	0.50	384.40	384.67	384.55	384.68	0.007366	0.45	1.11	5.14	0.31
Botoret	10	Module	Plan3_Scenario3	0.50	384.40	384.67	384.55	384.68	0.007366	0.45	1.11	5.14	0.31
Botoret	10	2*Module	Etat_initial	1.00	384.40	384.81	384.61	384.83	0.006057	0.54	1.84	5.43	0.30
Botoret	10	2*Module	Scenario1_seuil_fond	1.00	384.40	384.81	384.61	384.83	0.006057	0.54	1.84	5.43	0.30
Botoret	10	2*Module	SC_2	1.00	384.40	384.81	384.61	384.83	0.006057	0.54	1.84	5.43	0.30
Botoret	10	2*Module	Plan3_Scenario3	1.00	384.40	384.81	384.61	384.83	0.006057	0.54	1.84	5.43	0.30
Botoret	10	Q2	Etat_initial	8.57	384.40	385.76	385.12	385.82	0.005770	1.08	7.92	7.43	0.33
Botoret	10	Q2	Scenario1_seuil_fond	8.57	384.40	385.76	385.12	385.82	0.005775	1.08	7.91	7.43	0.33
Botoret	10	Q2	SC_2	8.57	384.40	385.76	385.12	385.82	0.005768	1.08	7.92	7.43	0.33
Botoret	10	Q2	Plan3_Scenario3	8.57	384.40	385.76	385.12	385.82	0.005776	1.08	7.91	7.42	0.33
Botoret	10	Q5	Etat_initial	10.00	384.40	385.88	385.18	385.94	0.005794	1.13	8.81	7.68	0.34
Botoret	10	Q5	Scenario1_seuil_fond	10.00	384.40	385.88	385.18	385.94	0.005799	1.13	8.81	7.68	0.34
Botoret	10	Q5	SC_2	10.00	384.40	385.88	385.18	385.94	0.005792	1.13	8.81	7.68	0.34
Botoret	10	Q5	Plan3_Scenario3	10.00	384.40	385.88	385.18	385.94	0.005799	1.13	8.81	7.68	0.34
Botoret	10	Q10	Etat_initial	16.29	384.40	386.20	385.44	386.31	0.007137	1.42	11.94	13.81	0.38
Botoret	10	Q10	Scenario1_seuil_fond	16.29	384.40	386.20	385.44	386.31	0.007141	1.42	11.94	13.81	0.38
Botoret	10	Q10	SC_2	16.29	384.40	386.20	385.44	386.31	0.007136	1.42	11.94	13.81	0.38
Botoret	10	Q10	Plan3_Scenario3	16.29	384.40	386.20	385.44	386.31	0.007142	1.42	11.94	13.80	0.38
Botoret	10	Q50	Etat_initial	28.00	384.40	386.52	385.83	386.64	0.008002	1.71	26.87	89.24	0.42
Botoret	10	Q50	Scenario1_seuil_fond	28.00	384.40	386.52	385.83	386.64	0.008002	1.71	26.87	89.24	0.42
Botoret	10	Q50	SC_2	28.00	384.40	386.52	385.83	386.64	0.008002	1.71	26.87	89.24	0.42
Botoret	10	Q50	Plan3_Scenario3	28.00	384.40	386.52	385.83	386.64	0.008002	1.71	26.87	89.24	0.42
Botoret	10	Q100	Etat_initial	32.58	384.40	386.59	385.96	386.71	0.007660	1.72	34.41	104.76	0.41
Botoret	10	Q100	Scenario1_seuil_fond	32.58	384.40	386.59	385.96	386.71	0.007660	1.72	34.41	104.76	0.41
Botoret	10	Q100	SC_2	32.58	384.40	386.59	385.96	386.71	0.007660	1.72	34.41	104.76	0.41
Botoret	10	Q100	Plan3_Scenario3	32.58	384.40	386.59	385.96	386.71	0.007660	1.72	34.41	104.76	0.41
Botoret	9.1	QMNA5	Etat_initial	0.02	383.83	384.06	383.88	384.06	0.000152	0.05	0.46	3.07	0.04
Botoret	9.1	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	383.83	384.06	383.88	384.06	0.000152	0.05	0.46	3.07	0.04
Botoret	9.1	QMNA5	SC_2	0.02	383.83	384.06	383.88	384.06	0.000152	0.05	0.46	3.07	0.04
Botoret	9.1	QMNA5	Plan3_Scenario3	0.02	383.83	384.06	383.88	384.06	0.000152	0.05	0.46	3.07	0.04
Botoret	9.1	Module	Etat_initial	0.50	383.83	384.41	384.05	384.41	0.001310	0.34	1.48	3.99	0.15
Botoret	9.1	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	383.83	384.41	384.05	384.41	0.001310	0.34	1.48	3.99	0.15
Botoret	9.1	Module	SC_2	0.50	383.83	384.41	384.05	384.41	0.001310	0.34	1.48	3.99	0.15
Botoret	9.1	Module	Plan3_Scenario3	0.50	383.83	384.41	384.05	384.41	0.001310	0.34	1.48	3.99	0.15
Botoret	9.1	2*Module	Etat_initial	1.00	383.83	384.57	384.13	384.59	0.002030	0.51	1.97	4.43	0.20
Botoret	9.1	2*Module	Scenario1_seuil_fond	1.00	383.83	384.57	384.13	384.59	0.002030	0.51	1.97	4.43	0.20
Botoret	9.1	2*Module	SC_2	1.00	383.83	384.57	384.13	384.59	0.002030	0.51	1.97	4.43	0.20
Botoret	9.1	2*Module	Plan3_Scenario3	1.00	383.83	384.57	384.13	384.59	0.002030	0.51	1.97	4.43	0.20
Botoret	9.1	Q2	Etat_initial	8.57	383.83	385.61	384.91	385.66	0.005956	0.96	8.96	10.81	0.34
Botoret	9.1	Q2	Scenario1_seuil_fond	8.57	383.83	385.61	384.91	385.66	0.005963	0.96	8.96	10.79	0.34
Botoret	9.1	Q2	SC_2	8.57	383.83	385.61	384.91	385.66	0.005953	0.96	8.96	10.81	0.34
Botoret	9.1	Q2	Plan3_Scenario3	8.57	383.83	385.61	384.91	385.66	0.005963	0.96	8.95	10.79	0.34
Botoret	9.1	Q5	Etat_initial	10.00	383.83	385.74	384.90	385.79	0.005916	0.95	10.58	13.09	0.34
Botoret	9.1	Q5	Scenario1_seuil_fond	10.00	383.83	385.74	384.90	385.79	0.005927	0.95	10.57	13.08	0.34
Botoret	9.1	Q5	SC_2	10.00	383.83	385.74	384.90	385.79	0.005914	0.95	10.58	13.09	0.34
Botoret	9.1	Q5	Plan3_Scenario3	10.00	383.83	385.74	384.90	385.79	0.005927	0.95	10.57	13.08	0.34
Botoret	9.1	Q10	Etat_initial	16.29	383.83	386.09	385.16	386.15	0.005670	1.01	16.52	23.57	0.34
Botoret	9.1	Q10	Scenario1_seuil_fond	16.29	383.83	386.09	385.16	386.15	0.005676	1.01	16.52	23.56	0.34
Botoret	9.1	Q10	SC_2	16.29	383.83	386.09	385.16	386.15	0.005669	1.01	16.53	23.57	0.34

