



Syndicat Mixte des rivières du Sornin et de ses affluents
12, rue Jean Morel
42190 CHARLIEU

Restauration du tronçon du Sornin à la traversée de Charlieu

PHASE 1 : Etat des lieux

Rapport final

Février 2011

<p>Mandataire - hydrogéomorphologie</p>  <p>100, rue des Fougères 69009 LYON Tel/fax : 04.78.83.68.89 Mob : 06.88.31.27.46 www.dynamiquehydro.fr</p>	<p>Co- traitant - hydro- écologie et génie végétal</p>  <p>1940 Route des Cévennes 30 200 Bagnols-sur-Cèze Tél/Fax : 04 66 89 63 52 E mail : riparia@riparia.fr www.riparia.fr</p>	<p>Sous-traitant - ouvrages d'art et génie civil</p>  <p>133, Rue Chateaubriand 63100 Clermont-Ferrand Tél. : 04.73.37.08.73 Fax : 04.73.31.11.67 Email : ahzami@igioa.fr</p>	<p>Sous-traitant - hydraulique</p>  <p>32 chemin de bier 38110 SAINTE-BLANDINE Tél : 06.08.41.65.62 Fax : 04.74.83.39.12 Email : pierregrandidier@orange.fr</p>
---	---	---	--

Etude financée avec le concours de :

 <p>Établissement public du ministère chargé du développement durable</p>		
--	--	---

SOMMAIRE

<u>I.</u>	<u>LOCALISATION</u>	<u>2</u>
<u>II.</u>	<u>METHODOLOGIE</u>	<u>3</u>
<u>III.</u>	<u>SECTORISATION</u>	<u>3</u>
<u>IV.</u>	<u>EXPERTISE MORPHODYNAMIQUE</u>	<u>5</u>
IV.1.	SECTEUR 1 : DE LA CONFLUENCE DU BEZO A L'AVAL DU CAMPING (PK 0 A 530)	5
IV.2.	SECTEUR 2 : DE L'AVAL DU CAMPING AU PONT DE PIERRE (PK 530 A 1050)	7
IV.3.	SECTEUR 3 : DU PONT DE PIERRE AU SEUIL DES POMPIERS (PK 1050 A 1470)	8
IV.4.	SECTEUR 4 : DU SEUIL DES POMPIERS A L'AVAL DE LA STEP (PK 1470 A 2330)	9
IV.5.	SECTEUR 5 : LE BIEF DES POMPIERS	10
<u>V.</u>	<u>EXPERTISE HYDRO-ECOLOGIQUE</u>	<u>11</u>
V.1.1.	TRONÇON AMONT	11
V.1.2.	TRONÇON INTERMEDIAIRE	12
V.1.3.	TRONÇON AVAL	13
V.1.4.	BIEF DES POMPIERS	13
V.2.	CONTEXTE PISCICOLE DU TRONÇON D'ETUDE	14
V.3.	CONTEXTE NATURALISTE DU TRONÇON D'ETUDE	15

ANNEXE 1 : DESCRIPTION PAR SECTEUR

**ANNEXE 2 : DIAGNOSTIC DU SEUIL DES POMPIERS ET
GENIE CIVIL**

ANNEXE 3 : ETUDE HYDRAULIQUE

I. LOCALISATION

Le secteur d'étude comporte le Sornin de la confluence avec le Bézou jusqu'à l'aval de l'ancienne station d'épuration de Charlieu. Le tronçon d'étude mesure au total 2.3 km de cours d'eau, soit près de 5 km de berges.

Il inclut également le bief des pompiers, d'une longueur d'environ 400 mètres.

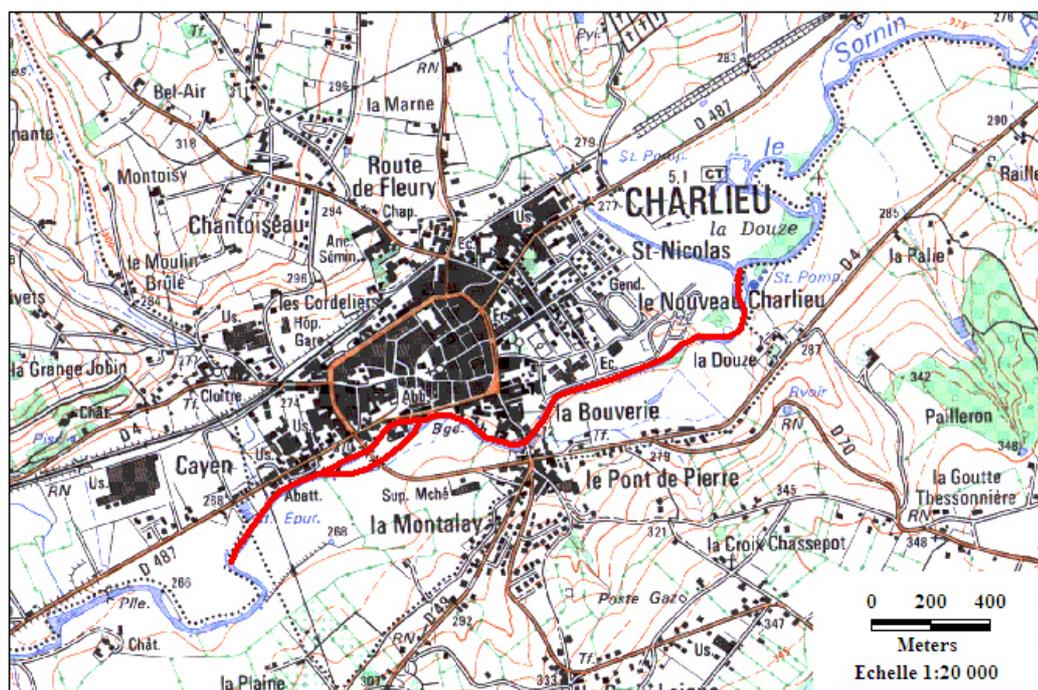


Figure 1 : Délimitation de la zone d'étude

II. METHODOLOGIE

L'approche hydro-écologique, morphologique et l'expertise des ouvrages se base essentiellement sur une expertise de terrain, effectuée par voie pédestre les 20 novembre 2008 et 19 janvier 2009, et par voie fluviale le 19 janvier 2009.

Cette phase de terrain est complétée par une approche bibliographique (documents du contrat de rivière, photo aériennes, profils en log antérieurs, ...), les données piscicoles fournies par la fédération de pêche de la Loire, et les données naturalistes collectées auprès de l'Association de Roannaise de Protection de la Nature (ARPN), rencontrée le 18 mars 2009 à Charlieu.

III. SECTORISATION

Deux sectorisations distinctes ont été réalisées :

- **Une sectorisation « globale »**, qui convient particulièrement bien à l'approche morphologique de la zone d'étude. Quatre tronçons à la dynamique fluviale homogène ont été identifiés. A ces tronçons se rajoute le bief des pompiers.

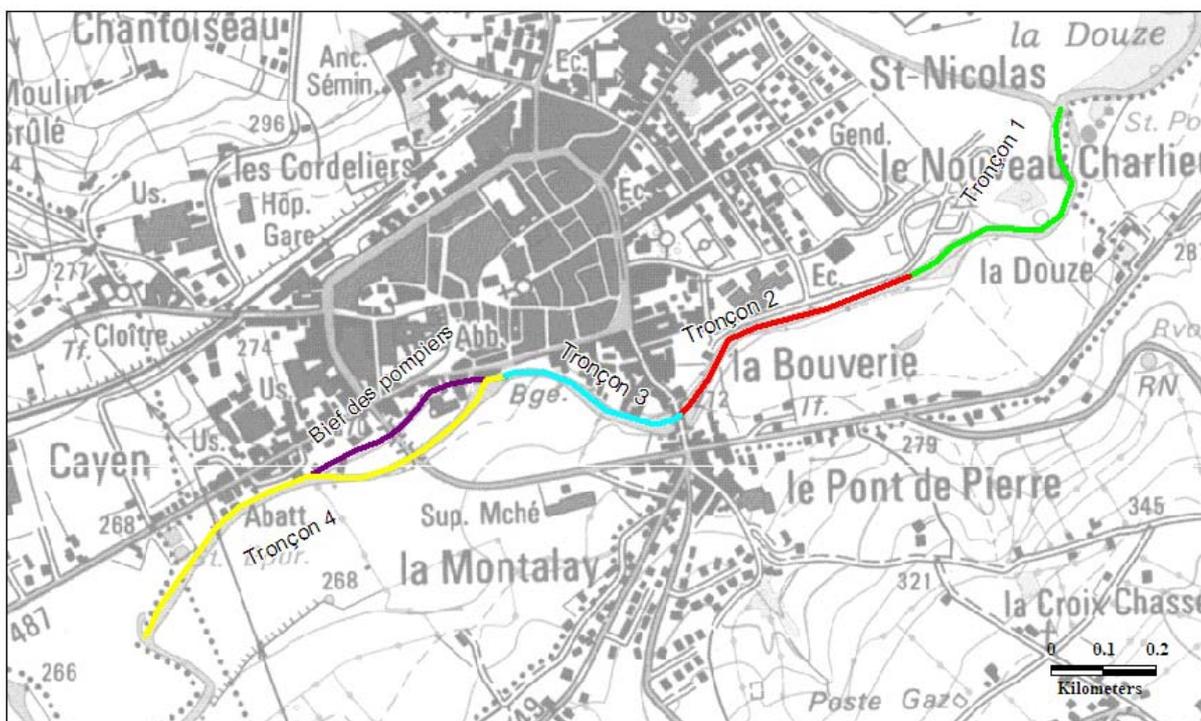


Figure 2 : Découpage du secteur d'étude en 4 grands tronçons

- **Une sectorisation fine** : compte tenu du caractère opérationnel de cette expertise qui a pour objectif d'aboutir à des scénarii, Riparia a procédé à un redécoupage qui identifie chaque modification (géométrie de la berge, occupation des sols, nature de la berge...) et qui aboutit à :
 - o 30 secteurs en rive droite (D1 à D30),
 - o 16 secteurs en rive gauche (G1 à G16) et
 - o 8 secteurs sur le bief (BD1 à BD4 et BG1 à BG4).

Le descriptif de ces secteurs est consultable dans un rapport à part qui comporte, pour chaque secteur :

1. Le linéaire correspondant,
2. L'état de la végétation,
3. La nature, les caractéristiques et l'état des berges,
4. L'occupation des sols à l'arrière berge,
5. Les problématiques,
6. L'enjeu et l'urgence d'une intervention,
7. Les propositions d'intervention, par grands principes,
8. Un estimatif sommaire des couts.

L'urgence : 3 classes d'urgence ont été établies, de 1 (urgent) à 3 (peu urgent). Elle permet de hiérarchiser les travaux à réaliser à l'échelle du tronçon d'étude.

Les propositions d'intervention sont données à ce stade de l'étude afin que le maître d'ouvrage puisse d'ores et déjà, à la vue de l'expertise par secteur, ré-orienter la direction à prendre secteur par secteur à l'AVP.

Il s'agit également d'avoir à l'esprit **le coût** de chaque intervention, afin de définir dès l'AVP des travaux en cohérence avec l'investissement et les moyens financiers que le syndicat, la communauté de communes et la commune veulent allouer au tronçon. Le coût annoncé est ici un cout estimatif global soumis à des aléas non maîtrisés à ce stade de l'étude (ex : présence de réseaux, ...). Il peut être amené à évoluer dans les phases suivantes de l'étude.