HEC-RAS River: Botoret Reach: Botoret (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Botoret	9.06			Bridge									
Botoret	9.05	QMNA5	Etat_initial	0.02	383.83	384.06	383.88	384.06	0.000158	0.05	0.46	3.07	0.04
Botoret	9.05	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	383.83	384.06	383.88	384.06	0.000158	0.05	0.46	3.07	0.04
Botoret	9.05	QMNA5	SC_2	0.02	383.83	384.06	383.88	384.06	0.000158	0.05	0.46	3.07	0.04
Botoret	9.05	QMNA5	Plan3_Scenario3	0.02	383.83	384.06	383.88	384.06	0.000158	0.05	0.46	3.07	0.04
Botoret	9.05	Module	Etat_initial	0.50	383.83	384.41	384.05	384.41	0.001380	0.30	1.69	3.98	0.15
Botoret	9.05	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	383.83	384.41	384.05	384.41	0.001380	0.30	1.69	3.98	0.15
Botoret	9.05	Module	SC_2	0.50	383.83	384.41	384.05	384.41	0.001380	0.30	1.69	3.98	0.15
Botoret	9.05	Module	Plan3_Scenario3	0.50	383.83	384.41	384.05	384.41	0.001380	0.30	1.69	3.98	0.15
Botoret	9.05	2*Module	Etat_initial	1.00	383.83	384.57	384.13	384.58	0.002041	0.42	2.39	4.42	0.18
Botoret	9.05	2*Module	Scenario1_seuil_fond	1.00	383.83	384.57	384.13	384.58	0.002041	0.42	2.39	4.42	0.18
Botoret	9.05	2*Module	SC_2	1.00	383.83	384.57	384.13	384.58	0.002041	0.42	2.39	4.42	0.18
Botoret	9.05	2*Module	Plan3_Scenario3	1.00	383.83	384.57	384.13	384.58	0.002041	0.42	2.39	4.42	0.18
Botoret	9.05	Q2	Etat_initial	8.57	383.83	385.54	384.77	385.60	0.006840	1.04	8.26	9.69	0.36
Botoret	9.05	Q2	Scenario1_seuil_fond	8.57	383.83	385.54	384.77	385.60	0.006847	1.04	8.25	9.68	0.36
Botoret	9.05	Q2	SC_2	8.57	383.83	385.54	384.77	385.60	0.006836	1.04	8.26	9.69	0.36
Botoret	9.05	Q2	Plan3_Scenario3	8.57	383.83	385.54	384.77	385.60	0.006848	1.04	8.25	9.68	0.36
Botoret	9.05	Q5	Etat_initial	10.00	383.83	385.65	384.96	385.71	0.007407	1.06	9.45	11.58	0.37
Botoret	9.05	Q5	Scenario1_seuil_fond	10.00	383.83	385.65	384.96	385.71	0.007417	1.06	9.44	11.57	0.37
Botoret	9.05	Q5	SC_2	10.00	383.83	385.65	384.96	385.71	0.007404	1.06	9.45	11.59	0.37
Botoret	9.05	Q5	Plan3_Scenario3	10.00	383.83	385.65	384.96	385.71	0.007418	1.06	9.44	11.57	0.37
Botoret	9.05	Q10	Etat_initial	16.29	383.83	386.02	385.17	386.09	0.007180	1.10	14.98	20.46	0.38
Botoret	9.05	Q10	Scenario1_seuil_fond	16.29	383.83	386.02	385.17	386.08	0.007192	1.10	14.97	20.44	0.38
Botoret	9.05	Q10	SC_2	16.29	383.83	386.02	385.17	386.09	0.007178	1.10	14.98	20.46	0.38
Botoret	9.05	Q10	Plan3_Scenario3	16.29	383.83	386.02	385.17	386.08	0.007197	1.10	14.97	20.43	0.38
Botoret	9.05	Q50	Etat_initial	28.00	383.83	386.33	385.69	386.42	0.007924	1.33	24.24	52.31	0.41
Botoret	9.05	Q50	Scenario1_seuil_fond	28.00	383.83	386.33	385.69	386.42	0.007924	1.33	24.24	52.31	0.41
Botoret	9.05	Q50	SC_2	28.00	383.83	386.33	385.69	386.42	0.007924	1.33	24.24	52.31	0.41
Botoret	9.05	Q50	Plan3_Scenario3	28.00	383.83	386.33	385.69	386.42	0.007924	1.33	24.24	52.31	0.41
Botoret	9.05	Q100	Etat_initial	32.58	383.83	386.39	385.81	386.49	0.008634	1.44	27.80	69.43	0.43
Botoret	9.05	Q100	Scenario1_seuil_fond	32.58	383.83	386.39	385.81	386.49	0.008633	1.44	27.80	69.44	0.43
Botoret	9.05	Q100	SC_2	32.58	383.83	386.39	385.81	386.49	0.008634	1.44	27.80	69.43	0.43
Botoret	9.05	Q100	Plan3_Scenario3	32.58	383.83	386.39	385.81	386.49	0.008633	1.44	27.80	69.44	0.43
Botoret	9	QMNA5	Etat_initial	0.02	383.88	384.02	383.96	384.02	0.008529	0.23	0.11	1.54	0.28
Botoret	9	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	383.88	384.02	383.96	384.02	0.008517	0.23	0.11	1.54	0.28
Botoret	9	QMNA5	SC_2	0.02	383.88	384.02	383.96	384.02	0.008529	0.23	0.11	1.54	0.28
Botoret	9	QMNA5	Plan3_Scenario3	0.02	383.88	384.02	383.96	384.02	0.008517	0.23	0.11	1.54	0.28
Botoret	9	Module	Etat_initial	0.50	383.88	384.31	384.15	384.33	0.008472	0.56	0.90	3.31	0.34
Botoret	9	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	383.88	384.31	384.15	384.33	0.008469	0.56	0.90	3.31	0.34
Botoret	9	Module	SC_2	0.50	383.88	384.31	384.15	384.33	0.008472	0.56	0.90	3.31	0.34
Botoret	9	Module	Plan3_Scenario3	0.50	383.88	384.31	384.15	384.33	0.008469	0.56	0.90	3.31	0.34
Botoret	9	2*Module	Etat_initial	1.00	383.88	384.47	384.24	384.49	0.008519	0.69	1.45	3.80	0.36
Botoret	9	2*Module	Scenario1_seuil_fond	1.00	383.88	384.47	384.24	384.49	0.008514	0.69	1.45	3.80	0.36
Botoret	9	2*Module	SC_2	1.00	383.88	384.47	384.24	384.49	0.008521	0.69	1.45	3.80	0.36
Botoret	9	2*Module	Plan3_Scenario3	1.00	383.88	384.47	384.24	384.49	0.008514	0.69	1.45	3.80	0.36
Botoret	9	Q2	Etat_initial	8.57	383.88	385.37	384.90	385.47	0.012368	1.38	6.23	7.49	0.48
Botoret	9	Q2	Scenario1_seuil_fond	8.57	383.88	385.37	384.90	385.47	0.012398	1.38	6.22	7.48	0.48
Botoret	9	Q2	SC_2	8.57	383.88	385.37	384.90	385.47	0.012352	1.37	6.24	7.49	0.48
Botoret	9	Q2	Plan3_Scenario3	8.57	383.88	385.37	384.90	385.46	0.012399	1.38	6.22	7.48	0.48
Botoret	9	Q5	Etat_initial	10.00	383.88	385.48	384.98	385.58	0.012690	1.41	7.09	8.42	0.49
Botoret	9	Q5	Scenario1_seuil_fond	10.00	383.88	385.48	384.98	385.58	0.012730	1.41	7.08	8.41	0.49
Botoret	9	Q5	SC_2	10.00	383.88	385.48	384.98	385.58	0.012678	1.41	7.10	8.43	0.49
Botoret	9	Q5	Plan3_Scenario3	10.00	383.88	385.48	384.98	385.58	0.012734	1.41	7.08	8.41	0.49
Botoret	9	Q10	Etat_initial	16.29	383.88	385.86	385.29	385.97	0.011976	1.49	11.01	15.49	0.49
Botoret	9	Q10	Scenario1_seuil_fond	16.29	383.88	385.86	385.29	385.97	0.012016	1.49	10.99	15.36	0.49
Botoret	9	Q10	SC_2	16.29	383.88	385.86	385.29	385.97	0.011970	1.49	11.01	15.51	0.49
Botoret	9	Q10	Plan3_Scenario3	16.29	383.88	385.86	385.29	385.97	0.012023	1.49	10.99	15.34	0.49
Botoret	9	Q50	Etat_initial	28.00	383.88	386.22	385.73	386.32	0.008389	1.53	31.04	107.27	0.43
Botoret	9	Q50	Scenario1_seuil_fond	28.00	383.88	386.22	385.73	386.32	0.008386	1.53	31.05	107.29	0.43
Botoret	9	Q50	SC_2	28.00	383.88	386.22	385.73	386.32	0.008389	1.53	31.04	107.27	0.43
Botoret	9	Q50	Plan3_Scenario3	28.00	383.88	386.22	385.73	386.32	0.008386	1.53	31.05	107.29	0.43
Botoret	9	Q100	Etat_initial	32.58	383.88	386.29	385.86	386.38	0.007903	1.54	39.75	132.80	0.42
Botoret	9	Q100	Scenario1_seuil_fond	32.58	383.88	386.29	385.86	386.38	0.007898	1.54	39.77	132.83	0.42
Botoret	9	Q100	SC_2	32.58	383.88	386.29	385.86	386.38	0.007903	1.54	39.75	132.80	0.42
Botoret	9	Q100	Plan3_Scenario3	32.58	383.88	386.29	385.86	386.38	0.007898	1.54	39.77	132.83	0.42
Botoret	8	QMNA5	Etat_initial	0.02	383.64	383.70	383.69	383.71	0.048385	0.33	0.07	2.31	0.59
Botoret	8	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	383.64	383.70	383.69	383.71	0.048537	0.33	0.07	2.31	0.59
Botoret	8	QMNA5	SC_2	0.02	383.64	383.70	383.69	383.71	0.048385	0.33	0.07	2.31	0.59
Botoret	8	QMNA5	Plan3_Scenario3	0.02	383.64	383.70	383.69	383.71	0.048537	0.33	0.07	2.31	0.59
Botoret	8	Module	Etat_initial	0.50	383.64	383.91	383.93	383.93	0.022319	0.74	0.67	3.37	0.53
Botoret	8	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	383.64	383.91	383.93	383.93	0.022544	0.75	0.67	3.37	0.53
Botoret	8	Module	SC_2	0.50	383.64	383.91	383.93	383.93	0.022295	0.74	0.67	3.37	0.53
Botoret	8	Module	Plan3_Scenario3	0.50	383.64	383.91	383.93	383.93	0.022544	0.75	0.67	3.37	0.53
Botoret	8	2*Module	Etat_initial	1.00	383.64	384.01	384.06	384.06	0.023933	0.95	1.05	3.81	0.58
Botoret	8	2*Module	Scenario1_seuil_fond	1.00	383.64	384.01	384.06	384.06	0.023849	0.95	1.05	3.81	0.58
Botoret	8	2*Module	SC_2	1.00	383.64	384.01	384.06	384.06	0.024007	0.95	1.05	3.81	0.58
Botoret	8	2*Module	Plan3_Scenario3	1.00	383.64	384.01	384.06	384.06	0.023849	0.95	1.05	3.81	0.58
Botoret	8	Q2	Etat_initial	8.57	383.64	384.91	385.06	0.018363	1.74	4.93	4.75	0.55	
Botoret	8	Q2	Scenario1_seuil_fond	8.57	383.64	384.90	385.06	0.0					

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Botoret	8	Q100	Scenario1_seuil_fond	32.58	383.64	385.91	385.81	386.11	0.014419	2.25	21.12	45.70	0.51
Botoret	8	Q100	SC_2	32.58	383.64	385.91	385.81	386.11	0.014421	2.25	21.12	45.67	0.51
Botoret	8	Q100	Plan3_Scenario3	32.58	383.64	385.91	385.81	386.11	0.014420	2.25	21.12	45.68	0.51
Botoret	7	QMNA5	Etat_initial	0.02	382.99	383.26		383.26	0.000272	0.06	0.39	3.05	0.06
Botoret	7	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	382.99	383.19		383.19	0.001268	0.11	0.22	2.22	0.11
Botoret	7	QMNA5	SC_2	0.02	382.99	383.19		383.19	0.001300	0.11	0.21	2.21	0.11
Botoret	7	QMNA5	Plan3_Scenario3	0.02	382.99	383.19		383.19	0.001268	0.11	0.22	2.22	0.11
Botoret	7	Module	Etat_initial	0.50	382.99	383.55		383.56	0.002246	0.34	1.48	4.26	0.18
Botoret	7	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	382.99	383.54		383.54	0.002536	0.35	1.43	4.25	0.19
Botoret	7	Module	SC_2	0.50	382.99	383.55		383.56	0.002206	0.34	1.49	4.27	0.18
Botoret	7	Module	Plan3_Scenario3	0.50	382.99	383.54		383.54	0.002536	0.35	1.43	4.25	0.19
Botoret	7	2*Module	Etat_initial	1.00	382.99	383.71		383.72	0.002785	0.46	2.18	4.48	0.21
Botoret	7	2*Module	Scenario1_seuil_fond	1.00	382.99	383.70		383.71	0.002985	0.47	2.13	4.47	0.22
Botoret	7	2*Module	SC_2	1.00	382.99	383.72		383.73	0.002651	0.45	2.22	4.49	0.20
Botoret	7	2*Module	Plan3_Scenario3	1.00	382.99	383.70		383.71	0.002983	0.47	2.13	4.47	0.22
Botoret	7	Q2	Etat_initial	8.57	382.99	384.69		384.76	0.006683	1.19	7.21	5.80	0.34
Botoret	7	Q2	Scenario1_seuil_fond	8.57	382.99	384.68		384.75	0.006871	1.20	7.14	5.78	0.34
Botoret	7	Q2	SC_2	8.57	382.99	384.69		384.76	0.006628	1.18	7.23	5.80	0.34
Botoret	7	Q2	Plan3_Scenario3	8.57	382.99	384.68		384.75	0.006876	1.20	7.14	5.78	0.35
Botoret	7	Q5	Etat_initial	10.00	382.99	384.79		384.88	0.007179	1.28	7.85	7.16	0.35
Botoret	7	Q5	Scenario1_seuil_fond	10.00	382.99	384.78		384.86	0.007396	1.29	7.77	6.85	0.36
Botoret	7	Q5	SC_2	10.00	382.99	384.80		384.88	0.007125	1.28	7.88	7.24	0.35
Botoret	7	Q5	Plan3_Scenario3	10.00	382.99	384.78		384.86	0.007408	1.29	7.76	6.84	0.36
Botoret	7	Q10	Etat_initial	16.29	382.99	385.15		385.26	0.008172	1.55	11.94	15.93	0.38
Botoret	7	Q10	Scenario1_seuil_fond	16.29	382.99	385.13		385.25	0.008513	1.57	11.68	15.52	0.39
Botoret	7	Q10	SC_2	16.29	382.99	385.15		385.26	0.008123	1.55	11.98	15.99	0.38
Botoret	7	Q10	Plan3_Scenario3	16.29	382.99	385.13		385.25	0.008581	1.58	11.63	15.44	0.39
Botoret	7	Q50	Etat_initial	28.00	382.99	385.57		385.68	0.007291	1.64	22.38	27.23	0.36
Botoret	7	Q50	Scenario1_seuil_fond	28.00	382.99	385.57		385.68	0.007374	1.65	22.28	27.23	0.36
Botoret	7	Q50	SC_2	28.00	382.99	385.57		385.68	0.007292	1.64	22.38	27.23	0.36
Botoret	7	Q50	Plan3_Scenario3	28.00	382.99	385.57		385.68	0.007386	1.65	22.26	27.23	0.36
Botoret	7	Q100	Etat_initial	32.58	382.99	385.68		385.79	0.007147	1.67	25.47	33.26	0.36
Botoret	7	Q100	Scenario1_seuil_fond	32.58	382.99	385.68		385.79	0.007137	1.67	25.48	33.52	0.36
Botoret	7	Q100	SC_2	32.58	382.99	385.68		385.79	0.007150	1.67	25.46	33.19	0.36
Botoret	7	Q100	Plan3_Scenario3	32.58	382.99	385.68		385.79	0.007140	1.67	25.48	33.45	0.36
Botoret	6	QMNA5	Etat_initial	0.02	383.02	383.25		383.25	0.000135	0.05	0.48	2.97	0.04
Botoret	6	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	383.02	383.13		383.13	0.005348	0.16	0.15	2.46	0.22
Botoret	6	QMNA5	SC_2	0.02	383.02	383.13		383.13	0.006974	0.18	0.13	2.43	0.24
Botoret	6	QMNA5	Plan3_Scenario3	0.02	383.02	383.13		383.13	0.005348	0.16	0.15	2.46	0.22
Botoret	6	Module	Etat_initial	0.50	383.02	383.46		383.47	0.004226	0.44	1.15	3.62	0.25
Botoret	6	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	383.02	383.42		383.43	0.006092	0.49	1.02	3.51	0.29
Botoret	6	Module	SC_2	0.50	383.02	383.46		383.47	0.004040	0.43	1.17	3.63	0.24
Botoret	6	Module	Plan3_Scenario3	0.50	383.02	383.42		383.43	0.006094	0.49	1.02	3.51	0.29
Botoret	6	2*Module	Etat_initial	1.00	383.02	383.58		383.60	0.005978	0.61	1.64	3.98	0.30
Botoret	6	2*Module	Scenario1_seuil_fond	1.00	383.02	383.56		383.58	0.007408	0.66	1.52	3.89	0.34
Botoret	6	2*Module	SC_2	1.00	383.02	383.60		383.62	0.005249	0.58	1.72	4.03	0.29
Botoret	6	2*Module	Plan3_Scenario3	1.00	383.02	383.56		383.58	0.007395	0.66	1.52	3.90	0.33
Botoret	6	Q2	Etat_initial	8.57	383.02	384.44		384.54	0.010816	1.41	6.17	8.06	0.45
Botoret	6	Q2	Scenario1_seuil_fond	8.57	383.02	384.41		384.52	0.012030	1.46	5.92	7.54	0.48
Botoret	6	Q2	SC_2	8.57	383.02	384.45		384.55	0.010492	1.40	6.25	8.21	0.45
Botoret	6	Q2	Plan3_Scenario3	8.57	383.02	384.41		384.52	0.012064	1.46	5.91	7.53	0.48
Botoret	6	Q5	Etat_initial	10.00	383.02	384.54		384.65	0.010644	1.48	7.07	9.68	0.46
Botoret	6	Q5	Scenario1_seuil_fond	10.00	383.02	384.51		384.63	0.011861	1.53	6.75	9.13	0.48
Botoret	6	Q5	SC_2	10.00	383.02	384.55		384.66	0.010374	1.46	7.15	9.81	0.45
Botoret	6	Q5	Plan3_Scenario3	10.00	383.02	384.51		384.62	0.011934	1.53	6.73	9.10	0.48
Botoret	6	Q10	Etat_initial	16.29	383.02	384.93		385.04	0.008863	1.58	11.98	15.79	0.43
Botoret	6	Q10	Scenario1_seuil_fond	16.29	383.02	384.89		385.01	0.009980	1.65	11.35	15.14	0.46
Botoret	6	Q10	SC_2	16.29	383.02	384.93		385.05	0.008724	1.57	12.07	15.88	0.43
Botoret	6	Q10	Plan3_Scenario3	16.29	383.02	384.88		385.01	0.010235	1.67	11.22	15.00	0.46
Botoret	6	Q50	Etat_initial	28.00	383.02	385.38		385.49	0.007056	1.70	21.65	41.47	0.40
Botoret	6	Q50	Scenario1_seuil_fond	28.00	383.02	385.37		385.49	0.007247	1.71	21.37	26.92	0.41
Botoret	6	Q50	SC_2	28.00	383.02	385.38		385.49	0.007056	1.70	21.65	41.38	0.40
Botoret	6	Q50	Plan3_Scenario3	28.00	383.02	385.37		385.49	0.007275	1.72	21.33	26.91	0.41
Botoret	6	Q100	Etat_initial	32.58	383.02	385.52	384.97	385.61	0.005718	1.60	36.14	133.48	0.37
Botoret	6	Q100	Scenario1_seuil_fond	32.58	383.02	385.52	384.97	385.61	0.005692	1.60	36.30	134.44	0.37
Botoret	6	Q100	SC_2	32.58	383.02	385.52	384.97	385.61	0.005725	1.61	36.10	133.24	0.37
Botoret	6	Q100	Plan3_Scenario3	32.58	383.02	385.52	384.97	385.61	0.005700	1.60	36.25	134.14	0.37
Botoret	5	QMNA5	Etat_initial	0.02	382.74	383.25		383.25	0.000007	0.02	1.42	4.77	0.01
Botoret	5	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	382.81	382.82	382.82	382.83	0.177221	0.38	0.06	4.34	0.99
Botoret	5	QMNA5	SC_2	0.02	382.74	383.10		383.10	0.000049	0.03	0.74	4.12	0.02
Botoret	5	QMNA5	Plan3_Scenario3	0.02	382.81	382.82	382.82	382.83	0.177221	0.38	0.06	4.34	0.99
Botoret	5	Module	Etat_initial	0.50	382.74	383.40		383.40	0.000874	0.24	2.12	5.00	0.12
Botoret	5	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	382.81	382.92	382.92	382.97	0.096957	1.04	0.48	4.48	1.01
Botoret	5	Module	SC_2	0.50	382.74	383.41		383.41	0.000825	0.23	2.16	5.01	0.11
Botoret	5	Module	Plan3_Scenario3	0.50	382.81	382.92	382.92	382.97	0.088729	1.01	0.50	4.48	0.97
Botoret	5	2*Module	Etat_initial	1.00	382.74	383.48		383.49	0.001968	0.39	2.56	5.13	0.18
Botoret	5	2*Module	Scenario1_seuil_fond	1.00	382.81	383.03		383.08	0.041789	1.04	0.96	4.63	0.73
Botoret	5	2*Module	SC_2	1.00	382.74	383.52		383.53	0.001589	0.36	2.75	5.19	0.16
Botoret	5	2*Module	Plan3_Scenario3	1.00	382.81	383.06		383.10	0.027191	0.91	1.10	4.68	0.60
Botoret	5	Q2	Etat_initial	8.57	382.74	384.13		384.23	0.010725	1.38	6.21	6.19	0.44
Botoret	5	Q2	Scenario1_seuil_fond	8.57	382.81	383.87		384.00	0.015647	1.58	5.42	5.86	0.53
Botoret	5	Q2	SC_2	8.57	382.74	384.16		384.25	0.010027	1.34	6.37	6.29	0.43
Botoret	5	Q2	Plan3_Scenario3	8.57	382.81	383.86		383.99	0.016529	1.61	5.32	5.84	0.54
Botoret	5	Q5	Etat_initial	10.00	382.74	384.21		384.32	0.011955	1.49	6.71	6.48	0.47
Botoret	5	Q5	Scenario1_seuil_fond	10.00	382.81	383.98		384.12	0.015486	1.65	6.05	6.02	0.53
Botoret	5	Q5	SC_2	10.00	382.74	384.23		384.34	0.011249	1.45	6.87	6.57	0.45
Botoret	5	Q5	Plan3_Scenario3	10.00	382.81	383.95		384.10	0.016905	1.70	5.87	5.97	0.55
Botoret	5	Q10	Etat_initial	16.29	382.74	384.52		384.69	0.015307	1.83	8.90	7.62	0.54
Botoret	5	Q10	Scenario1_seuil_fond	16.29	382.81	384.36		384.55	0.016690	1.92	8.51	7.07	0.56
Botoret	5	Q10	SC_2	16.29	382.74	384.54		384.70	0.014667	1.80	9.05	7.69	0.53
Botoret	5	Q10	Plan3_Scenario3	16.29	382.81	384.30		384.51	0.019143	2.02	8.06	6.85	0.60
Botoret	5	Q50	Etat_initial	28.00	382.74	384.89		385.13	0.019293	2.20	14.43	21.74	