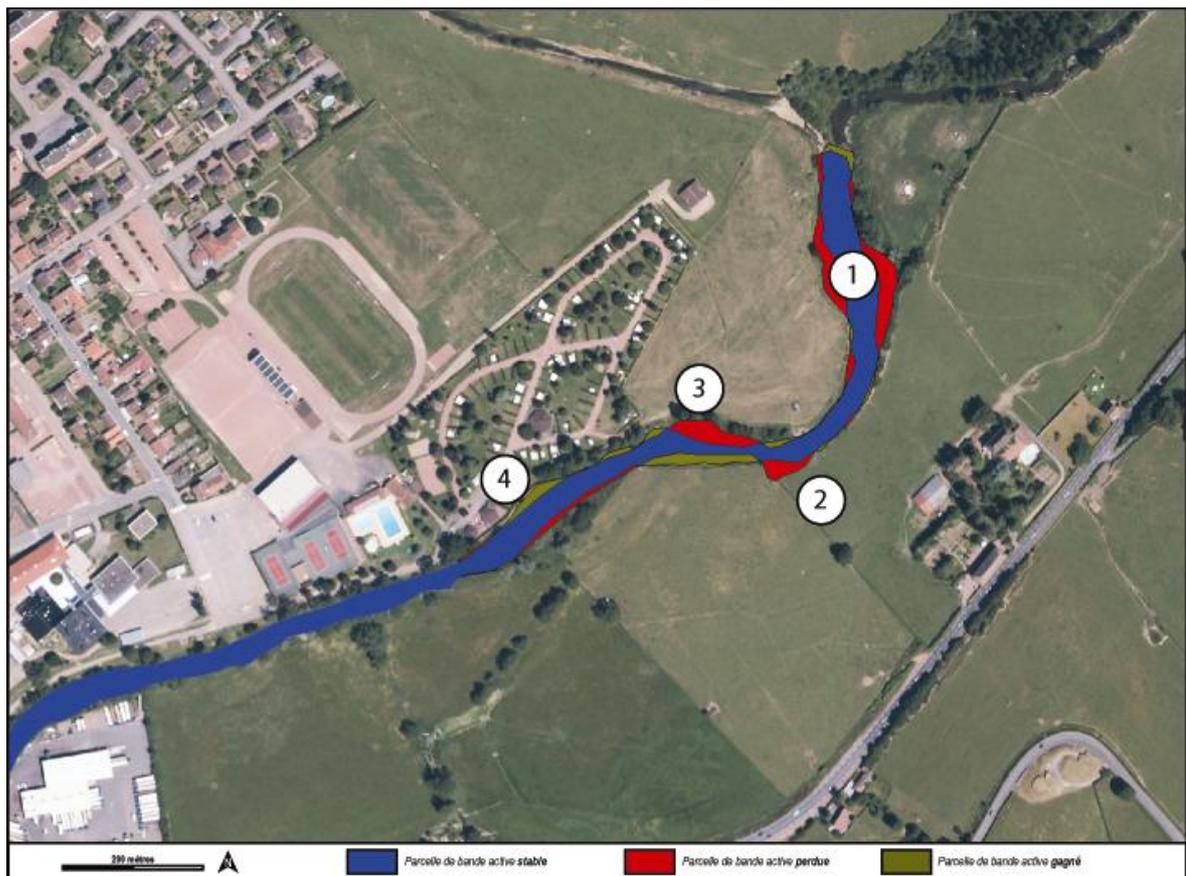
IV. EXPERTISE MORPHODYNAMIQUE

IV.1. SECTEUR 1 : DE LA CONFLUENCE DU BEZO A L'AVAL DU CAMPING (PK 0 A 530)

Il s'agit ici du secteur le plus dynamique. On a une alternance régulière de faciès (seuil-mouille-plat) et des dépôts sédimentaires nombreux et plus ou moins mobiles. L'analyse diachronique des tracés a mis en avant cette dynamique locale. La carte 1 nous montre l'évolution de la bande active au cours de deux périodes récentes (1954-1979 et 1979-2007).

A l'aval du secteur, au droit des caissons végétalisés, la puissance spécifique est d'environ 90 W.m^{-2} et les forces d'arrachement sont d'environ 40 N.m^2 lors des crues plein bord. Ces valeurs sont faibles mais suffisantes pour que le chenal migre et se réajuste. Cette dynamique est d'autant plus vive que les berges sont érodables avec une valeur seuil de résistance aux forces d'arrachement comprise entre 20 et 100 N.m^2 dans la partie amont (exceptées les zones aménagées).

Au cours de la première période, le chenal du Sornin s'est fortement élargi (+60% de largeur moyenne) puis s'est contracté. La carte ci-dessous permet de localiser les 4 zones que nous distinguerons.



Zone 1 : Le chenal s'est fortement contracté dans ce secteur. Il faut toutefois noter que les espaces perdus constituent aujourd'hui des annexes hydrauliques. La pression hydraulique se porte préférentiellement en rive droite avec un linéaire important de berges érodées.



Erosion de berge en rive droite. On voit la charge grossière contenue dans la berge et héritée du transport solide du Sornin



Espace perdu par la bande active en extrême amont du tronçon. On voit la faible hauteur de la terrasse alluviale et la conquête végétale adaptée aux conditions locales

Zone 2 : L'anse de dissipation a été remblayée. Aujourd'hui le processus est de nouveau déclenché. Il ne s'agit pas d'une migration du chenal car le seuil et ses assises en berges fixent fortement la bande active. Il s'agit ici de l'évolution normale d'une berge en aval d'un seuil. L'anse de dissipation qui se crée est le résultat de l'augmentation des forces hydrauliques due à l'accélération du courant. Cet espace de fonctionnement gagné par le cours d'eau est à conserver pour assurer la pérennité de l'ouvrage et le bon fonctionnement de l'hydrosystème.

Zone 3 : L'espace perdu est resté ici une annexe hydraulique. Les caractéristiques sont similaires aux espaces perdus en amont du secteur. Les photos ci-dessous illustrent ces caractéristiques.



Zone2

Anse de dissipation en rive gauche en aval du seuil



Zone 3

Espace perdu non compris aujourd'hui dans la bande active

Zone 4 : Cette zone est la plus problématique du secteur car il y a un conflit entre l'utilisation de l'espace en haut de talus (promenade et camping) et la dynamique fluviale. La pression exercée en rive droite est importante et la présence du banc, due aux conditions topographiques et sédimentaires locales augmente les contraintes en rive droite.



Vue du banc depuis l'aval (volume estimé entre 250 et 300 m³)



La présence du banc accroît la pression hydraulique en rive droite, sur le caisson.

D'une manière générale, il est important de mentionner l'engraissement du tronçon. L'analyse des profils en long a montré un exhaussement régulier du secteur (*cf.* carte 2). On a évalué la croissance du stockage à 650 m³, soit une augmentation moyenne de l'altitude de la bande active de 0,06 mètre. Ces résultats sont issus de l'analyse de l'altitude du talweg et les conclusions que l'on peut en tirer doivent être mesurées car elles tiennent peu compte des dépôts sédimentaires ponctuels. La propagation de sédiments venus de l'amont est néanmoins probable.

IV.2. SECTEUR 2 : DE L'AVAL DU CAMPING AU PONT DE PIERRE (PK 530 A 1050)

Ce secteur est situé en aval de la zone active du tronçon. Les berges y sont « fixes » mais fortement détériorées. L'état des berges est l'élément clé de ce secteur. On a relevé de nombreuses érosions en amont des arbres et des affouillements fréquents des talus. Les photos ci-dessous nous montrent des exemples de ces phénomènes.



Erosion amplifiée par la présence du point dur. L'arbre provoque des turbulences qui augmentent les vitesses et les forces d'arrachement.



On voit ici l'affouillement du talus à sa base.

Les phénomènes d'affouillement observés en rive droite notamment, sont un signe d'une possible incision. Incision confirmée par l'étude des profils en long de 2001 et 2009. On a évalué le déstockage à environ 620 m^3 (0,07m d'incision avec des valeurs croissantes vers l'aval). Ce secteur apparaît clairement comme un secteur fragile qu'il s'agira de traiter.

IV.3. SECTEUR 3 : DU PONT DE PIERRE AU SEUIL DES POMPIERS (PK 1050 A 1470)

Ce secteur correspond à la retenue du seuil. Les vitesses d'écoulement y sont faibles et la lame d'eau importante. Ce secteur a été impacté par la rupture partielle du seuil en 2003. Il est toutefois important de nuancer cette affirmation car l'étude des profils a montré une incision partielle de la retenue mais également des exhaussements localisés. Il est vraisemblable que des mouvements au sein de la masse sédimentaire aient modifié la bathymétrie du chenal sans qu'il y ait eu de déstockage massif. Ce faible déstockage s'explique par le fonctionnement de la retenue avant la rupture du seuil. En effet, le stockage des sédiments était limité par le bief, dont l'entrée est plus basse que la crête du seuil, et par lequel transitaient et transitent encore des sédiments. Ce fonctionnement a donc atténué les effets de la rupture du seuil, d'autant que la rupture n'est aujourd'hui que partielle (environ 60 cm d'abaissement sur un cinquième de sa longueur).

Le bilan sédimentaire du secteur est donc à considérer avec précaution. Nous avons néanmoins évalué le déstockage à 470 m^3 , soit 0,04 mètre d'incision. Il est évident qu'une rupture totale du seuil aurait des conséquences importantes sur le niveau de base du chenal dans le secteur.

IV.4. SECTEUR 4 : DU SEUIL DES POMPIERS A L'AVAL DE LA STEP (PK 1470 A 2330)

Ce secteur, situé à l'aval du tronçon, présente la particularité d'être totalement aménagé en rive droite et totalement ouvert en rive gauche. Les analyses diachroniques en plan et en altitude nous montrent une relative stabilité d'une part et un léger exhaussement d'autre part.

Une migration du chenal en rive gauche

Entre 1954 et 2007, le chenal a légèrement migré en rive droite mais ces espaces gagnés mis en avant dans la carte sont faibles (environ 1 m) et entrent dans la marge d'erreur inhérente à la méthodologie employée. On voit toutefois clairement aujourd'hui, de nombreuses encoches d'érosion en rive gauche. Ces érosions sont dues à la faible végétalisation des berges. Ces phénomènes sont d'autant plus forts que la cohésion des berges est faible surtout à la base. Elles sont constituées de cailloutis de petite section en pied (dépôts fluviaux avec un D_{50} inférieur à 30mm).

Ces phénomènes d'érosion sont également amplifiés par quelques aménagements en saillie en rive droite et par la présence d'arbre et d'anciennes terrasses végétalisées augmentant les forces tractrices en berge.



L'exhaussement du chenal

L'étude des profils en long a mis en avant l'exhaussement de la bande active. Cet exhaussement est dû au déstockage de la retenue du seuil des Pompiers. Les volumes supplémentaires ont été évalués à environ 2600 m³ (0,18 m d'exhaussement moyen). Ces volumes sont dus à la vidange partielle de la retenue et à l'érosion du banc en aval du seuil depuis 2003. Les nouvelles conditions d'écoulement sont plus propices au transit des sédiments. L'encoche créée au centre du seuil concentre les écoulements lors des crues de

fréquence forte (Q_1 et Q_{pb}) à moyenne et favorise la reprise des matériaux. Le déstockage du banc a été estimé à presque 1000 m³.

Il est important aussi de noter que le lit s'est fortement élargit et que les dépôts sédimentaires sont naturellement plus importants. De plus, que les berges érodées produisent également de la charge de fond. On estime cette production à environ 80 m³.an⁻¹ (soit plus de 500m³ depuis 2002).

Pour synthèse, le bilan sédimentaire du secteur s'explique par 4 phénomènes :

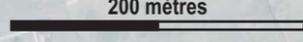
- La vidange partielle de la retenue,
- L'érosion du banc et aval du seuil des Pompiers,
- La production sédimentaire locale de berges,
- La diminution des capacités de charriage due à l'élargissement du lit mineur (la puissance spécifique est ici inférieure à 15 W.m⁻²)

IV.5. SECTEUR 5 : LE BIEF DES POMPIERS

Comme évoqué dans la description du tronçon 3, un transit des sédiments s'opère via le bief. On observe la charge dans le fond du lit. La rapidité du transit ne permet pas les dépôts sédimentaires (seuls quelques dépôts résiduels ont été observés). D'un point de vue morphodynamique, le fonctionnement du bief est assez uniforme.

 Enjeux mis ou pouvant être mis en péril
 Désordre majeur (niveau de l'aléa)
 Désordre secondaire (niveau de l'aléa)

 Sens d'une érosion ponctuelle


 200 mètres



5 Ce tronçon est peu dynamique mais les aménagements de berges sont anciens

OBJECTIF
Maintenir en l'état le secteur

Léger affouillement des berges dû à la diminution de la charge en transit et à la vétusté des aménagements

Erosion ponctuelle et régulière des berges

Erosion régressive due à la rupture du seuil

Berges endommagées
- Erosion due à la rupture du seuil
- Vétusté des aménagements

Erosion de berge en amont de l'ouvrage

Erosion régressive liée en partie à l'évacuation des blocs

Berges hautes et fragiles, sensibles à l'érosion

Berges fragiles, sensibles à l'érosion

Affouillement prononcé du talus

Erosion de berge

4 Ce tronçon peu dynamique est fragilisé par l'absence de végétation en rive gauche

OBJECTIF
En plus de garantir l'unique enjeux pouvant être mis en péril à moyen terme, il peut être opportun de végétaliser les berges pour répondre à une problématique écologique

3 Ce tronçon est très contraint et l'équilibre morphodynamique de référence est bouleversé par la rupture du seuil en 2003.

OBJECTIF
Stabiliser l'altitude du lit pour retrouver un état de référence compatible avec l'aménagement des berges

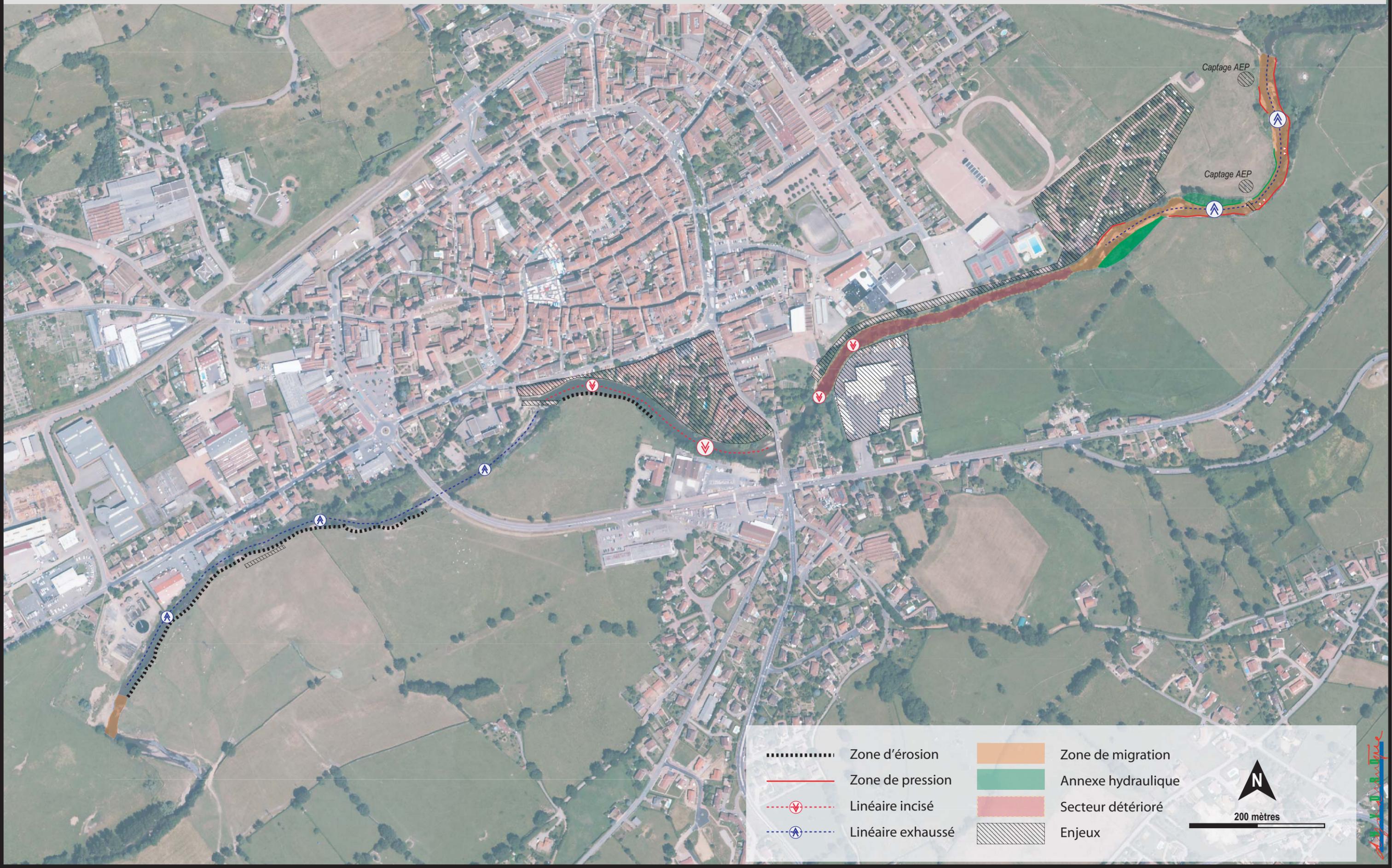
2 Même si le secteur est peu dynamique, les berges sont "fragiles"

OBJECTIF
Assurer la pérennité des usages tout en améliorant la valeur patrimoniale du Sornin

1 La dynamique de ce tronçon est à conserver tout en pérennisant les usages riverains (captage et camping)

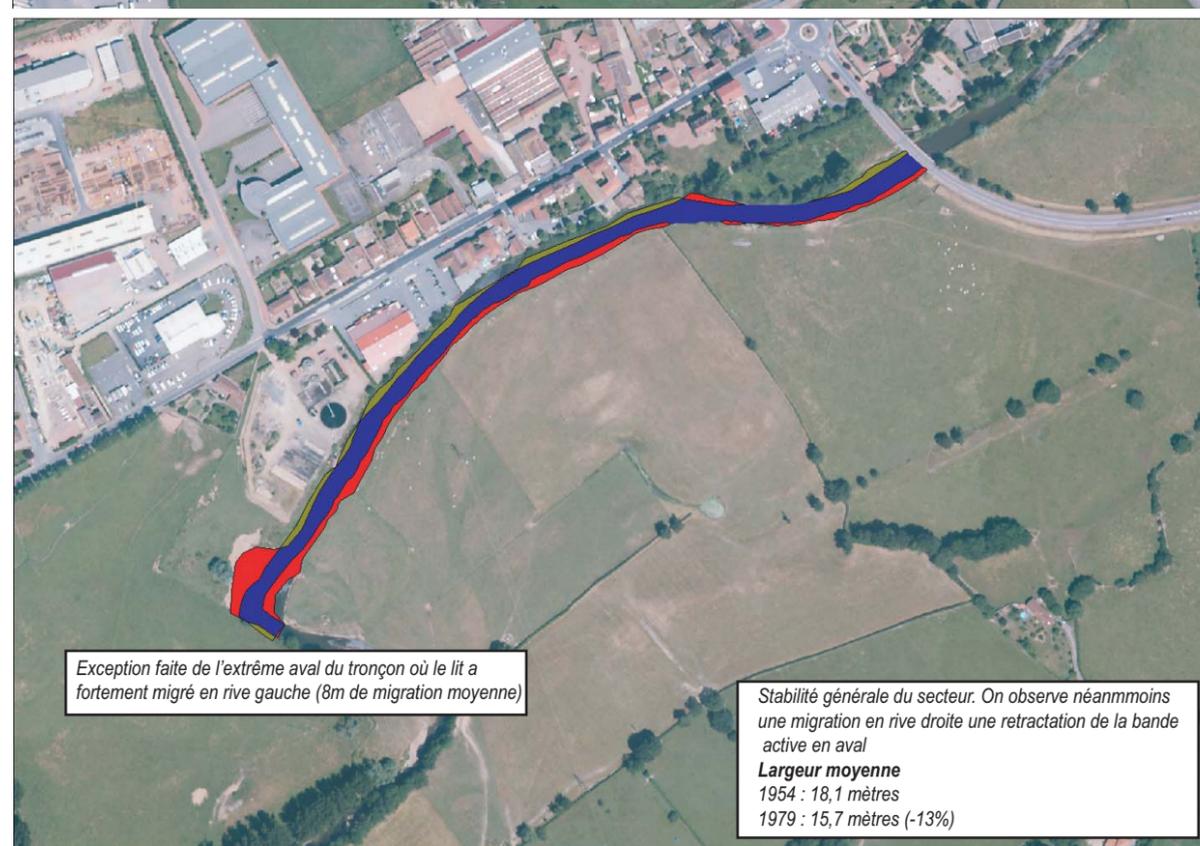
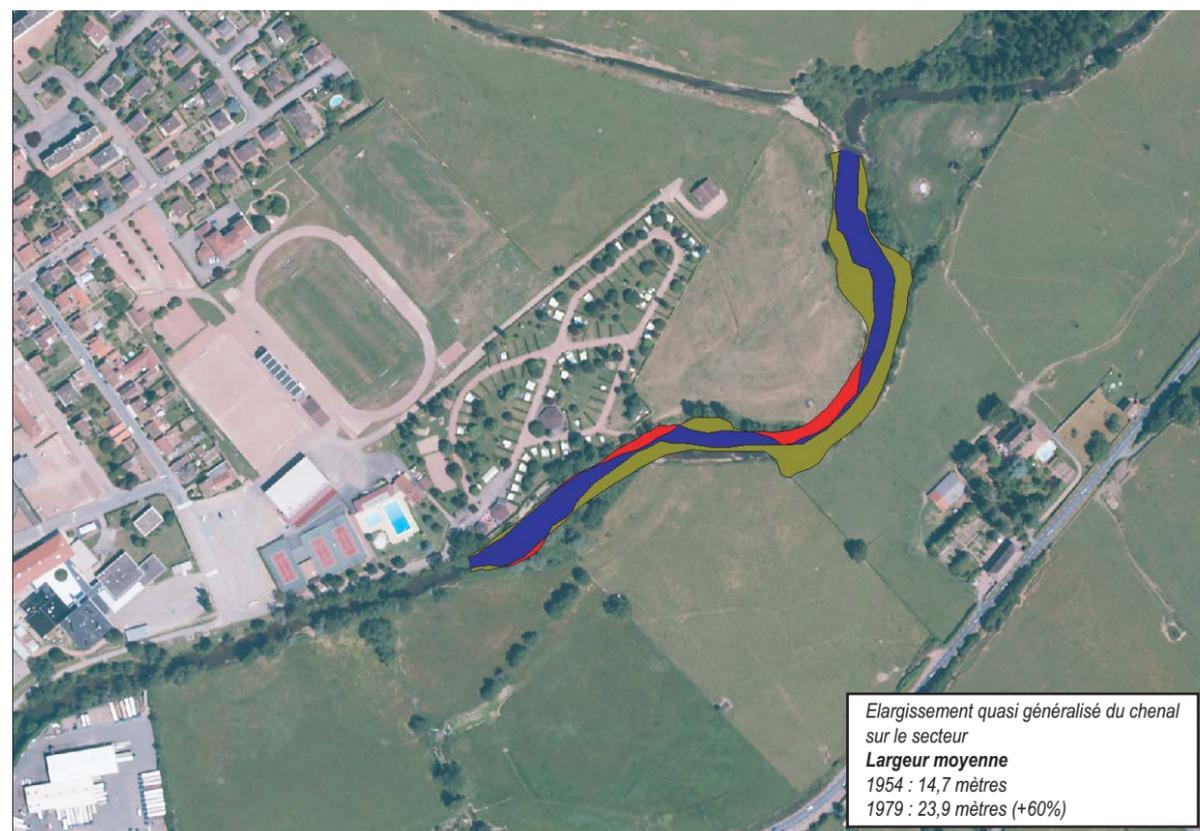
OBJECTIF
Maintenir au mieux l'équilibre morphodynamique en ne stabilisant et ne contraignant que ponctuellement le chenal