HEC-RAS River: Botoret Reach: Botoret (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Botoret	5	Q100	Etat_initial	32.58	382.74	385.00		385.25	0.018834	2.30	16.80	22.89	0.63
Botoret	5	Q100	Scenario1_seuil_fond	32.58	382.81	384.88	384.47	385.18	0.023125	2.46	14.84	21.56	0.68
Botoret	5	Q100	SC_2	32.58	382.74	385.00		385.25	0.019063	2.31	16.71	22.85	0.63
Botoret	5	Q100	Plan3_Scenario3	32.58	382.81	384.84	384.47	385.17	0.025498	2.54	14.14	21.20	0.71
Botoret	4.7	QMNA5	Etat_initial	0.02	382.60	383.25		383.25	0.000001	0.01	2.57	5.41	0.00
Botoret	4.7	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	382.68	382.72	382.69	382.72	0.005206	0.12	0.19	4.89	0.20
Botoret	4.7	QMNA5	SC_2	0.02	382.60	383.10		383.10	0.000003	0.01	1.80	4.90	0.01
Botoret	4.7	QMNA5	Plan3_Scenario3	0.02	382.68	382.71		382.71	0.010806	0.16	0.15	4.87	0.28
Botoret	4.7	Module	Etat_initial	0.50	382.60	383.39		383.39	0.000236	0.15	3.34	5.88	0.06
Botoret	4.7	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	382.68	382.86		382.87	0.015849	0.56	0.89	5.25	0.44
Botoret	4.7	Module	SC_2	0.50	382.60	383.40		383.40	0.000226	0.15	3.39	5.91	0.06
Botoret	4.7	Module	Plan3_Scenario3	0.50	382.68	382.88		382.90	0.009827	0.49	1.03	5.32	0.35
Botoret	4.7	2*Module	Etat_initial	1.00	382.60	383.46		383.47	0.000665	0.26	3.78	6.13	0.11
Botoret	4.7	2*Module	Scenario1_seuil_fond	1.00	382.68	382.92		382.95	0.023716	0.83	1.21	5.40	0.56
Botoret	4.7	2*Module	SC_2	1.00	382.60	383.50		383.51	0.000553	0.25	4.04	6.27	0.10
Botoret	4.7	2*Module	Plan3_Scenario3	1.00	382.68	382.99		383.01	0.009781	0.62	1.60	5.59	0.37
Botoret	4.7	Q2	Etat_initial	8.57	382.60	384.01		384.08	0.006865	1.12	7.67	8.03	0.36
Botoret	4.7	Q2	Scenario1_seuil_fond	8.57	382.68	383.76		383.85	0.009888	1.28	6.71	7.59	0.43
Botoret	4.7	Q2	SC_2	8.57	382.60	384.05		384.11	0.006128	1.07	8.00	8.17	0.35
Botoret	4.7	Q2	Plan3_Scenario3	8.57	382.68	383.74		383.83	0.010924	1.32	6.51	7.52	0.45
Botoret	4.7	Q5	Etat_initial	10.00	382.60	384.08		384.16	0.007684	1.21	8.24	8.27	0.39
Botoret	4.7	Q5	Scenario1_seuil_fond	10.00	382.68	383.87		383.96	0.009688	1.32	7.56	7.88	0.43
Botoret	4.7	Q5	SC_2	10.00	382.60	384.12		384.19	0.006929	1.17	8.56	8.40	0.37
Botoret	4.7	Q5	Plan3_Scenario3	10.00	382.68	383.83		383.93	0.011139	1.39	7.20	7.76	0.46
Botoret	4.7	Q10	Etat_initial	16.29	382.60	384.37		384.49	0.010115	1.51	10.78	9.51	0.45
Botoret	4.7	Q10	Scenario1_seuil_fond	16.29	382.68	384.25		384.37	0.009764	1.52	10.73	8.99	0.44
Botoret	4.7	Q10	SC_2	16.29	382.60	384.40		384.51	0.009412	1.47	11.06	9.60	0.44
Botoret	4.7	Q10	Plan3_Scenario3	16.29	382.68	384.16		384.30	0.011903	1.64	9.94	8.62	0.49
Botoret	4.7	Q50	Etat_initial	28.00	382.60	384.65	384.15	384.86	0.015605	2.05	14.23	17.13	0.57
Botoret	4.7	Q50	Scenario1_seuil_fond	28.00	382.68	384.58		384.78	0.014524	2.02	14.14	15.22	0.55
Botoret	4.7	Q50	SC_2	28.00	382.60	384.64		384.86	0.015788	2.06	14.14	16.98	0.58
Botoret	4.7	Q50	Plan3_Scenario3	28.00	382.68	384.50		384.74	0.016969	2.13	13.13	11.29	0.59
Botoret	4.7	Q100	Etat_initial	32.58	382.60	384.73	384.28	384.98	0.017230	2.23	16.22	29.31	0.61
Botoret	4.7	Q100	Scenario1_seuil_fond	32.58	382.68	384.67		384.91	0.015966	2.18	15.78	23.57	0.58
Botoret	4.7	Q100	SC_2	32.58	382.60	384.69	384.28	384.96	0.018898	2.30	15.24	27.95	0.63
Botoret	4.7	Q100	Plan3_Scenario3	32.58	382.68	384.60		384.87	0.018937	2.31	14.42	15.72	0.63
Botoret	4.6	QMNA5	Etat_initial	0.02	382.94	383.25		383.25	0.000006	0.01	1.89	8.69	0.01
Botoret	4.6	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	382.62	382.63	382.63	382.64	0.202162	0.31	0.08	7.56	1.00
Botoret	4.6	QMNA5	SC_2	0.02	383.00	383.10		383.10	0.005104	0.20	0.12	1.41	0.21
Botoret	4.6	Module	Etat_initial	0.50	382.94	383.39		383.39	0.000522	0.16	3.11	9.47	0.09
Botoret	4.6	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	382.62	382.72		382.74	0.038135	0.62	0.80	8.07	0.63
Botoret	4.6	Module	SC_2	0.50	383.00	383.39		383.39	0.011607	0.41	1.22	9.03	0.36
Botoret	4.6	2*Module	Etat_initial	1.00	382.94	383.46		383.46	0.001140	0.26	3.80	9.88	0.14
Botoret	4.6	2*Module	Scenario1_seuil_fond	1.00	382.62	382.83		382.85	0.012959	0.58	1.73	8.68	0.41
Botoret	4.6	2*Module	SC_2	1.00	383.00	383.49		383.50	0.007466	0.46	2.19	10.02	0.31
Botoret	4.6	Q2	Etat_initial	8.57	382.94	384.00		384.03	0.004934	0.83	10.28	14.17	0.31
Botoret	4.6	Q2	Scenario1_seuil_fond	8.57	382.62	383.78		383.80	0.002593	0.69	12.40	13.87	0.23
Botoret	4.6	Q2	SC_2	8.57	383.00	384.02		384.07	0.009153	0.99	8.61	14.31	0.41
Botoret	4.6	Q5	Etat_initial	10.00	382.94	384.07		384.11	0.005134	0.88	11.33	14.76	0.32
Botoret	4.6	Q5	Scenario1_seuil_fond	10.00	382.62	383.89		383.92	0.002496	0.71	14.01	14.49	0.23
Botoret	4.6	Q5	SC_2	10.00	383.00	384.09		384.14	0.009036	1.04	9.64	14.88	0.41
Botoret	4.6	Q10	Etat_initial	16.29	382.94	384.38		384.43	0.005192	1.00	16.22	17.56	0.33
Botoret	4.6	Q10	Scenario1_seuil_fond	16.29	382.62	384.29		384.32	0.002473	0.81	20.14	17.10	0.24
Botoret	4.6	Q10	SC_2	16.29	383.00	384.38		384.45	0.007757	1.13	14.45	17.60	0.40
Botoret	4.6	Q50	Etat_initial	28.00	382.94	384.69		384.77	0.006183	1.27	22.91	36.86	0.38
Botoret	4.6	Q50	Scenario1_seuil_fond	28.00	382.62	384.65		384.71	0.003267	1.05	27.03	29.92	0.28
Botoret	4.6	Q50	SC_2	28.00	383.00	384.65		384.76	0.009503	1.44	19.71	31.08	0.46
Botoret	4.6	Q100	Etat_initial	32.58	382.94	384.78		384.87	0.006231	1.34	26.49	37.66	0.38
Botoret	4.6	Q100	Scenario1_seuil_fond	32.58	382.62	384.76		384.82	0.003381	1.12	31.12	37.47	0.29
Botoret	4.6	Q100	SC_2	32.58	383.00	384.72		384.84	0.010338	1.56	22.11	37.13	0.48
Botoret	4.5	QMNA5	Etat_initial	0.02	383.10	383.24	383.23	383.25	0.174425	0.38	0.06	2.21	0.71
Botoret	4.5	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	382.59	382.61	382.60	382.61	0.013003	0.14	0.18	7.75	0.29
Botoret	4.5	QMNA5	SC_2	0.02	382.95	383.09		383.10	0.043433	0.31	0.08	1.17	0.38
Botoret	4.5	Module	Etat_initial	0.50	383.10	383.35	383.34	383.38	0.193807	0.85	0.59	6.63	0.92
Botoret	4.5	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	382.59	382.71		382.72	0.023160	0.54	0.93	7.89	0.50
Botoret	4.5	Module	SC_2	0.50	382.95	383.36		383.38	0.045943	0.63	0.80	4.17	0.46
Botoret	4.5	2*Module	Etat_initial	1.00	383.10	383.39	383.39	383.45	0.186886	1.07	0.93	7.26	0.96
Botoret	4.5	2*Module	Scenario1_seuil_fond	1.00	382.59	382.83		382.84	0.009056	0.53	1.89	8.06	0.35
Botoret	4.5	2*Module	SC_2	1.00	382.95	383.46		383.49	0.051626	0.69	1.45	7.64	0.51
Botoret	4.5	Q2	Etat_initial	8.57	383.10	383.77	383.77	384.01	0.140655	2.13	4.02	8.76	1.01
Botoret	4.5	Q2	Scenario1_seuil_fond	8.57	382.59	383.76		383.80	0.003521	0.85	10.04	9.38	0.26
Botoret	4.5	Q2	SC_2	8.57	382.95	383.91		384.05	0.066252	1.63	5.27	8.92	0.68
Botoret	4.5	Q5	Etat_initial	10.00	383.10	383.83	383.83	384.08	0.135926	2.24	4.47	8.79	1.00
Botoret	4.5	Q5	Scenario1_seuil_fond	10.00	382.59	383.88		383.92	0.003555	0.90	11.08	9.46	0.27
Botoret	4.5	Q5	SC_2	10.00	382.95	383.97		384.12	0.068599	1.74	5.75	8.95	0.69
Botoret	4.5	Q10	Etat_initial	16.29	383.10	384.19		384.40	0.077382	2.05	7.94	11.26	0.78
Botoret	4.5	Q10	Scenario1_seuil_fond	16.29	382.59	384.26		384.32	0.005383	1.08	15.08	13.36	0.32
Botoret	4.5	Q10	SC_2	16.29	382.95	384.24		384.43	0.073193	1.88	8.67	13.67	0.73
Botoret	4.5	Q50	Etat_initial	28.00	383.10	384.61		384.76	0.035499	1.67	16.82	31.24	0.55
Botoret	4.5	Q50	Scenario1_seuil_fond	28.00	382.59	384.60		384.70	0.007307	1.41	19.90	15.71	0.39
Botoret	4.5	Q50	SC_2	28.00	382.95	384.58		384.74	0.043283	1.76	15.98	28.69	0.59
Botoret	4.5	Q100	Etat_initial	32.58	383.10	384.74		384.86	0.024789	1.49	22.08	47.37	0.47
Botoret	4.5	Q100	Scenario1_seuil_fond	32.58	382.59	384.70		384.82	0.007889	1.51	22.51	32.23	0.40
Botoret	4.5	Q100	SC_2	32.58	382.95	384.66	384.53	384.83	0.038454	1.73	18.71	45.31	0.56
Botoret	4.4	QMNA5	Etat_initial	0.02	382.52	382.60	382.60	382.62	0.340885	0.57	0.04	1.34	1.03
Botoret	4.4	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	382.50	382.51	382.51	382.52	0.355026	0.40	0.06	6.45	1.30
Botoret	4.4	QMNA5	SC_2	0.02	382.83	382.96		382.97	0.055251	0.32	0.08	1.24	0.41
Botoret	4.4	Module	Etat_initial	0.50	382.52	382.76	382.76	382.80	0.248601	0.96	0.52	5.89	1.04
Botoret	4.4	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	382.50	382.68		382.68	0.009263	0.44	1.15	6.67	0.34
Botoret	4.4	Module	SC_2	0.50	382.83	383.21		383.23	0.072492	0.67	0.75	4.82	0.54
Botoret	4.4	2*Module	Etat_initial	1.00	382.52								