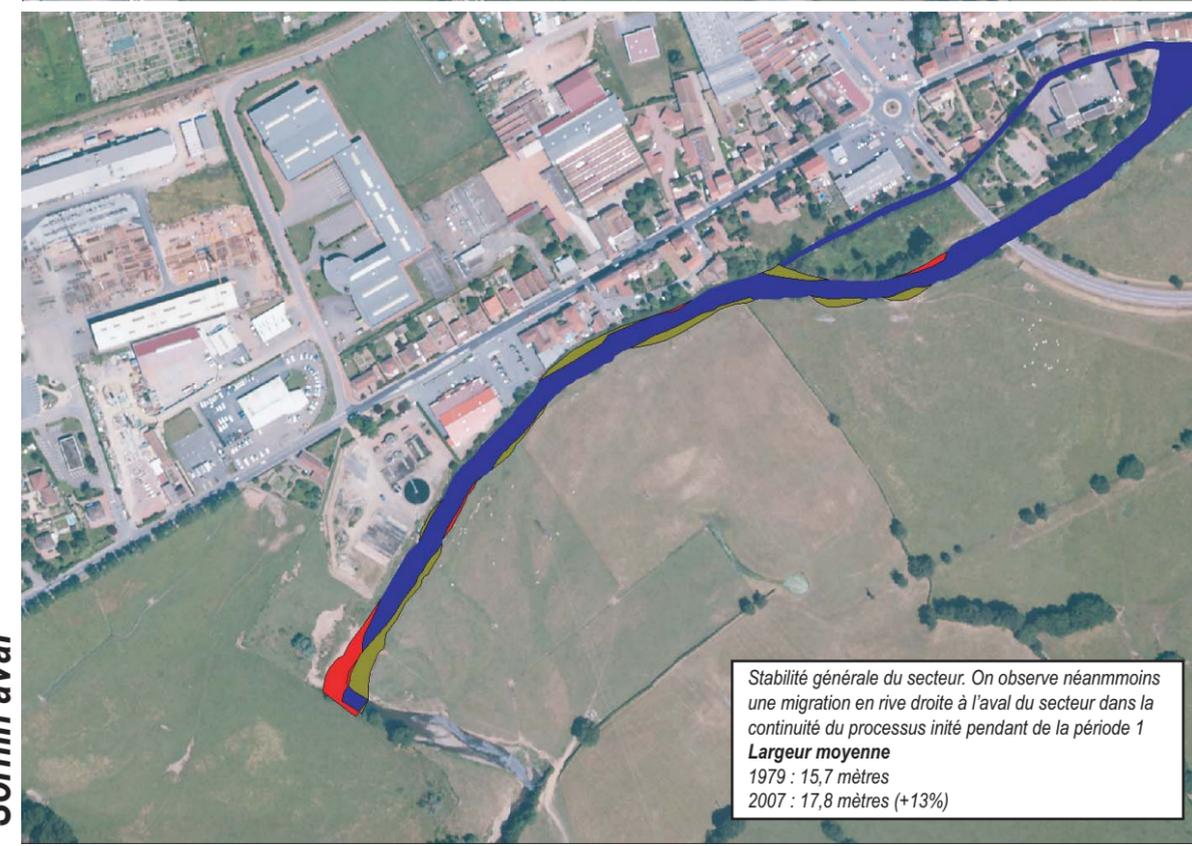
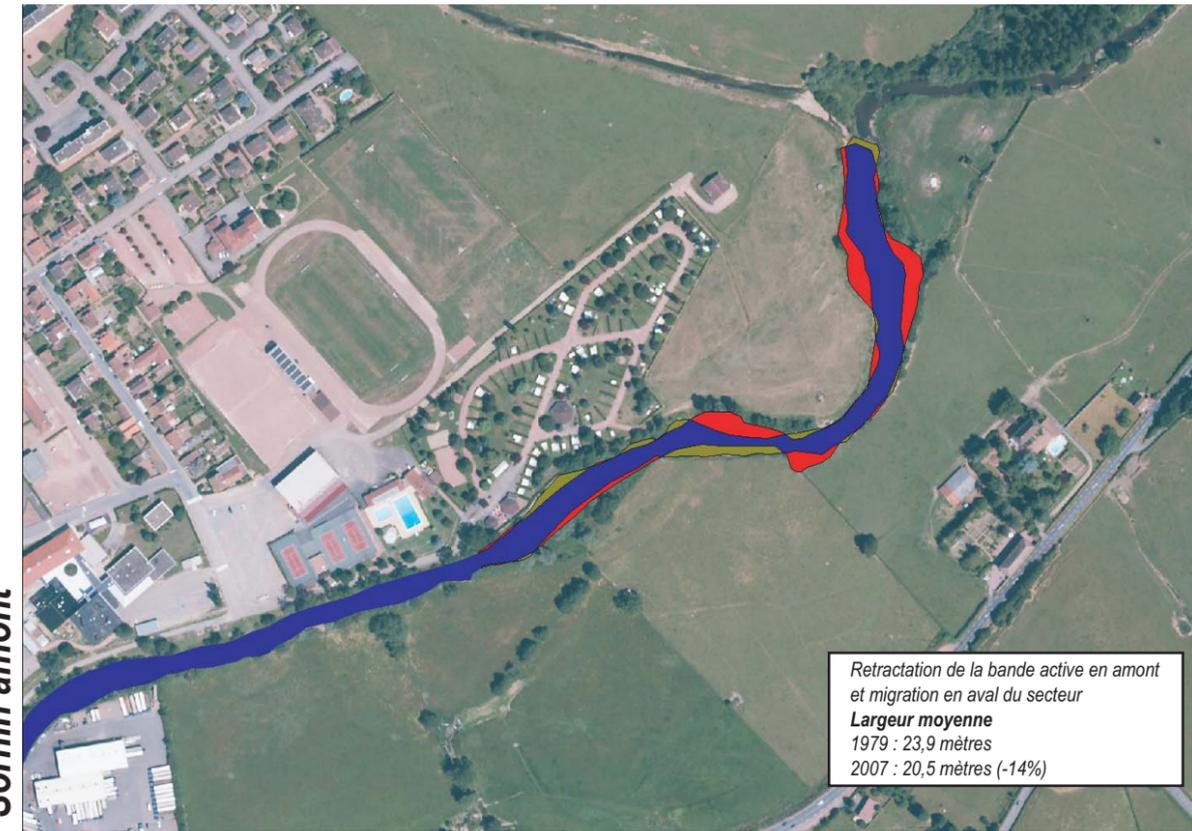




PERIODE 1 : 1954 - 1979



PERIODE 1 : 1979 - 2007



200 mètres



 Parcelle de bande active **stable**

 Parcelle de bande active **perdue**

 Parcelle de bande active **gagné**

V. EXPERTISE HYDRO-ÉCOLOGIQUE

Le détail de chaque secteur doit être consulté dans le recueil de secteurs ci-joint, **qui constituent l'essentiel de l'expertise hydroécologique des berges**, ainsi que sur la cartographie qui s'y rapporte (planches 1 et 2).

Afin de synthétiser l'approche hydroécologique à l'échelle de la zone d'étude, trois nouvelles zones ont été identifiées sur le Sornin, qui ne coïncident pas tout à fait au découpage morphologique :

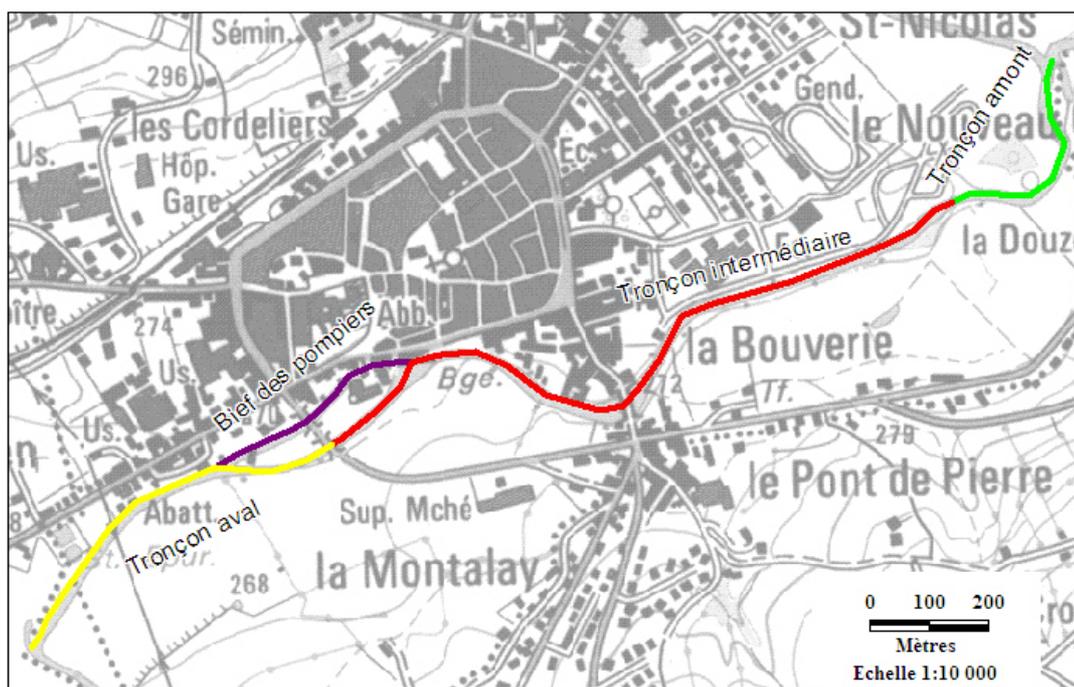


Figure 3 : Trois tronçons hydro-écologiques

V.1.1. Tronçon amont

Il s'agit d'un tronçon totalement naturel, bordé uniquement de pâtures. Il comprend les secteurs D1 à D4 en rive droite et G1 à G5 en rive gauche.

Les problématiques hydroécologiques de ce tronçon portent sur :

- La présence de renouée du japon : un foyer important, de 200 m² et 3 foyers plus restreints ;
- La présence d'une zone importante de décharge en berge,
- La ripisylve, souvent absente ou éparse, qui s'accompagne d'érosions importantes. Ces érosions ne constituent pas une problématique en tant que telle, mais peuvent être traitées dans l'esprit général du contrat de rivière Sornin, qui adopte une démarche globale de lutte contre les grandes érosions afin de limiter les apports de matières en suspension dans le cours d'eau et de favoriser l'ombrage du cours d'eau en étiage.

Les interventions préconisées portent donc sur des travaux classiques de lutte contre la renouée du Japon, traitement classique de ripisylve et reprise d'érosion à l'aide de techniques rustiques et peu onéreuses.

V.1.2. Tronçon intermédiaire

Ce tronçon se caractérise par son caractère totalement péri-urbain. Il borde à la fois :

- Des espaces publics : camping municipal, promenade, collège, parc public, qui sont donc situés respectivement à l'amont et à l'aval du tronçon rive droite ;
- Des habitations : maisons et jardins privés, en milieu de tronçon ;
- Des entreprises : deux plateformes commerciales (un transporteur routier et une plateforme de matériaux) et un espace hôtelier, en milieu de tronçon rive gauche,
- Deux espaces agricoles (pâturages), à l'amont et à l'aval du tronçon rive gauche, et faisant face à des espaces publics fréquentés.

Les problématiques touchant aux berges et à la végétation rivulaire portent essentiellement sur :

- Le caractère très instable et dégradé de la ripisylve en place, qui rallie des enjeux à la fois sécuritaires, paysagers et écologiques ;
- La présence d'un patchwork de protections de berges et de berges artificielles le long des différentes propriétés privées ;
- La « déconnexion » totale des riverains et habitants de Charlieu au Sornin, voir de l'agrément qu'il représente pour le camping malgré sa proximité,
- La présence, ponctuelle mais multiple, de foyers de renouée du Japon.

Ainsi, les interventions qui peuvent être définies sur ce tronçon sont éminemment dépendantes de :

- **l'orientation que souhaite donner la commune aux deux espaces publics** qui se répartissent entre le camping et le collège rive droite en amont d'une part, et entre le parking du boulevard Eugénie Guinault au parc public rive droite en aval d'autre part, et à la rive gauche, uniquement constituée de pâtures, qui leur fait face ;
- **l'intervention que souhaite réaliser la maîtrise d'ouvrage sur les ouvrages privés** au droit de bâtiments d'habitation et au droit de jardins privés ;
- **les moyens financiers qui peuvent/veulent être mis sur ces différents secteurs** : il peut s'agir d'un simple entretien avec abattages et bouturages et plantations, variant de 5 à 30 € le mètre linéaire en moyenne, à une renaturation écologique et paysagère de la berge avec retalutage et utilisation de techniques de plantations et de stabilisation plus techniques, le prix pouvant alors varier de 150 à 400 € le mètre linéaire en fonction de la configuration du site.
- **La disponibilité foncière** à l'arrière de certaines berges sensibles, notamment au droit des plateformes économiques (Point P et transporteur).

V.1.3. Tronçon aval

La rive droite et la rive gauche présentent chacune deux problématiques totalement distinctes :

- La rive droite est caractérisée par une majorité de berges artificielles ou « semi-artificielles » dans un état moyen à médiocre,
- La rive gauche est un secteur homogène naturel, dénué de végétation rivulaire, et pourrait presque s'apparenter à une grande érosion sur la majorité du linéaire.

Une renaturation de la rive droite ne semble pas opportune à cet endroit de Charlieu, trop excentré du centre ville. Il est donc proposé des interventions simples, rustiques et peu coûteuses, qui n'apporteront pas de plus value paysagère ou écologique forte, mais sont suffisante en l'état pour permettre à moindre coût la tenue des berges en place, colonisées par la végétation.

Deux foyers de renouée du Japon devront être traités. A l'aval, la destruction de la Station d'épuration peut également s'accompagner d'une reprise de berge dans le cadre du présent projet d'aménagement, mais elle dépend là aussi de la volonté de la commune et des moyens financiers à y allouer.

La rive gauche peut être appréhendée dans l'esprit général du contrat de rivière Sornin, qui préconise une reprise des grandes érosions afin de limiter le départ de fines dans le cours d'eau et d'augmenter les zones d'ombrage de l'eau en étiage. Des travaux simples et peu coûteux de légers retalutages et de plantations pourront donc être proposés, le linéaire dépendant de la capacité financière que le maître d'ouvrage souhaitera allouer à cette opération. Ponctuellement, la présence de 2 pylônes électriques proches du cours d'eau (6 mètres en retrait du front de la berge) justifie un aménagement plus sûr et plus important pour stopper l'érosion en cours avant qu'elle ne les menace directement.

V.1.4. Bief des pompiers

Il convient de différencier la partie amont de la RD4, artificielle tant par ses berges que l'occupation de sols (habitations, caserne des pompiers) de la partie aval, plus naturelle (berges naturelles ou le redevenant, île sans équipement et jardins).

Le traitement de ces berges dans le cadre du présent projet ne présente pas d'intérêt dans la partie amont : aucune alternative au génie civil ne peut être sérieusement envisagée. De plus, la reconnexion visuelle du parc urbain au bief ne semble pas opportune compte tenu du contexte : le vis-à-vis direct sur les terrasses des particuliers apporterait trop de désagrément à ces derniers.

A l'aval, au contraire, les berges, naturelles ou en voie de la devenir, sont bien dégradées, mais il est possible d'envisager une réhabilitation écologique de la berge. Il peut s'agir soit de travaux de petits terrassements et plantations, soit au contraire de moyens plus importants (retalutage et stabilisation végétale), notamment sur la rive gauche.

Les propositions à développer en avant-projet dépendront des orientations que voudront donner la municipalité, le syndicat et la communauté de communes à l'île.

V.2. CONTEXTE PISCICOLE DU TRONÇON D'ETUDE

Les éléments ci-dessous sont extraits de l'étude piscicole réalisée dans le cadre des études préalables du Contrat de Rivières par le bureau d'études Géo+. Il s'agit des éléments concernant le Sornin aval, dans lequel le tronçon d'étude se situe.

« La présence, récemment mise en évidence, de la **lamproie marine sur le secteur aval du Sornin avec reproduction avérée** (sources : Observation reproduction depuis 2000 - communication orale CSP 42 / Pêche électrique sur le Sornin en 2004 – capture d'adultes – photographie Fédération 42), fait partie des espèces dites « grands migrateurs » qui sont encore présentes sur le bassin de la Loire telle que l'alose, la truite de mer, le saumon atlantique et l'anguille.

Les autres migrateurs présents sur le Sornin sont l'anguille et le brochet.

Le Sornin aval est classé « rivière à migrateurs » dans le département de la Loire (source : Le Sornin : Appréciation de la capacité d'accueil pour le saumon atlantique – obstacles à la restauration d'une population de salmonidés – P.A. Larue, 1995) **et cet arrêté concerne les espèces : lamproie de rivière, lamproie marine, anguille, brochet** (source : CSP 42). Les obstacles présents sur le secteur doivent être équipés de moyens de franchissement.

(...)

Le facteur négatif principal est l'ensablement des fonds et le colmatage qui est issu de l'érosion des berges considérée comme très importante sur les secteurs de la confluence Loire à St-Denis-de-Cabane et limite département 71/69 jusqu'aux sources.

Pas de reproduction constatée sur le secteur. »

« **La libre circulation du poisson doit être assurée pour la lamproie marine mais également pour l'anguille.** Ces deux espèces disposent de capacités de franchissement importantes exception faite pour les ouvrages majeurs. Les ouvrages qui ont été identifiés dans l'étude **(3)(5)** comme difficilement franchissable sont le seuil de la D482 et le seuil au niveau de l'agglomération de Charlieu. L'un comme l'autre ne semble pas poser trop de problèmes puisque l'on retrouve de l'anguille et de la lamproie marine en amont de Charlieu. Mais il se peut que pour des conditions de débit limité, le franchissement soit impossible. De plus, le Sornin dans le département de la Loire est classé rivière à migrateur pour les espèces brochet, lamproie marine et fluviatile, l'anguille. Cela signifie l'obligation de pose de passes à poisson. Il se peut qu'une plus grande « perméabilité » à la migration puisse favoriser la présence d'un plus grand nombre d'individus.

❖ **Impacts et Facteurs limitants**

➤ **Les impacts**

Les principaux impacts recensés sont présentés par ordre d'importance décroissante :

1. **le réchauffement des eaux,**
2. **la qualité physico-chimique de l'eau dégradée à l'aval de Charlieu,**
3. **l'érosion et l'apport de matériaux fins.**

➤ **Les facteurs limitants**

Les facteurs limitants **(6)(7)** le développement des populations salmonicoles (qui se confond avec celui de la lamproie marine) sont présentés par ordre d'importance décroissante (uniquement pour les perturbations d'origine anthropique : **rouge** : impact **important** – **jaune** : **moyen** – **vert** : **faible**) :

- A ■ la **ripisylve** absente ou ponctuelle. L'étude (3) recense le linéaire de cours d'eau qui présentent un fort déficit soit, en amont de Charlieu, un déficit supérieur à 60%, en aval, le déficit est compris entre 40 et 60%.
- B ■ les **rejets d'eaux usées**. Les études (6) présentent l'impact du rejet des E.U. au niveau de l'agglomération de Charlieu (STEP et rejets diffus). La qualité physico-chimique de l'eau est moyenne. Les altérations déclassantes sont la température, les composés organiques et phosphorés. La potentialité biologique est médiocre.
- C ■ l'**érosion**. L'étude (3) indique que le secteur à l'aval de Saint-Denis-de-Cabane est le plus touché par le phénomène d'érosion des berges (environ 15% du linéaire).
- D ■ les **obstacles** à la migration. Les études (3)(5) en recensent 2 sur le cours principal qui sont difficilement franchissables (Pouilly et Charlieu). »

V.3. CONTEXTE NATURALISTE DU TRONÇON D'ETUDE

En raison d'une ripisylve absente, étroite ou dépérissante sur la quasi-totalité du secteur, la richesse naturaliste du Sornin reste très limitée. D'après nos observations de terrain et notre rencontre avec l'ARPN, trois espèces directement liées à la végétation et aux berges du Sornin doivent être prises en considération dans la définition des aménagements :

- **Le castor :**

La présence du castor sur le Sornin à la traversée de Charlieu est avérée (traces, arbre abattu sur l'île du bief des pompiers). Une étude, réalisée par Francis GRUNERT de l'ARPN réalisée en 2007. Elle met en évidence l'implantation de 3 huttes occupées de part et d'autre du bourg de Charlieu :

- En amont de la confluence avec le Bézo (hors zone d'étude)
- Sur l'île à aval de la RD4 rive droite ;
- Dans la boucle de méandre en aval de la STEP actuelle (hors zone d'étude).

Quelques traces actives sont relevées sur la zone d'étude (coupes isolées et réfectorie).

D'après les conclusions de cette étude, « le Sornin dans son état actuel ne permet pas un accroissement de la population de castors. En effet, malgré des traces sur tout le linéaire ligérien, seuls 2 ou 3 groupes d'individus se maintiennent de part et d'autre de bourg de Charlieu, là où subsistent un peu de ripisylve et un milieu un peu « sauvage ». Partout ailleurs, il n'y a pas de milieu tampon entre la rivière et les prairies, les quelques aulnes et robiniers faux acacias ne devant pas faire illusion. »

- **Le vespertilion de Daubenton (chiroptère) :**

Il niche au moins sous le Pont de Pierre, et est à l'origine d'une ZNIEFF au niveau du Pont. Les chiroptères en général exploite particulièrement le plan d'eau crée par le seuil des Pompiers comme zone de chasse.

- **Le Martin pêcheur :**

Présence de nombreux nids sur les berges érodées du Sornin : si les érosions doivent être maîtrisées pour limiter le colmatage des habitats piscicoles (cf. ci-dessus), il ne s'agit pas de supprimer la totalité des fronts d'érosion.

D'après l'ARPN, aucun relevé n'a été fait d'hirondelles de rivage ou de guêpiers sur les berges du Sornin.