HEC-RAS River: Botoret Reach: Botoret (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Botoret	4.4	Q2	Scenario1_seuil_fond	8.57	382.50	383.75		383.79	0.004467	0.93	9.22	8.71	0.29
Botoret	4.4	Q2	SC_2	8.57	382.83	383.74		383.96	0.072016	1.50	5.70	11.84	0.69
Botoret	4.4	Q5	Etat_initial	10.00	382.52	383.80		383.88	0.018256	1.19	8.41	8.74	0.39
Botoret	4.4	Q5	Scenario1_seuil_fond	10.00	382.50	383.86		383.91	0.004503	0.98	10.18	8.78	0.29
Botoret	4.4	Q5	SC_2	10.00	382.83	383.82		383.94	0.061398	1.51	6.63	12.18	0.65
Botoret	4.4	Q10	Etat_initial	16.29	382.52	384.18		384.28	0.017711	1.38	11.78	9.15	0.39
Botoret	4.4	Q10	Scenario1_seuil_fond	16.29	382.50	384.23		384.30	0.005269	1.21	13.49	9.64	0.32
Botoret	4.4	Q10	SC_2	16.29	382.83	384.16		384.27	0.034710	1.47	11.08	13.77	0.52
Botoret	4.4	Q50	Etat_initial	28.00	382.52	384.55		384.68	0.019421	1.63	18.61	32.12	0.42
Botoret	4.4	Q50	Scenario1_seuil_fond	28.00	382.50	384.56		384.68	0.007186	1.55	20.27	32.94	0.38
Botoret	4.4	Q50	SC_2	28.00	382.83	384.50		384.63	0.028995	1.63	17.81	29.13	0.50
Botoret	4.4	Q100	Etat_initial	32.58	382.52	384.69		384.80	0.014812	1.50	24.21	44.81	0.37
Botoret	4.4	Q100	Scenario1_seuil_fond	32.58	382.50	384.68		384.80	0.006576	1.55	25.17	44.74	0.37
Botoret	4.4	Q100	SC_2	32.58	382.83	384.59		384.73	0.027267	1.67	20.51	35.10	0.49
Botoret	4.35	QMNA5	Etat_initial	0.02	381.97	382.37		382.37	0.000024	0.02	1.15	7.17	0.02
Botoret	4.35	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	381.97	382.51		382.51	0.000003	0.01	2.24	7.98	0.01
Botoret	4.35	QMNA5	SC_2	0.02	382.82	382.95	382.93	382.96	0.028492	0.34	0.07	1.15	0.44
Botoret	4.35	Module	Etat_initial	0.50	381.97	382.62		382.62	0.000502	0.16	3.10	8.54	0.09
Botoret	4.35	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	381.97	382.68		382.68	0.000297	0.14	3.66	8.71	0.07
Botoret	4.35	Module	SC_2	0.50	382.82	383.19	383.12	383.22	0.040031	0.75	0.67	4.05	0.59
Botoret	4.35	2*Module	Etat_initial	1.00	381.97	382.76		382.76	0.000681	0.23	4.36	8.73	0.10
Botoret	4.35	2*Module	Scenario1_seuil_fond	1.00	381.97	382.82		382.82	0.000477	0.21	4.87	8.75	0.09
Botoret	4.35	2*Module	SC_2	1.00	382.82	383.28	383.21	383.32	0.041141	0.88	1.13	5.63	0.63
Botoret	4.35	Q2	Etat_initial	8.57	381.97	383.72		383.75	0.001731	0.67	12.88	8.99	0.18
Botoret	4.35	Q2	Scenario1_seuil_fond	8.57	381.97	383.76		383.78	0.001593	0.65	13.23	9.00	0.17
Botoret	4.35	Q2	SC_2	8.57	382.82	383.71		383.84	0.042162	1.64	5.24	11.58	0.78
Botoret	4.35	Q5	Etat_initial	10.00	381.97	383.84		383.86	0.001878	0.72	13.89	9.02	0.19
Botoret	4.35	Q5	Scenario1_seuil_fond	10.00	381.97	383.87		383.90	0.001747	0.70	14.23	9.03	0.18
Botoret	4.35	Q5	SC_2	10.00	382.82	383.80		383.93	0.032006	1.58	6.32	11.91	0.69
Botoret	4.35	Q10	Etat_initial	16.29	381.97	384.22		384.26	0.002615	0.94	17.39	9.62	0.22
Botoret	4.35	Q10	Scenario1_seuil_fond	16.29	381.97	384.25		384.29	0.002511	0.92	17.67	10.33	0.22
Botoret	4.35	Q10	SC_2	16.29	382.82	384.15		384.27	0.016767	1.52	10.73	13.26	0.54
Botoret	4.35	Q50	Etat_initial	28.00	381.97	384.59		384.66	0.003969	1.25	25.06	34.91	0.27
Botoret	4.35	Q50	Scenario1_seuil_fond	28.00	381.97	384.59		384.66	0.003925	1.24	25.20	35.23	0.27
Botoret	4.35	Q50	SC_2	28.00	382.82	384.47		384.63	0.016002	1.77	16.67	27.98	0.55
Botoret	4.35	Q100	Etat_initial	32.58	381.97	384.72		384.79	0.003810	1.27	30.53	45.01	0.27
Botoret	4.35	Q100	Scenario1_seuil_fond	32.58	381.97	384.71		384.78	0.003885	1.28	30.19	44.94	0.27
Botoret	4.35	Q100	SC_2	32.58	382.82	384.55		384.72	0.015654	1.84	19.12	32.50	0.55
Botoret	4.3	QMNA5	Etat_initial	0.02	381.91	382.37		382.37	0.000005	0.01	1.79	7.41	0.01
Botoret	4.3	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	381.91	382.51		382.51	0.000001	0.01	2.88	8.15	0.00
Botoret	4.3	QMNA5	SC_2	0.02	382.76	382.87	382.87	382.89	0.161516	0.62	0.04	0.98	0.99
Botoret	4.3	Module	Etat_initial	0.50	381.91	382.62		382.62	0.000255	0.13	3.77	8.77	0.06
Botoret	4.3	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	381.91	382.68		382.68	0.000169	0.12	4.35	9.17	0.05
Botoret	4.3	Module	SC_2	0.50	382.76	383.06	383.06	383.13	0.126797	1.17	0.43	3.21	1.02
Botoret	4.3	2*Module	Etat_initial	1.00	381.91	382.76		382.76	0.000427	0.20	5.11	9.67	0.09
Botoret	4.3	2*Module	Scenario1_seuil_fond	1.00	381.91	382.82		382.82	0.000313	0.18	5.68	9.97	0.07
Botoret	4.3	2*Module	SC_2	1.00	382.76	383.15	383.15	383.24	0.114927	1.33	0.75	4.29	1.01
Botoret	4.3	Q2	Etat_initial	8.57	381.91	383.73		383.74	0.001093	0.55	15.66	12.07	0.15
Botoret	4.3	Q2	Scenario1_seuil_fond	8.57	381.91	383.76		383.78	0.001002	0.53	16.14	12.16	0.15
Botoret	4.3	Q2	SC_2	8.57	382.76	383.69		383.79	0.028000	1.37	6.25	13.57	0.65
Botoret	4.3	Q5	Etat_initial	10.00	381.91	383.84		383.86	0.001163	0.59	17.05	12.34	0.16
Botoret	4.3	Q5	Scenario1_seuil_fond	10.00	381.91	383.88		383.89	0.001078	0.57	17.51	12.42	0.15
Botoret	4.3	Q5	SC_2	10.00	382.76	383.80		383.88	0.020147	1.30	7.69	14.20	0.56
Botoret	4.3	Q10	Etat_initial	16.29	381.91	384.23		384.26	0.001479	0.74	22.14	15.94	0.18
Botoret	4.3	Q10	Scenario1_seuil_fond	16.29	381.91	384.26		384.28	0.001411	0.73	22.58	16.91	0.18
Botoret	4.3	Q10	SC_2	16.29	382.76	384.16		384.24	0.010274	1.22	13.33	16.91	0.43
Botoret	4.3	Q50	Etat_initial	28.00	381.91	384.60		384.65	0.001923	0.94	33.01	43.31	0.21
Botoret	4.3	Q50	Scenario1_seuil_fond	28.00	381.91	384.61		384.65	0.001904	0.94	33.18	43.34	0.21
Botoret	4.3	Q50	SC_2	28.00	382.76	384.50		384.59	0.008552	1.36	21.73	34.44	0.42
Botoret	4.3	Q100	Etat_initial	32.58	381.91	384.73		384.78	0.001868	0.97	38.67	44.48	0.21
Botoret	4.3	Q100	Scenario1_seuil_fond	32.58	381.91	384.73		384.77	0.001903	0.98	38.36	44.41	0.21
Botoret	4.3	Q100	SC_2	32.58	382.76	384.59		384.68	0.008289	1.41	24.98	42.16	0.41
Botoret	4.2	QMNA5	Etat_initial	0.02	382.09	382.37		382.37	0.000034	0.03	0.93	5.78	0.02
Botoret	4.2	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	382.09	382.51		382.51	0.000005	0.01	1.80	6.61	0.01
Botoret	4.2	QMNA5	SC_2	0.02	382.65	382.69		382.69	0.003072	0.09	0.26	6.87	0.15
Botoret	4.2	Module	Etat_initial	0.50	382.09	382.61		382.62	0.000732	0.20	2.49	6.79	0.11
Botoret	4.2	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	382.09	382.68		382.68	0.000434	0.17	2.94	6.84	0.08
Botoret	4.2	Module	SC_2	0.50	382.65	382.89		382.89	0.002834	0.29	1.72	7.61	0.20
Botoret	4.2	2*Module	Etat_initial	1.00	382.09	382.76		382.76	0.001025	0.29	3.47	6.89	0.13
Botoret	4.2	2*Module	Scenario1_seuil_fond	1.00	382.09	382.82		382.82	0.000725	0.26	3.88	6.92	0.11
Botoret	4.2	2*Module	SC_2	1.00	382.65	383.00		383.01	0.003155	0.39	2.59	8.02	0.22
Botoret	4.2	Q2	Etat_initial	8.57	382.09	383.70		383.73	0.002819	0.84	10.25	7.50	0.23
Botoret	4.2	Q2	Scenario1_seuil_fond	8.57	382.09	383.74		383.77	0.002589	0.81	10.55	7.53	0.22
Botoret	4.2	Q2	SC_2	8.57	382.65	383.70		383.74	0.005367	0.94	9.08	10.58	0.33
Botoret	4.2	Q5	Etat_initial	10.00	382.09	383.81		383.85	0.003064	0.90	11.07	7.57	0.24
Botoret	4.2	Q5	Scenario1_seuil_fond	10.00	382.09	383.85		383.89	0.002844	0.88	11.36	7.60	0.23
Botoret	4.2	Q5	SC_2	10.00	382.65	383.80		383.85	0.005334	0.99	10.13	10.94	0.33
Botoret	4.2	Q10	Etat_initial	16.29	382.09	384.18		384.25	0.004227	1.17	13.96	11.04	0.28
Botoret	4.2	Q10	Scenario1_seuil_fond	16.29	382.09	384.20		384.27	0.004028	1.15	14.29	12.42	0.27
Botoret	4.2	Q10	SC_2	16.29	382.65	384.15		384.22	0.005367	1.14	14.25	13.25	0.34
Botoret	4.2	Q50	Etat_initial	28.00	382.09	384.54		384.63	0.005274	1.45	22.86	36.47	0.32
Botoret	4.2	Q50	Scenario1_seuil_fond	28.00	382.09	384.54		384.64	0.005193	1.44	23.03	36.64	0.32
Botoret	4.2	Q50	SC_2	28.00	382.65	384.48		384.57	0.006238	1.42	21.87	34.36	0.38
Botoret	4.2	Q100	Etat_initial	32.58	382.09	384.68		384.77	0.004597	1.41	28.33	41.18	0.30
Botoret	4.2	Q100	Scenario1_seuil_fond	32.58	382.09	384.67		384.76	0.004727	1.43	27.96	40.89	0.30
Botoret	4.2	Q100	SC_2	32.58	382.65	384.56		384.66	0.006425	1.49	24.83	37.20	0.39
Botoret	4.1	QMNA5	Etat_initial	0.02	382.23	382.37	382.30	382.37	0.006702	0.18	0.13	2.12	0.23
Botoret	4.1	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	382.49	382.50	382.50	382.51	0.182314	0.37	0.06	4.63	1.00
Botoret	4.1	QMNA5	SC_2	0.02	382.65	382.67		382.68	0.036155	0.23	0.11	4.69	0.48
Botoret	4.1	Module	Etat_initial	0.50	382.23	382.60		382.61	0.011066	0.50	0.99	4.90	0.36
Botoret	4.1	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	382.49	382.66		382.					