Syndicat Mixte des rivières du Sornin et de ses affluents
9, place de la Bouverie
42190 CHARLIEU

Restauration du tronçon du Sornin à la traversée de Charlieu

Phase 1 : Etat des lieux

ANNEXE 1 : description par secteur : expertise hydro- écologique et génie civil des berges

Février 2009

<p>Mandataire - hydrogéomorphologie</p>  <p>100, rue des Fougères 69009 LYON Tel/fax : 04.78.83.68.89 Mob : 06.88.31.27.46 www.dynamiquehydro.fr</p>	<p>Co- traitant - hydro- écologie et génie végétal</p>  <p>1940 Route des Cévennes 30 200 Bagnols-sur-Cèze Tél/Fax : 04 66 89 63 52 E mail : riparia@riparia.fr www.riparia.fr</p>	<p>Sous-traitant - ouvrages d'art et génie civil</p>  <p>133, Rue Chateaubriand 63100 Clermont-Ferrand Tél. : 04.73.37.08.73 Fax : 04.73.31.11.67 Email : ahzami@igioa.fr</p>	<p>Sous-traitant - hydraulique</p>  <p>32 chemin de bier 38110 SAINTE-BLANDINE Tél : 06.08.41.65.62 Fax : 04.74.83.39.12 Email : pierregrandidier@orange.fr</p>
--	---	--	--

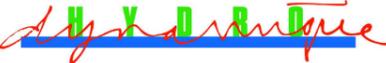


LÉGENDE

- Secteur
- Points particuliers**
 - arbres déchaussés
 - arbres instables
 - Bambous
 - déchets
 - enrochement
 - épi
 - érosion
 - erosions
 - Génie végétal
 - Monument historique
 - Pont
 - Poteau EDF
 - Prélèvement
 - rejet
 - rejet eau usée
 - rejet pluvial
 - rejet STEP
 - renouée
 - seuil

Ripisylve

- Continue > 1 m
- Continue < 1 m
- Discontinue ou bosquets épars
- Absence de strate arbustive et aborescente
- Etat correct
- Etat dégradé
- Essences exotiques
- Absence
- Berges artificielles

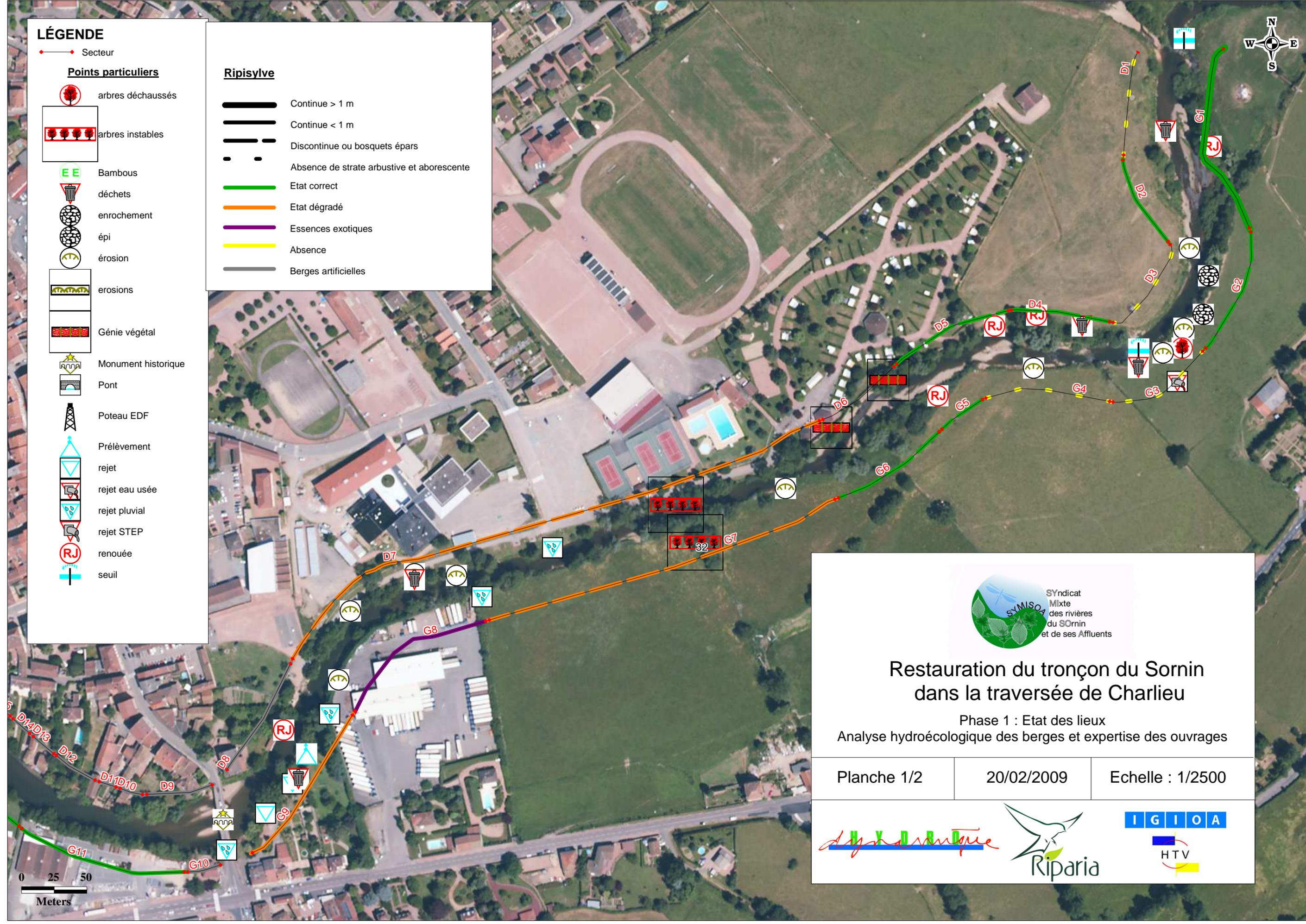

 SYndicat Mixte des rivières du SOrnin et de ses Affluents
Restauration du tronçon du Sornin dans la traversée de Charlieu
 Phase 1 : Etat des lieux
 Analyse hydroécologique des berges et expertise des ouvrages
 Planche 2/2 20/02/2009 Echelle : 1/2500





LÉGENDE

- ◆ Secteur
- Points particuliers**
- arbres déchaussés
- arbres instables
- Bambous
- déchets
- enrochement
- épi
- érosion
- erosions
- Génie végétal
- Monument historique
- Pont
- Poteau EDF
- Prélèvement
- rejet
- rejet eau usée
- rejet pluvial
- rejet STEP
- renouée
- seuil

- Ripisylve**
- Continue > 1 m
- Continue < 1 m
- Discontinue ou bosquets épars
- Absence de strate arbustive et aborescente
- Etat correct
- Etat dégradé
- Essences exotiques
- Absence
- Berges artificielles



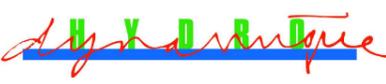


SYndicat
Mixte
des rivières
du Sornin
et de ses Affluents

Restauration du tronçon du Sornin dans la traversée de Charlieu

Phase 1 : Etat des lieux
Analyse hydroécologique des berges et expertise des ouvrages

Planche 1/2	20/02/2009	Echelle : 1/2500
-------------	------------	------------------






RIVE DROITE	D1	D2	D3 (jusqu'au seuil SB119)
Photo secteur			
Linéaire	80 mètres (ci-dessus vue intégrale du secteur)	70 mètres	110 mètres ; Vue intégrale du secteur : attention la courbe est un défaut de parallaxe dû au montage panoramique !
Végétation	Absence de ripisylve ; quelques cépées de saules et bosquet isolé en début de secteur, à l'aval de la confluence avec le Bézo	Jeune ripisylve, qui se développe dans une lentille d'érosion (saules, aulnes...). Largeur : 10 à 15 mètres au plus large. Ronces, lianes, baldingère, héliophytes.	Absence de ripisylve.
Berge	H<1m, érosion active, atterrissement important en voie de végétalisation coté rive gauche (substrat : cailloux / galets 1-20 cm).	Lentille d'érosion récente : le cours d'eau a récupéré un profil d'équilibre en voie de stabilisation grâce à la végétation qui s'y développe.	Erosion, peu active ; glissement du haut de berge.
Occupation des sols	Pâtures	Pâture	Pâture
Problématique	Absence de ripisylve ; présence de déchets béton (buse) dans la berge.	-	-
Enjeu ; urgence*	-	-	-
Propositions d'interventions (principes)	Evacuer les buses béton Eventuellement, plantation de boutures en pied de berge à partir des présents sur place ; surveiller la reprise et entretenir régulièrement après chaque crue (bouturage complémentaire...).	Entretien courant de la ripisylve ; intervention douce compte tenu de l'état actuel satisfaisant de la végétation en place.	Eventuellement, plantation de boutures en pied de berge à partir des saules présents sur place ; surveiller la reprise et entretenir régulièrement après chaque crue (bouturage complémentaire...).
Estimatif des coûts	500 €	400 €	600 €
CHOIX DU MAITRE D'OUVRAGE SUR LA SUITE A DONNER EN PHASE AVP			

* A l'échelle du tronçon d'étude, classée de 1 (urgent) à 3 (peu urgent)

RIVE DROITE		D4	D5	D6
Photo secteur				
				
Linéaire	90 mètres	110 mètres	40 mètres	
Végétation	Ripisylve équilibrée : strates herbacées (héliophytes), arbustives et arborescentes bien représentées ; Présence de renouée du Japon : 1 foyer localisé	20 m : absence de ripisylve, présence d'un foyer de renouée du Japon 90 m : ripisylve très étroite, contrainte par le cheminement et la haie le long du camping ; végétation en voie de déséquilibre (arbres vieillissant, peu de renouvellement des strates).	Génie végétal : caissons végétalisés. Bonne reprise des saules, mais une partie des caissons vidés lors de la crue de novembre 2008.	
Berge	Bras mort actif (connexion amont et aval)	Pente environ 1H/1V, de hauteur moyenne de 2.5 m. Pas de signe d'érosion.	Verticale, en lien avec les caissons végétalisés.	
Occupation des sols	Pâture	Cheminement le long de la ripisylve, puis camping municipal (clôture + haie).	Barrière bois, cheminement puis camping municipal (clôture + haie).	
Problématique	Renouée du Japon : foyer de 20 m ² sous la ripisylve Déchets : béton (10 m ³)	Berge actuellement stable, mais potentiellement vulnérable à la vue de la dynamique du cours d'eau et de l'état de la végétation.	Technique peu fiable dans le temps : Une reprise partielle pourrait être envisagée dans le temps en fonction de l'évolution de l'aménagement. D'un point de vue paysager, le mur de saules qui en résulte va au fil du temps isoler le cheminement et le camping du cours d'eau.	
Enjeu ; urgence*	Environnemental ; 1 à 2	- Pérennité de la berge à long terme ; 3 - Paysager vis-à-vis du camping ; 3	- Pérennité de la berge à long terme ; 1 à 3 - Paysager vis-à-vis du camping ; 3	
Propositions d'interventions (principes)	Traitement de la renouée du Japon : intervention délicate, compte tenu du couvert végétal en place, mais importance d'intervenir rapidement tant que le foyer n'est pas étendu. Evacuation des déchets Traitement classique de la végétation (cf. étude Géo+).	Stabilisation de la berge dans la continuité du secteur D6. Voir la possibilité « d'intégrer » la rivière au cheminement et de favoriser la connexion visuelle rivière - camping	Entretien et bouturage du pied de berge régulier pour augmenter la tenue face aux contraintes hydrauliques les plus récurrentes.	
Estimatif des couts	1500 €		350 €	
CHOIX DU MAITRE D'OUVRAGE SUR LA SUITE A DONNER EN PHASE AVP				

* A l'échelle du tronçon d'étude, classée de 1 (urgent) à 3 (peu urgent)