HEC-RAS River: Botoret Reach: Botoret (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Botoret	4.1	2*Module	SC_2	1.00	382.65	382.98		383.00	0.008299	0.54	1.86	7.39	0.34
Botoret	4.1	Q2	Etat_initial	8.57	382.23	383.66		383.72	0.006659	1.10	7.82	7.34	0.34
Botoret	4.1	Q2	Scenario1_seuil_fond	8.57	382.49	383.70		383.76	0.006892	1.13	7.59	7.37	0.36
Botoret	4.1	Q2	SC_2	8.57	382.65	383.67		383.73	0.008179	1.10	7.77	9.85	0.40
Botoret	4.1	Q5	Etat_initial	10.00	382.23	383.77		383.84	0.006802	1.16	8.61	7.44	0.34
Botoret	4.1	Q5	Scenario1_seuil_fond	10.00	382.49	383.80		383.87	0.007030	1.20	8.37	7.47	0.36
Botoret	4.1	Q5	SC_2	10.00	382.65	383.77		383.83	0.007919	1.14	8.74	10.20	0.39
Botoret	4.1	Q10	Etat_initial	16.29	382.23	384.13		384.23	0.008075	1.44	11.32	8.24	0.38
Botoret	4.1	Q10	Scenario1_seuil_fond	16.29	382.49	384.14		384.26	0.008364	1.48	11.01	9.64	0.40
Botoret	4.1	Q10	SC_2	16.29	382.65	384.12		384.20	0.007467	1.30	12.57	11.48	0.40
Botoret	4.1	Q50	Etat_initial	28.00	382.23	384.50		384.62	0.007796	1.64	21.12	40.02	0.39
Botoret	4.1	Q50	Scenario1_seuil_fond	28.00	382.49	384.49		384.62	0.008407	1.71	20.28	39.71	0.41
Botoret	4.1	Q50	SC_2	28.00	382.65	384.44		384.56	0.008103	1.56	20.57	38.07	0.43
Botoret	4.1	Q100	Etat_initial	32.58	382.23	384.66	383.87	384.76	0.005757	1.49	27.71	41.25	0.34
Botoret	4.1	Q100	Scenario1_seuil_fond	32.58	382.49	384.65		384.75	0.006298	1.57	26.54	41.15	0.36
Botoret	4.1	Q100	SC_2	32.58	382.65	384.53		384.65	0.007867	1.61	24.10	40.47	0.43
Botoret	4	QMNA5	Etat_initial	0.02	382.18	382.25	382.25	382.26	0.113382	0.57	0.04	1.09	0.92
Botoret	4	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	382.18	382.41		382.41	0.000155	0.05	0.47	3.10	0.04
Botoret	4	QMNA5	SC_2	0.02	382.38	382.53	382.49	382.53	0.016800	0.28	0.08	1.20	0.34
Botoret	4	Module	Etat_initial	0.50	382.18	382.53		382.55	0.010719	0.59	0.85	3.47	0.38
Botoret	4	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	382.18	382.62		382.63	0.004150	0.43	1.18	3.76	0.24
Botoret	4	Module	SC_2	0.50	382.38	382.80	382.69	382.81	0.023545	0.60	0.84	4.89	0.46
Botoret	4	2*Module	Etat_initial	1.00	382.18	382.67		382.70	0.010014	0.72	1.40	3.94	0.38
Botoret	4	2*Module	Scenario1_seuil_fond	1.00	382.18	382.75		382.77	0.005728	0.59	1.69	4.17	0.30
Botoret	4	2*Module	SC_2	1.00	382.38	382.89	382.78	382.92	0.023812	0.74	1.35	5.70	0.49
Botoret	4	Q2	Etat_initial	8.57	382.18	383.58		383.67	0.010138	1.34	6.37	6.53	0.43
Botoret	4	Q2	Scenario1_seuil_fond	8.57	382.18	383.63		383.71	0.008776	1.28	6.71	6.63	0.41
Botoret	4	Q2	SC_2	8.57	382.38	383.55		383.66	0.018242	1.41	6.08	8.15	0.52
Botoret	4	Q5	Etat_initial	10.00	382.18	383.68		383.79	0.010311	1.42	7.06	6.70	0.44
Botoret	4	Q5	Scenario1_seuil_fond	10.00	382.18	383.73		383.82	0.009058	1.36	7.38	6.75	0.41
Botoret	4	Q5	SC_2	10.00	382.38	383.65		383.76	0.017092	1.45	6.90	8.46	0.51
Botoret	4	Q10	Etat_initial	16.29	382.18	384.01		384.17	0.012178	1.75	9.31	7.04	0.48
Botoret	4	Q10	Scenario1_seuil_fond	16.29	382.18	384.05		384.20	0.011167	1.70	9.57	7.35	0.47
Botoret	4	Q10	SC_2	16.29	382.38	384.00		384.14	0.015245	1.62	10.05	9.54	0.50
Botoret	4	Q50	Etat_initial	28.00	382.18	384.18	383.84	384.53	0.023404	2.62	11.41	23.22	0.69
Botoret	4	Q50	Scenario1_seuil_fond	28.00	382.18	384.21	383.84	384.53	0.021724	2.55	12.00	25.58	0.66
Botoret	4	Q50	SC_2	28.00	382.38	384.23	383.89	384.47	0.023467	2.21	13.71	28.20	0.64
Botoret	4	Q100	Etat_initial	32.58	382.18	384.15	383.97	384.65	0.034809	3.15	10.70	19.06	0.83
Botoret	4	Q100	Scenario1_seuil_fond	32.58	382.18	384.19	383.97	384.65	0.031080	3.03	11.56	23.81	0.79
Botoret	4	Q100	SC_2	32.58	382.38	384.27	384.01	384.56	0.026905	2.43	15.07	33.70	0.69
Botoret	3.1	QMNA5	Etat_initial	0.02	382.04	382.20		382.21	0.001119	0.10	0.23	2.34	0.11
Botoret	3.1	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	382.38	382.40	382.40	382.41	0.184779	0.43	0.06	3.24	1.04
Botoret	3.1	QMNA5	SC_2	0.02	382.25	382.36	382.36	382.38	0.167649	0.63	0.04	0.97	1.01
Botoret	3.1	QMNA5	Plan3_Scenario3	0.02	382.38	382.42		382.42	0.009083	0.15	0.16	4.42	0.26
Botoret	3.1	Module	Etat_initial	0.50	382.04	382.51		382.52	0.003790	0.42	1.18	3.51	0.23
Botoret	3.1	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	382.38	382.53		382.58	0.059364	0.98	0.51	3.55	0.82
Botoret	3.1	Module	SC_2	0.50	382.25	382.56	382.56	382.63	0.127324	1.16	0.43	3.21	1.02
Botoret	3.1	Module	Plan3_Scenario3	0.50	382.38	382.62		382.63	0.006175	0.41	1.21	5.67	0.29
Botoret	3.1	2*Module	Etat_initial	1.00	382.04	382.65		382.67	0.005162	0.59	1.70	3.83	0.28
Botoret	3.1	2*Module	Scenario1_seuil_fond	1.00	382.38	382.67		382.72	0.026663	0.97	1.03	3.86	0.60
Botoret	3.1	2*Module	SC_2	1.00	382.25	382.65	382.65	382.73	0.116846	1.28	0.78	4.82	1.02
Botoret	3.1	2*Module	Plan3_Scenario3	1.00	382.38	382.74		382.76	0.006157	0.52	1.92	6.38	0.30
Botoret	3.1	Q2	Etat_initial	8.57	382.04	383.52		383.63	0.013326	1.45	5.89	6.54	0.49
Botoret	3.1	Q2	Scenario1_seuil_fond	8.57	382.38	383.51		383.66	0.020610	1.67	5.12	6.51	0.60
Botoret	3.1	Q2	SC_2	8.57	382.25	383.54		383.59	0.008593	1.04	8.21	10.56	0.38
Botoret	3.1	Q2	Plan3_Scenario3	8.57	382.38	383.49		383.54	0.007043	1.03	8.35	10.86	0.37
Botoret	3.1	Q5	Etat_initial	10.00	382.04	383.62		383.74	0.014350	1.51	6.61	7.38	0.51
Botoret	3.1	Q5	Scenario1_seuil_fond	10.00	382.38	383.62		383.77	0.021149	1.72	5.83	7.36	0.62
Botoret	3.1	Q5	SC_2	10.00	382.25	383.64		383.70	0.008059	1.07	9.34	11.03	0.37
Botoret	3.1	Q5	Plan3_Scenario3	10.00	382.38	383.58		383.64	0.006939	1.06	9.39	11.42	0.37
Botoret	3.1	Q10	Etat_initial	16.29	382.04	383.96		384.11	0.014510	1.72	9.64	13.39	0.52
Botoret	3.1	Q10	Scenario1_seuil_fond	16.29	382.38	383.96	383.62	384.14	0.019223	1.88	8.77	13.02	0.60
Botoret	3.1	Q10	SC_2	16.29	382.25	384.01		384.08	0.007021	1.19	14.04	20.63	0.36
Botoret	3.1	Q10	Plan3_Scenario3	16.29	382.38	383.93		384.00	0.006428	1.18	14.57	23.48	0.37
Botoret	3.1	Q50	Etat_initial	28.00	382.04	384.26		384.40	0.012517	1.81	18.96	40.56	0.50
Botoret	3.1	Q50	Scenario1_seuil_fond	28.00	382.38	384.25		384.41	0.015146	1.92	17.91	40.52	0.55
Botoret	3.1	Q50	SC_2	28.00	382.25	384.30		384.38	0.006823	1.34	24.27	40.76	0.37
Botoret	3.1	Q50	Plan3_Scenario3	28.00	382.38	384.22		384.31	0.006739	1.40	24.68	40.83	0.40
Botoret	3.1	Q100	Etat_initial	32.58	382.04	384.32		384.47	0.012188	1.84	21.68	40.91	0.49
Botoret	3.1	Q100	Scenario1_seuil_fond	32.58	382.38	384.32		384.48	0.014207	1.93	20.75	40.89	0.53
Botoret	3.1	Q100	SC_2	32.58	382.25	384.36		384.45	0.007095	1.41	26.92	41.10	0.38
Botoret	3.1	Q100	Plan3_Scenario3	32.58	382.38	384.29		384.39	0.007072	1.49	27.52	41.17	0.41
Botoret	3.09	QMNA5	SC_2	0.02	382.05	382.21		382.21	0.003072	0.16	0.15	1.70	0.17
Botoret	3.09	Module	SC_2	0.50	382.05	382.52		382.53	0.005672	0.43	1.16	4.73	0.28
Botoret	3.09	2*Module	SC_2	1.00	382.05	382.66		382.67	0.005749	0.52	1.92	5.98	0.29
Botoret	3.09	Q2	SC_2	8.57	382.05	383.54		383.58	0.004568	0.91	9.47	10.59	0.31
Botoret	3.09	Q5	SC_2	10.00	382.05	383.65		383.69	0.004547	0.94	10.59	11.06	0.31
Botoret	3.09	Q10	SC_2	16.29	382.05	384.01		384.07	0.004580	1.09	15.31	21.18	0.32
Botoret	3.09	Q50	SC_2	28.00	382.05	384.29		384.37	0.005063	1.29	25.45	40.75	0.34
Botoret	3.09	Q100	SC_2	32.58	382.05	384.36		384.44	0.005396	1.37	28.07	41.09	0.35
Botoret	3	QMNA5	Etat_initial	0.02	382.08	382.13		382.14	0.017970	0.23	0.11	2.79	0.37
Botoret	3	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	382.08	382.13		382.14	0.017892	0.23	0.11	2.79	0.37
Botoret	3	QMNA5	SC_2	0.02	382.08	382.13		382.14	0.017970	0.23	0.11	2.79	0.37
Botoret	3	QMNA5	Plan3_Scenario3	0.02	382.08	382.13		382.14	0.017892	0.23	0.11	2.79	0.37
Botoret	3	Module	Etat_initial	0.50	382.08	382.33		382.34	0.012656	0.52	0.96	5.45	0.40
Botoret	3	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	382.08	382.33		382.34	0.012673	0.52	0.96	5.45	0.40
Botoret	3	Module	SC_2	0.50	382.08	382.33		382.34	0.012656	0.52	0.96	5.45	0.40
Botoret	3	Module	Plan3_Scenario3	0.50	382.08	382.33		382.34	0.012673	0.52	0.96	5.45	0.40
Botoret	3	2*Module	Etat_initial	1.00	382.08	382.43		382.45	0.011905	0.66	1.52	5.75	0.41
Botoret	3	2*Module	Scenario1_seuil_fond	1.00	382.08	382.43		382.45	0.011905	0.66	1.52	5.75	0.41
Botoret	3	2*Module	SC_2	1.00	382.08	382.43		382.45	0.011905	0.66	1.52	5.75	0.41