RIVE DROITE		D7	D8
Photo secteur			
			
Linéaire	450 mètres	100 mètres	
Végétation	Ripisylve étroite (une rangée d'arbres). Arbres déchaussés, prêts à basculer pour nombre d'entre eux. Végétation vieillissante, peu de potentialité de renouvellement naturel de la végétation.	Végétation en haut des murs et perré maçonnés, d'ordre ornementale (haie pérenne, bambou, et présence d'un foyer ponctuel de renouée du Japon).	
Berge	Erosions actives : sous-cavement de la berge sur la partie amont du secteur, lentilles d'érosion « d'arbres en arbres » pour la partie aval. Hauteur de berge importante (environ 2 m).	Berge anciennement maçonnée, plus ou moins colonisée par la végétation. La partie immergée de la paroi soutenant la piscine a été stabilisée par une nouvelle paroi en béton. Cette paroi est en bon état. Aucun désordre n'a été constaté.	
Occupation des sols	Route carrossable : desserte du camping en amont ; en aval, possible connexion mais aucun bâtiment ni activité desservie. Disponibilité foncière en arrière berge limitée, excepté localement au droit des tables, en milieu de secteur.	Jardins privés. Un ancien lavoir a été transformé en piscine par le propriétaire.	
Problématique	Sécurité : risque d'embâcles important en milieu urbain, érosions actives risquant à moyen terme d'atteindre et de fragiliser les réseaux et le chemin. Paysager : chemin fréquenté par les habitants de Charlieu ; proximité du collège et du camping. Déchets : buses béton en pied de berge.	- L'état structurel de la partie supérieure de la paroi est satisfaisant. Seules les traces de la mousse et carbonatation ont été constatées. - Début d'affouillement sur le bord de l'escalier en liaison avec le talus naturel. - Un foyer ponctuel de Renouée du Japon	
Enjeu ; urgence*	Sécuritaire et paysager ; 2	Ecologique : 1	
Propositions d'interventions (principes)	Abattages à réaliser en urgence (arbres marqués) ; évacuation des déchets. Aménagement localisé de peignes dans les anses d'érosions. Reprise des berges par terrassement. Mise en œuvre de géotextiles et plantations. Ou : aménagement intégré de l'ensemble du tronçon en techniques végétales (Fascines, couches de branches, géotextiles et plantations) si la disponibilité foncière et les contraintes hydrauliques le permettent ; le cas échéant, mise en œuvre de techniques mixtes. L'alternance de techniques sera recherchée à des fins paysagères	Traitement du foyer de renouée du Japon : sensibilisation du propriétaire, qui peut aider dans l'intervention régulière d'un foyer isolé, de faible ampleur, et aux conditions de traitement favorables. Entretien régulier du parement de la piscine, Mise en place des enrochements sur le bord de l'escalier pour arrêter l'affouillement et l'érosion à cet endroit.	
Estimatif des couts	Peigne et plantations : 40 000€ ; Reprise de la berge en génie végétal : 125 000 €	Traitement du foyer de renouée : 400 €	
CHOIX DU MAITRE D'OUVRAGE SUR LA SUITE A DONNER EN PHASE AVP			

* A l'échelle du tronçon d'étude, classée de 1 (urgent) à 3 (peu urgent)

RIVE DROITE		D9	D10	D11	D12
Photo secteur					
					
Linéaire	50 mètres	25 mètres	17 mètres	45 mètres	
Végétation	Arbres et broussailles se sont développés devant les murs de soutènement des terrasses.	2 massifs arborescents (robiniers) à chaque extrémité du secteur ; entre deux, strate herbacée uniquement.	-	-	Strate arbustive et arborescente discontinue. Certains arbres sont basculés, d'autres assurent un bon maintien de la berge mais localisé. Renouée du japon.
Berge/ouvrage	Hauteur de berge variable (présence de murs etc) ; en l'absence de mur, sur les berges naturelles, environ 1.5 à 2 m. Le mur de soutènement est composé des éléments en béton armé préfabriqués sans liaison mécanique (éléments isolés). Il présente un problème de déversement sous l'effet de la poussée de la terre et du poids de l'arbre perché sur le talus derrière le mur.	Hauteur de berge : 1.3 à 1.5 m, pente légèrement inférieure à 1/1. Berge sous-cavée, risquant localement de s'effondrer sous le poids des arbres. Loupes de glissement sur la partie herbacée.	Clôture en maçonnerie fondée superficiellement. Il présente des désordres graves : rupture du plusieurs centimètres d'ouverture suite au tassement et d'affouillement des fondations du mur, Tassement et désolidarisation de la rampe de son appui. Affouillement généralisé de la base du mur	Hauteur : environ 1.5 m, pente supérieure à 1H/1V. Pas de signe grave d'instabilité, mais des signes d'érosion du pied de la berge et de sous-cavement commencent à apparaître.	
Occupation des sols	Habitation et jardins privés	Muret à l'arrière de la berge ; cour et/ou jardin à l'arrière du muret.	Habitation et terrasse privées	Mur et bâtiments à l'arrière berge. Peu de disponibilité foncière entre les deux.	
Problématique	Risque de rupture des éléments si le mur n'est pas soulagé. Cette rupture est susceptible d'entraîner le glissement et le ravinement du talus.	Le glissement de la berge à l'aval, au niveau des arbres, menacerait à terme le cabanon situé à l'arrière.	Risque d'effondrement de la rampe et du mur. Attention danger !	Les massifs en place assurent un maintien local de la berge.	
Erijeu (urgence)	Sécuritaire (1)	Sécuritaire (1)	Sécuritaire (1)	-	
Propositions d'interventions (principes)	Entretien courant de la végétation. Des travaux de soulagement par un remodelage du talus et dessouchage de l'arbre sont nécessaires pour assurer la stabilité du mur.	Abattage des arbres instables ; Plantations et bouturage pour stabiliser le talus ; Possibilité de stabiliser les zones les plus sensibles à l'aide de génie végétal.	Des réparations sont à faire en urgence. Avertir le propriétaire de la maison du danger lié à l'état de ce mur.	Entretien de la végétation en place, dans un souci de pérennisation des massifs existants ; plantations et bouturage pour assurer une pérennité au talus en place. Traitement du foyer de renouée du Japon	
Estimatif des coûts	Sans objet	1250 €	Sans objet	1000 €	
CHOIX DU MAITRE D'OUVRAGE SUR LA SUITE A DONNER EN PHASE AVP					

RIVE DROITE	D13	D14	D15
Photo secteur			
Linéaire	25 mètres	20 mètres	16 mètres
Végétation	-	-	Cépées d'aulnes et saules ponctuelles.
Berge/ouvrage	Clôture en maçonnerie en bon état apparent. Aucun désordre structurel n'a été relevé. Risberme dans un état peu satisfaisant à cause de l'accumulation de végétation et déchet et surtout de l'altération du fond du lit.	Mur de soutènement en bois. Ce mur est dans un état précaire, il présente des signes de déformation du parement, la disparition de quelques planches qui forment le parement, fuite des matériaux de remplissage, etc. ...	Ancienne berge maçonnée, qui a conservé sa verticalité, mais l'ouvrage est à l'état de remblais divers. Hauteur : 1.5 à 2 m.
Occupation des sols	Habitations privées	Habitations privées	Jardin privé
Problématique	Risque d'effondrement de la risberme qui joue un rôle important dans la stabilité de la clôture maçonnée.	Risque de rupture des planches sous l'effet de la moisissure du bois et de la poussée de la terre, Fuite plus importante des matériaux et création des cavités derrière le mur,	Risque d'érosion suite au départ des matériaux terreux qui assurent une cohésion entre les pierres, et en cas de basculement des arbres.
Enjeu (urgence)	Sécuritaire : protection et soutènement (2)	Sécuritaire : protection et soutènement	-
Propositions d'interventions (principes)	Travaux de consolidation et de stabilisation de la risberme par un bon calibrage des enrochements.	Remplacement des planches moisies, Reconstitution du parement par la mise en place des planches manquantes, Traitement des joints entre des planches pour éviter la fuite des matériaux, Nettoyage et entretien régulier du parement.	Pour stabiliser la berge : <ul style="list-style-type: none"> - Recépage des arbres en place, afin d'alléger la berge, - Bouturage des zones à nue.
Estimatif des couts	Sans objet	Sans objet.	Sans objet
CHOIX DU MAITRE D'OUVRAGE SUR LA SUITE A DONNER EN PHASE AVP			

RIVE DROITE		D16	D17	D18
Photo secteur				
				
Linéaire	55 mètres		23 mètres	
Végétation	-			-
Berge/ouvrage	Berge en maçonnerie dans un état très précaire : sous-cavage, affouillement de la base du mur, descelllement de la maçonnerie. Effondrement d'une partie de cette zone de la berge maçonnée.		Clôture en maçonnerie dans un état correct. Aucun désordre structurel n'a été observé.	Rideau de palplanche. Ce rideau a pour objet d'assurer la stabilité d'ensemble vis-à-vis du glissement général. Il présente en tête des problèmes d'oxydation et de perte de matière. L'espace entre le rideau palplanche et le mur de soutènement du parking est envahie par la végétation et des déchets charriés par le cours d'eau.
Occupation des sols	Habitations et jardins privés		Habitations et jardins privés	Parking public
Problématique	Risque d'effondrement complet de cette zone. L'effondrement de cette zone aura des conséquences graves sur le mur perché au sommet de la berge. Il risque à son tour de s'effondrer.		Pas de problème.	Enjeu faible. Pas de problème concernant la stabilité d'ensemble.
Enjeu (urgence*)	Sécuritaire : protection et soutènement		Pas d'enjeu.	Sécuritaire : protection et soutènement.
Propositions d'interventions (principes)	Travaux de stabilisation et de reconstitution de la zone en question par la mise en place des enrochements bien calibrés.		Aucune intervention n'est à prévoir sur la clôture.	Travaux de protection par la mise en œuvre d'une peinture anti-corrosion par exemple.
Estimatif des couts	Sans objet		Sans objet	Sans objet
CHOIX DU MAITRE D'OUVRAGE SUR LA SUITE A DONNER EN PHASE AVP				

* A l'échelle du tronçon d'étude, classée de 1 (urgent) à 3 (peu urgent)

Photo secteur

Linéaire
63 mètres

Végétation

Berge/ouvrage

Mur en maçonnerie servant à soutenir le parking public. Il est dans un état moyennement satisfaisant. Les désordres relevés sont : affouillement du pied du mur, descellement de la maçonnerie sous la partie immergée, fissures diverses etc.

Clôture en maçonnerie en bon état hormis quelques dégradations superficielles : décollement de l'enduit, trace d'humidité etc. ...

Par ailleurs, la risberme à l'avant de cette clôture est totalement enherbée. L'encrochement qui la constitue est dans une situation précaire du fait de l'altération du lit du Sornin.

Occupation des sols

Parking public

Habitat privée

Problématique

Les désordres relevés n'ont pas des conséquences directes sur la stabilité du mur.

Risque de disparition de la risberme qui a pour objet d'assurer la stabilité de la clôture

Enjeu (urgence*)

Sécuritaire : protection et soutènement

Sécuritaire : protection et soutènement,

Propositions d'interventions (principes)

Création d'une risberme à l'avant du mur pour stopper la dégradation la partie immergée et l'affouillement du pied de l'ouvrage.
Nettoyage des murs,
Réparation des fissures.

Travaux d'entretien, de stabilisation du pied de la risberme.