HEC-RAS River: Botoret Reach: Botoret (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chi
Botoret	3	Q2	SC_2	8.57	382.08	383.16		383.25	0.011114	1.32	6.51	7.91	0.46
Botoret	3	Q2	Plan3_Scenario3	8.57	382.08	383.16		383.25	0.011114	1.32	6.51	7.91	0.46
Botoret	3	Q5	Etat_initial	10.00	382.08	383.25		383.35	0.011047	1.38	7.27	8.19	0.47
Botoret	3	Q5	Scenario1_seuil_fond	10.00	382.08	383.25		383.35	0.011052	1.38	7.27	8.19	0.47
Botoret	3	Q5	SC_2	10.00	382.08	383.25		383.35	0.011047	1.38	7.27	8.19	0.47
Botoret	3	Q5	Plan3_Scenario3	10.00	382.08	383.25		383.35	0.011052	1.38	7.27	8.19	0.47
Botoret	3	Q10	Etat_initial	16.29	382.08	383.58		383.71	0.011475	1.61	10.12	9.17	0.49
Botoret	3	Q10	Scenario1_seuil_fond	16.29	382.08	383.58		383.71	0.011478	1.61	10.12	9.17	0.49
Botoret	3	Q10	SC_2	16.29	382.08	383.58		383.71	0.011475	1.61	10.12	9.17	0.49
Botoret	3	Q10	Plan3_Scenario3	16.29	382.08	383.58		383.71	0.011478	1.61	10.12	9.17	0.49
Botoret	3	Q50	Etat_initial	28.00	382.08	383.90		384.03	0.010446	1.77	18.60	37.25	0.48
Botoret	3	Q50	Scenario1_seuil_fond	28.00	382.08	383.90		384.03	0.010451	1.77	18.59	37.24	0.48
Botoret	3	Q50	SC_2	28.00	382.08	383.90		384.03	0.010446	1.77	18.60	37.25	0.48
Botoret	3	Q50	Plan3_Scenario3	28.00	382.08	383.90		384.03	0.010451	1.77	18.59	37.24	0.48
Botoret	3	Q100	Etat_initial	32.58	382.08	383.96		384.10	0.010622	1.83	20.87	38.36	0.49
Botoret	3	Q100	Scenario1_seuil_fond	32.58	382.08	383.96		384.10	0.010624	1.83	20.87	38.36	0.49
Botoret	3	Q100	SC_2	32.58	382.08	383.96		384.10	0.010622	1.83	20.87	38.36	0.49
Botoret	3	Q100	Plan3_Scenario3	32.58	382.08	383.96		384.10	0.010624	1.83	20.87	38.36	0.49
Botoret	2	QMNA5	Etat_initial	0.02	381.37	381.45		381.45	0.005936	0.16	0.15	2.77	0.22
Botoret	2	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	381.37	381.45		381.45	0.005948	0.16	0.15	2.77	0.23
Botoret	2	QMNA5	SC_2	0.02	381.37	381.45		381.45	0.005936	0.16	0.15	2.77	0.22
Botoret	2	QMNA5	Plan3_Scenario3	0.02	381.37	381.45		381.45	0.005948	0.16	0.15	2.77	0.23
Botoret	2	Module	Etat_initial	0.50	381.37	381.74		381.74	0.003672	0.36	1.39	5.39	0.23
Botoret	2	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	381.37	381.74		381.74	0.003671	0.36	1.39	5.39	0.23
Botoret	2	Module	SC_2	0.50	381.37	381.74		381.74	0.003672	0.36	1.39	5.39	0.23
Botoret	2	Module	Plan3_Scenario3	0.50	381.37	381.74		381.74	0.003671	0.36	1.39	5.39	0.23
Botoret	2	2*Module	Etat_initial	1.00	381.37	381.89		381.90	0.003321	0.44	2.26	5.93	0.23
Botoret	2	2*Module	Scenario1_seuil_fond	1.00	381.37	381.89		381.90	0.003321	0.44	2.26	5.93	0.23
Botoret	2	2*Module	SC_2	1.00	381.37	381.89		381.90	0.003321	0.44	2.26	5.93	0.23
Botoret	2	2*Module	Plan3_Scenario3	1.00	381.37	381.89		381.90	0.003321	0.44	2.26	5.93	0.23
Botoret	2	Q2	Etat_initial	8.57	381.37	382.78		382.83	0.004847	0.96	8.94	9.43	0.31
Botoret	2	Q2	Scenario1_seuil_fond	8.57	381.37	382.78		382.83	0.004847	0.96	8.94	9.43	0.31
Botoret	2	Q2	SC_2	8.57	381.37	382.78		382.83	0.004847	0.96	8.94	9.43	0.31
Botoret	2	Q2	Plan3_Scenario3	8.57	381.37	382.78		382.83	0.004847	0.96	8.94	9.43	0.31
Botoret	2	Q5	Etat_initial	10.00	381.37	382.87		382.93	0.005205	1.02	9.85	10.06	0.33
Botoret	2	Q5	Scenario1_seuil_fond	10.00	381.37	382.87		382.93	0.005204	1.02	9.85	10.06	0.33
Botoret	2	Q5	SC_2	10.00	381.37	382.87		382.93	0.005205	1.02	9.85	10.06	0.33
Botoret	2	Q5	Plan3_Scenario3	10.00	381.37	382.87		382.93	0.005204	1.02	9.85	10.06	0.33
Botoret	2	Q10	Etat_initial	16.29	381.37	383.17		383.25	0.006721	1.24	13.13	12.06	0.38
Botoret	2	Q10	Scenario1_seuil_fond	16.29	381.37	383.17		383.25	0.006719	1.24	13.13	12.06	0.38
Botoret	2	Q10	SC_2	16.29	381.37	383.17		383.25	0.006721	1.24	13.13	12.06	0.38
Botoret	2	Q10	Plan3_Scenario3	16.29	381.37	383.17		383.25	0.006719	1.24	13.13	12.06	0.38
Botoret	2	Q50	Etat_initial	28.00	381.37	383.46		383.56	0.008257	1.49	21.99	55.66	0.43
Botoret	2	Q50	Scenario1_seuil_fond	28.00	381.37	383.46		383.56	0.008254	1.49	22.00	55.66	0.43
Botoret	2	Q50	SC_2	28.00	381.37	383.46		383.56	0.008257	1.49	21.99	55.66	0.43
Botoret	2	Q50	Plan3_Scenario3	28.00	381.37	383.46		383.56	0.008254	1.49	22.00	55.66	0.43
Botoret	2	Q100	Etat_initial	32.58	381.37	383.52		383.62	0.008230	1.53	25.34	60.58	0.43
Botoret	2	Q100	Scenario1_seuil_fond	32.58	381.37	383.52		383.62	0.008228	1.53	25.34	60.59	0.43
Botoret	2	Q100	SC_2	32.58	381.37	383.52		383.62	0.008230	1.53	25.34	60.58	0.43
Botoret	2	Q100	Plan3_Scenario3	32.58	381.37	383.52		383.62	0.008228	1.53	25.34	60.59	0.43
Botoret	1	QMNA5	Etat_initial	0.02	380.97	381.13	381.07	381.13	0.011009	0.28	0.09	1.10	0.32
Botoret	1	QMNA5	Scenario1_seuil_fond	0.02	380.97	381.13	381.07	381.13	0.011009	0.28	0.09	1.10	0.32
Botoret	1	QMNA5	SC_2	0.02	380.97	381.13	381.07	381.13	0.011009	0.28	0.09	1.10	0.32
Botoret	1	QMNA5	Plan3_Scenario3	0.02	380.97	381.13	381.07	381.13	0.011009	0.28	0.09	1.10	0.32
Botoret	1	Module	Etat_initial	0.50	380.97	381.46	381.30	381.47	0.011002	0.57	0.88	3.90	0.38
Botoret	1	Module	Scenario1_seuil_fond	0.50	380.97	381.46	381.30	381.47	0.011002	0.57	0.88	3.90	0.38
Botoret	1	Module	SC_2	0.50	380.97	381.46	381.30	381.47	0.011002	0.57	0.88	3.90	0.38
Botoret	1	Module	Plan3_Scenario3	0.50	380.97	381.46	381.30	381.47	0.011002	0.57	0.88	3.90	0.38
Botoret	1	2*Module	Etat_initial	1.00	380.97	381.59	381.41	381.61	0.011000	0.68	1.47	4.93	0.40
Botoret	1	2*Module	Scenario1_seuil_fond	1.00	380.97	381.59	381.41	381.61	0.011000	0.68	1.47	4.93	0.40
Botoret	1	2*Module	SC_2	1.00	380.97	381.59	381.41	381.61	0.011000	0.68	1.47	4.93	0.40
Botoret	1	2*Module	Plan3_Scenario3	1.00	380.97	381.59	381.41	381.61	0.011000	0.68	1.47	4.93	0.40
Botoret	1	Q2	Etat_initial	8.57	380.97	382.37	381.98	382.44	0.011014	1.18	7.23	10.44	0.45
Botoret	1	Q2	Scenario1_seuil_fond	8.57	380.97	382.37	381.98	382.44	0.011014	1.18	7.23	10.44	0.45
Botoret	1	Q2	SC_2	8.57	380.97	382.37	381.98	382.44	0.011014	1.18	7.23	10.44	0.45
Botoret	1	Q2	Plan3_Scenario3	8.57	380.97	382.37	381.98	382.44	0.011014	1.18	7.23	10.44	0.45
Botoret	1	Q5	Etat_initial	10.00	380.97	382.45	382.05	382.53	0.011016	1.23	8.14	11.11	0.46
Botoret	1	Q5	Scenario1_seuil_fond	10.00	380.97	382.45	382.05	382.53	0.011017	1.23	8.14	11.11	0.46
Botoret	1	Q5	SC_2	10.00	380.97	382.45	382.05	382.53	0.011017	1.23	8.14	11.11	0.46
Botoret	1	Q5	Plan3_Scenario3	10.00	380.97	382.45	382.05	382.53	0.011017	1.23	8.14	11.11	0.46
Botoret	1	Q10	Etat_initial	16.29	380.97	382.66	382.29	382.76	0.011019	1.43	13.47	72.26	0.48
Botoret	1	Q10	Scenario1_seuil_fond	16.29	380.97	382.66	382.29	382.76	0.011022	1.43	13.47	72.26	0.48
Botoret	1	Q10	SC_2	16.29	380.97	382.66	382.29	382.76	0.011022	1.43	13.47	72.26	0.48
Botoret	1	Q10	Plan3_Scenario3	16.29	380.97	382.66	382.29	382.76	0.011022	1.43	13.47	72.26	0.48
Botoret	1	Q50	Etat_initial	28.00	380.97	382.78	382.77	382.87	0.011005	1.54	25.13	136.58	0.48
Botoret	1	Q50	Scenario1_seuil_fond	28.00	380.97	382.78	382.77	382.87	0.011005	1.54	25.13	136.58	0.48
Botoret	1	Q50	SC_2	28.00	380.97	382.78	382.77	382.87	0.011005	1.54	25.13	136.58	0.48
Botoret	1	Q50	Plan3_Scenario3	28.00	380.97	382.78	382.77	382.87	0.011005	1.54	25.13	136.58	0.48
Botoret	1	Q100	Etat_initial	32.58	380.97	382.81	382.80	382.89	0.011009	1.57	29.01	150.30	0.49
Botoret	1	Q100	Scenario1_seuil_fond	32.58	380.97	382.81	382.80	382.89	0.011009	1.57	29.01	150.30	0.49
Botoret	1	Q100	SC_2	32.58	380.97	382.81	382.80	382.89	0.011009	1.57	29.01	150.30	0.49
Botoret	1	Q100	Plan3_Scenario3	32.58	380.97	382.81	382.80	382.89	0.011009	1.57	29.01	150.30	0.49

ANNEXE 4 : 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 CONTINUITÉ 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

Dossier	19-668 I 0	
Indice	Modifications	Date
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 CONTINUITÉ 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

Dossier 19-668_I_0		
Indice	Modifications	Date
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

Rédacteur : V. LEGAL
M. GILLE

Contrôle : JB. SERRE

Visa :

Visa :

SOMMAIRE :

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

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.

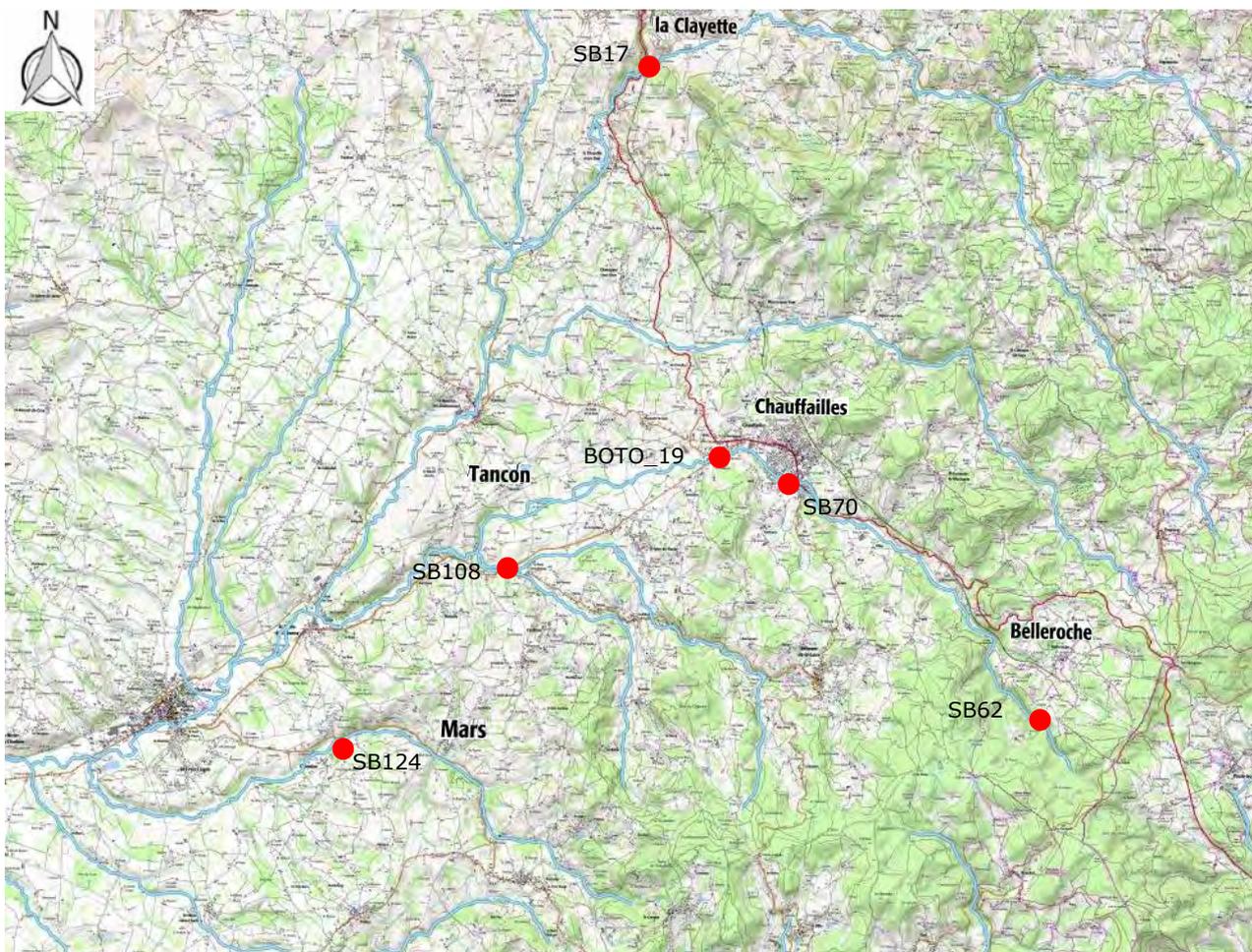


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude sur carte IGN

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
- Visualisateur des données géoscientifiques du BRGM - 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.

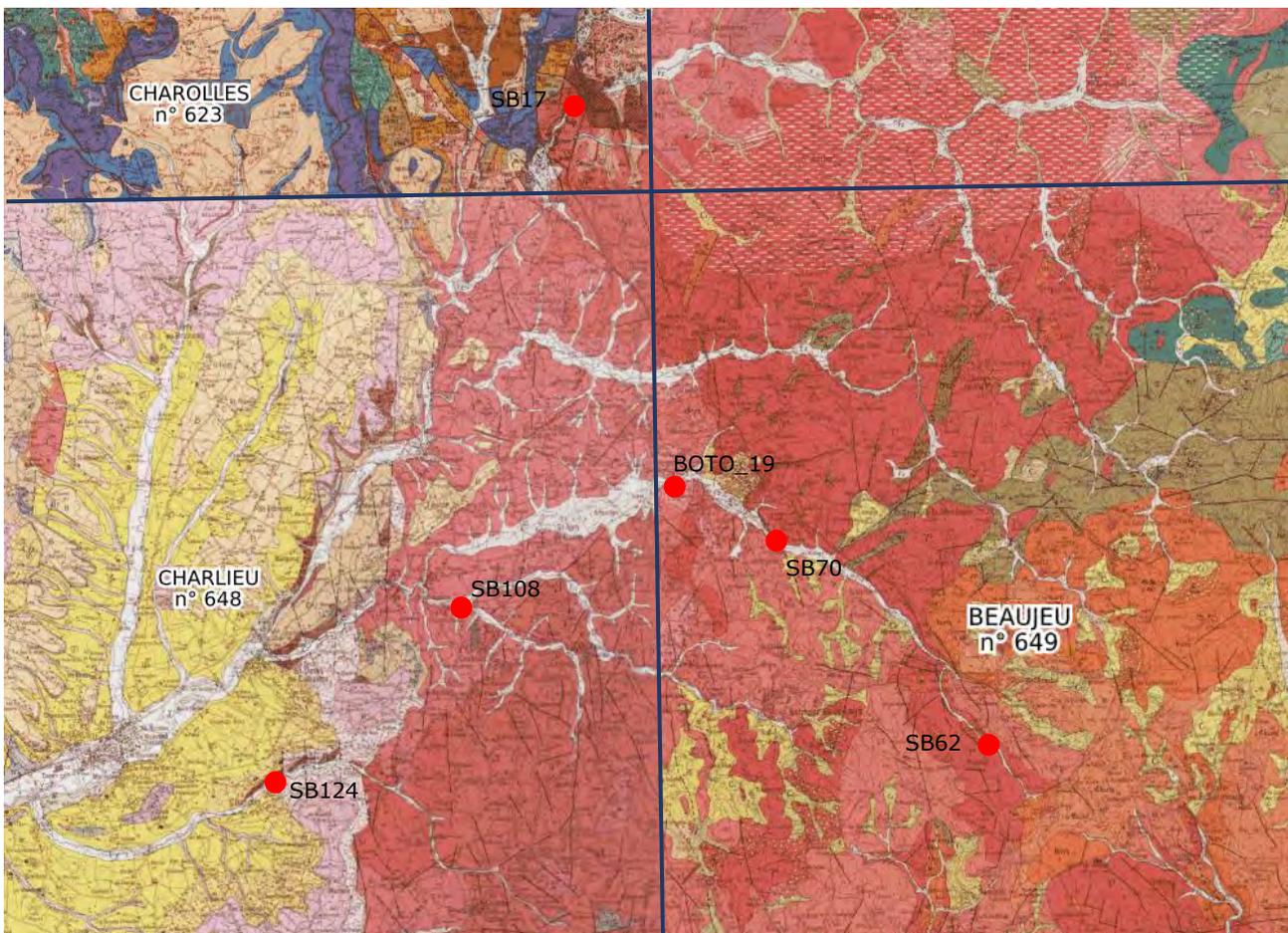


Figure 2 : Cartes géologiques de la zone - Source Infoterre - Extrait des feuilles n°623, 486 et 649 (1/50 000)

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.

2.3 - CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

Le bassin versant étudié est situé à l'Est de la ville de Roanne les eaux en plusieurs points :

- Le Sornin de sa source jusqu'à la confluence avec la Loire ;
- Le Botoret de la source jusqu'à la confluence avec le Sornin ;
- Le Chandonnet de la source jusqu'à la confluence avec le Sornin ;
- L'Aaron de la confluence avec le Pontbrenon jusqu'à la confluence avec le Botoret.

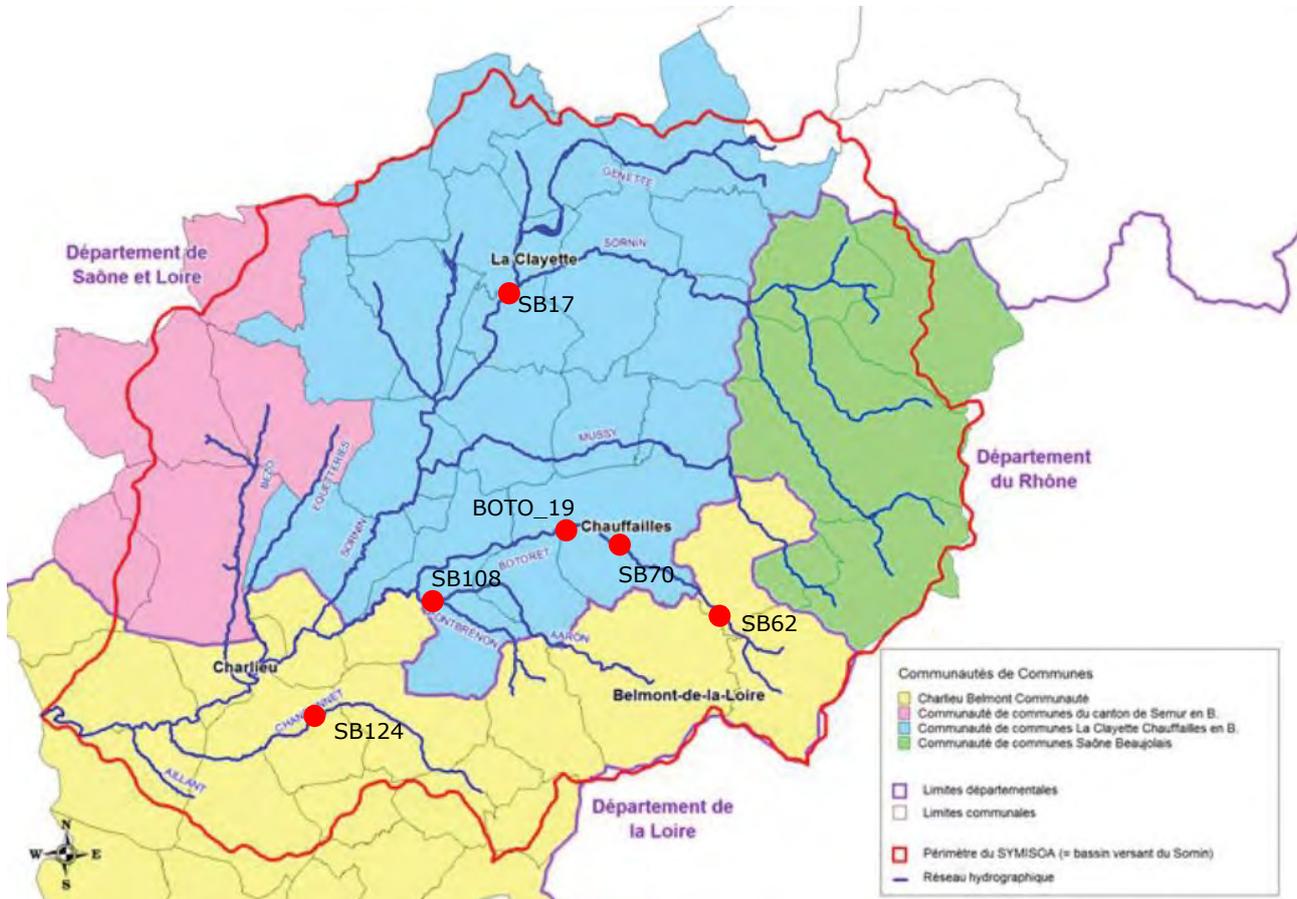


Figure 3 : Carte du bassin versant du Sornin

Au niveau de l'ouvrage SB108, le bassin versant récupère l'eau sur 42 km
 Au niveau de l'ouvrage BOTO_19, le bassin versant récupère l'eau sur 39 km
 Au niveau de l'ouvrage SB17, le bassin versant récupère l'eau sur 141 km
 Au niveau de l'ouvrage SB62, le bassin versant récupère l'eau sur 3,3 km
 Au niveau de l'ouvrage SB170, le bassin versant récupère l'eau sur 34,4 km
 Au niveau de l'ouvrage SB124, le bassin versant récupère l'eau sur 22 km

2.4 - CONTEXTE VIS-A-VIS DES RISQUES NATURELS

2.4.1 - Sismicité

Conformément au décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010 relatif à la délimitation du zonage sismique du territoire français, les ouvrages sont situés en zone de sismicité 2 (faible).

2.4.2 - Inondation

Les ouvrages ne sont pas localisés dans un Territoire à Risque important d'Inondation (TRI).

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>Disjointoiement</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
	Erosion	0
	Obstacle	2
	Lacune	1
	<i>Lacune</i>	1
	Descellement	0
	Descellement	0
	Affouillement	2
	Disjointoiement	1
	Disjointoiement	1
	Disjointoiement	1
	Lacune	0
Disjointoiement	0	
Disjointoiement	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>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</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"> — Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs. <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"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — 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).
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</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"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — 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. <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"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — 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. <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"> — 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). — 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.

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 SB70

DOSSIER N°	19-668	CLIENT	CESAME	INTERVENANTS		V. LÉGAL T. DERELY	DATE	05/12/2019 15/07/2020	
Commune :	Chauffailles	Nom	ID 7	Type d'ouvrage	Seuil en pierre	Géométrie	L : 8 m	H : 1,5 m	l : 1,4m



Commentaire : Une érosion globale a été constatée l'ouvrage. Des descellements ont également été observés. L'érosion est plus marquée à ces endroits. Des zones de sédimentations ont été relevées au milieu du cours d'eau et en pied de seuil.

FICHE DE DESORDRE N°1 DE L'OUVRAGE SB70

Nature	Sédimentation	Localisation	Milieu et rive gauche du cours d'eau	Niveau de gravité	1	Quantité	2-3 m3
--------	---------------	--------------	--------------------------------------	-------------------	---	----------	--------



Commentaire : Ce phénomène est dû aux désordres 1 et 2. Les affaissements localisés rive gauche et rive droite du seuil ont pour conséquence d'augmenter le débit à ces endroits et de chasser les sédiments de part et d'autres et de créer ces accumulations.

FICHE DE DESORDRE N°2 DE L'OUVRAGE SB70

Nature	Descellement	Localisation	Rive droite, seuil	Niveau de gravité	2	Quantité	0,5 -1 m3
--------	--------------	--------------	--------------------	-------------------	---	----------	-----------



Commentaire : Descellement important de blocs constituant le seuil. Les blocs semblent être présents en pied. Ces descellements ont pour conséquence un abaissement du niveau du seuil et une accélération du débit à cet endroit.

FICHE DE DESORDRE N°3 DE L'OUVRAGE SB70

Nature	Descellement	Localisation	Rive gauche, seuil	Niveau de gravité	2	Quantité	1 m3
--------	--------------	--------------	--------------------	-------------------	---	----------	------



Commentaire : Descellement important de blocs constituant le seuil. Ces descelllements ont pour conséquence un abaissement du niveau du seuil et une accélération du débit à cet endroit.

FICHE DE DESORDRE N°4 DE L'OUVRAGE SB70

Nature	Descellements	Localisation	Avoisinant, mur de soutènement rive gauche	Niveau de gravité	2	Quantité	1m3
--------	---------------	--------------	--	-------------------	---	----------	-----



Commentaire : Descellements multiples sur mur de soutènement en pierres sèches. Mauvais état général avec fruit négatif.

FICHE DE DESORDRE N°5 DE L'OUVRAGE SB70

Nature	Bombement / descellements	Localisation	Avoisinant, rive droite	Niveau de gravité	2	Quantité	1-2 m3
--------	------------------------------	--------------	-------------------------	-------------------	---	----------	--------



Commentaire : Descellements multiples (rouge) à noter sur l'ensemble du mur en pierres sèches ainsi qu'un bombement (jaune).