Estimatif des couts

Sans objet

Sans objet

CHOIX DU MAITRE D'OUVRAGE SUR LA SUITE A DONNER EN PHASE AVP

RIVE DROITE	D20 (seuil des pompiers au pont RD)	D21	D22
Photo secteur			
Linéaire	150 mètres	150 mètres	40 mètres (tronçon intégral sur la photo ci-dessus)
Végétation	Graminées et arbres se sont développés au pied de berge sur une riberme étroite en amont du secteur et en haut du mur maçonné en aval du secteur. Présence de conifères en amont du secteur en haut de berge.	Ripisylve discontinue et étroite (une rangée). Strates arborée et arbustive bien représentées, bon potentiel de renouvellement de la végétation. Présence de bambou.	Pas de ripisylve. Deux bosquets d'arbres dont un sénéscent. Foyer de renouée du japon.
Berge/ouvrage	Berge artificielle et paraverticale : mur en amont, puis enrochements appareillés. Ces enrochements semblent dater, mais ne montrent pas de signes d'instabilité.	Berge environ 1.5 m de hauteur, verticale. Pas de signe d'érosion.	Ce secteur est situé à la sortie du bief, il n'est donc pas dans la continuité du précédent. Les berges font 1 m de hauteur, et sont verticales. Quelques signes ponctuels d'érosion. Risque de sous-cavement en fonction de la dynamique du lit.
Occupation des sols	Cheminement et jardin municipal. Haie vive et clôture isolent la promenade de la rivière, qui est cependant accessible par un petit escalier en milieu de parcours.	Ile entretenue.	Un mur est distant du haut de berge de 2.3 m au maximum (amont) à 1.3 m (aval).
Problématique	Pas de signe d'instabilité des ouvrages.	-	Renouée du japon. Stabilisation de la bande de terre qui sépare le mur du cours d'eau.
Enjeu (urgence)	Paysager (3)	-	Ecologique (1)
Propositions d'interventions (principes)	Reconnecter la rivière à l'espace de loisir : suppression de la haie et de la clôture, remplacement par une barrière ouverte en bois. Entretien classique de la végétation. Prévoir son renouvellement (plantations).	Pas d'intervention nécessaire en l'état, excepté l'entretien courant de la végétation et favoriser le développement continu de la ripisylve et son élargissement.	Traitement du foyer de renouée Plantations en haut de berge et bouturage dense sur le talus et en pied de berge.
Estimatif des couts	6000 €	900 €	1500 €
CHOIX DU MAITRE D'OUVRAGE SUR LA SUITE A DONNER EN PHASE AVP			

RIVE DROITE	D23	D24	D25	D26
Photo secteur				
Linéaire	23 mètres	20 mètres	60 mètres	60 mètres
Végétation	Végétation herbacée sur la risberme située en pied d'ouvrage. Cyprès planté sur la risberme en limite de propriété.	Pas de végétation, excepté quelques lianes sur les enrochements.	La berge a été colonisée par la végétation ripicole : bosquets d'arbres, arbustes... Alignement de platane en haut de berge.	Une risberme « maçonnée » est enherbée. 2-3 cépées d'aulnes sur la partie aval du secteur.
Berge/ouvrage	Mur et bâtiment d'habitation : semblent stable, la risberme en pied atteste du peu de dynamique au pied de l'ouvrage.	Enrochements, pente de stabilité douce pour ce type d'aménagement (environ 3H/2V). Pas de signe d'instabilité.	Berge artificielle (enrochement, remblais...) présentant des signes de détérioration (sous cavement...).	Les bâtiments industriels sont à l'aplomb de la rivière. La risberme, inférieure à 1 m, est bloquée par des blocs béton appareillés, aujourd'hui désorganisés. Il y a environ 1 mètre de fond depuis le haut de la risberme.
Occupation des sols	Habitation ; palissade en canisse en limite de propriété.	Parking à l'arrière ; Pluvial.	Parking en haut de berge, au front du haut de berge	Bâtiments industriels
Problématique	-	-	La berge, bien qu'écologiquement dégradée, ne présente pas de signes d'instabilité inquiétants. La végétation en place joue un rôle stabilisateur important qu'il convient de préserver et d'entretenir.	-
Enjeu (urgence')	-	-	Sécuritaire (2)	-
Propositions d'interventions (principes)	Surveillance de la risberme.	-	En l'état, il ne semble pas opportun de reprendre cette berge, ce qui nécessiterait des travaux onéreux et qui nécessiterait soit d'empiéter sur les parkings, soit d'artificialiser. Il semble préférable de surveiller l'évolution et d'entretenir la végétation en place : élagage des arbres pour alléger la berge, nouvelles plantations et bouturage, favoriser le développement des strates arbustives.	-
Estimatif des couts			700 €	
CHOIX DU MAITRE D'OUVRAGE SUR LA SUITE A DONNER EN PHASE AVP				

RIVE DROITE	D27	D28	D29	D30
Photo secteur				
Linéaire	20 m (10 m de mur et 10 m d'enrochements)	70 mètres	70 mètres	120 mètres
Végétation	-	Cordon étroit de ripisylve, contraint sur une berge abrupte et limitée par le stabilisé bitume à l'arrière de l'hypermarché.	Ripisylve contrainte par la station d'épuration ; quelques sujets arbustifs disséminés, envahis de lianes et en voie de colonisation par la renouée du Japon.	Absence de ripisylve. Strate herbacée uniquement.
Berge/ouvrage	Enrochements libres et mur de soutènement.	Berge abrupte, 2 m de hauteur présentant une pente à 1H/1V. Présence de déchets en berge (blocs béton...). Quelques signes d'érosions ponctuels.	2 m de hauteur, pente 1H/1V. Pas de signe d'instabilité.	Pente très douce, offre une stabilité et une potentialité d'extension des crues à pérenniser.
Occupation des sols	Parking de l'hypermarché.	Hypermarché	Station d'épuration de Charlieu (projet de reconstruction en rive gauche en cours).	Fin de la STEP et pâtures.
Problématique	Ouvrage posé malgré les préconisations du syndicat de mettre en œuvre des techniques végétales. La stabilité de l'ouvrage dépend de la confection du pied de berge (existence d'un sabot ?).	Berge abrupte, présentant un profil d'équilibre non pérenne avec une végétation arborescente qui peut s'avérer lourde et insuffisante face à la charge exercée sur la berge.	Ripisylve en mauvais état ; Foyer de renouée du Japon	-
Enjeu (urgence)	-	Economique (3)	Ecologique (3, renouée : 1 à 2)	-
Propositions d'interventions (principes)	Laisser en l'état. Techniques végétales pures a priori difficilement envisageables sans prendre un peu de foncier sur le parking. En cas de déstabilisation de l'ouvrage au fil du temps, mettre en œuvre un sabot, favoriser les techniques mixtes en fonction des vitesses et hauteurs d'eau.	Entretien soutenu et adapté de la végétation en place. Pas d'intervention en l'état, mais veiller en cas d'évolution à ce que l'hypermarché ne poursuive pas l'enrochement du secteur D27 (sensibilisation, accompagnement).	Fonction du devenir de la parcelle ; possibilités de terrasser la berge dans le même esprit que le secteur D30, en pente très douce. Profiter des travaux de destruction de la STEP pour traiter le foyer de renouée intégralement et en profondeur (excavation de la partie souterraine), d'autant qu'il se situe au niveau du rejet de la STEP. Veiller particulièrement à ce que les travaux ne soient pas source d'une dissémination encore plus importante !	Eventuellement, effectuer des plantations et du bouturage pour reconquérir une ripisylve ; possibilité également de planter des héliophytes, qui trouveront une configuration idéale pour leur développement. Créer une alternance de secteurs ouverts (héliophytes) et fermés (arbustes).
Estimatif des coûts	500 €	15 000 €	2 500 €	2 500 €
CHOIX DU MAITRE D'OUVRAGE SUR LA SUITE A DONNER EN PHASE AVP				

RIVE GAUCHE		G1	G2	G3
Photo secteur				
				
Linéaire	130 mètres	80 mètres	60 mètres	
Végétation	Ripisylve dense, large (jusqu'à 25 mètres au maximum) ; présence d'un bras mort. Végétation équilibrée, présentant un bon renouvellement, à l'exception d'un massif important de renouée du japon à l'aval du secteur.	Ripisylve présente sur l'ensemble du secteur, mais la configuration de la berge ne permet pas son développement en largeur. Vers l'aval du secteur, la végétation arborescente se raréfie, laissant place à une végétation plus embroussaillée sur un front de berge abrupte.	Absence de ripisylve ; quelques arbustes épars (dont des saules arbustifs) sur une frange très étroite partant du pied de berge.	
Berge/ouvrage	<ul style="list-style-type: none"> - Hauteur : 1 m - Pas de signe d'érosion, malgré la présence d'un atterrissement à l'aval du seuil qui tend à se végétaliser (graminées, saules) : actuellement, la répartition du courant sollicite la rive droite. - A l'amont de ce secteur se situe le seuil de la confluence avec le Bezo. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hauteur : 3 à 4 m. - Pente : 2H/1V à 1H/1V - Nombreuses encoches d'érosion actives en fin de secteur, contournant et déstabilisant les quelques arbres isolés situés en pied de berge. - 3 épis ont été réalisés avec des blocs. Le premier, constitué de blocs cyclopéens, est stable ; les deux autres, constitués de blocs de plus petite dimension, sont tout ou partie détruits. 	<ul style="list-style-type: none"> - Hauteur : 2 à 2,5 m - Pente : 1H/1V à verticale - Les débordements du Sornin ont tendance à contourner le peu de végétation installée, sans que celle-ci soit menacée, compte tenu de sa faible hauteur, et de sa capacité à plier. 	
Occupation des sols	Pâtures	Pâtures	Pâtures	
Problématique	Renouée du Japon (200 m²)	Présence d'arbres instables.		La berge est comblée de nombreux déchets de constructions (béton, gravats, briques...).
Enjeu (urgence*)	Ecologique (1 à 2)	Pas d'enjeu (3)	-	-
Propositions d'interventions (principes)	Traitement du foyer de renouée du Japon : seule une excavation avec des moyens lourds (pelle mécanique) pour extraire les rhizomes peut avoir une efficacité : deux passages la première année, puis arrachage des repousses 4 à 6 fois dans l'année.	Entretien classique de la ripisylve. A noter que l'abattage des arbres instables ne constitue pas une priorité à l'échelle du tronçon d'étude, dans la mesure où des chablis dans le cours d'eau, même s'ils étaient à l'origine de nouvelles érosions de berge, ne menaceraient aucun enjeu fort. Le cas échéant, il faudra <u>veiller à ce qu'ils ne favorisent pas le contournement du seuil.</u>	Nettoyer et revégétaliser la berge, en relation avec le propriétaire riverain, afin de le faire participer aux travaux et de le sensibiliser.	
Estimatif des coûts	6 600 €	500 €	4 000 €	
CHOIX DU MAITRE D'OUVRAGE SUR LA SUITE A DONNER EN PHASE AVP				

* A l'échelle du tronçon d'étude, classée de 1 (urgent) à 3 (peu urgent)

RIVE GAUCHE		G4	G5	G6
Photo secteur				
				
Linéaire	100 mètres	40 mètres	90 mètres	
Végétation	Absence de ripisylve.	Cépées de saules en amont, strates arbustive uniquement. Un foyer de renouée du Japon au milieu des arbustes.	Ripisylve étroite, éparse et vieillissante. Arbres épars. A l'arrière berge, présence d'une dépression humide. Bosquets d'arbres morts ou sénescents.	
Berge/ouvrage	Hauteur : 1,5 à 2,5 m Berge verticale, présentant des signes d'érosion active. Le cours d'eau a tendance à se décaler vers la rive gauche, comme l'atteste la présence d'une cépée d'aulne d'une dizaine de mètres de hauteur au milieu du lit mineur, relique de l'ancienne berge. La végétation en rive droite protège cette dernière et renvoie le courant vers la rive gauche. La clôture de la parcelle est très proche du front d'érosion.	Hauteur : environ 1 m Pas de signe d'érosion.	Hauteur : 1 à 1,5 m Aucun signe d'érosion. Attérissement en formation, reportant l'ensemble du courant sur la berge opposée.	
Occupation des sols	Pâtures	Pâtures	Pâtures	
Problématique	-	Présence de renouée du Japon	Préservation des arbres morts en arrière berge, pour leur richesse écologique dans la mesure où ils ne présentent aucun danger.	
Enjeu (urgence)	-	Ecologique (1 à 2)	-	
Propositions d'interventions (principes)	Reculer la clôture de plusieurs mètres. Favoriser la repousse d'une ripisylve, dans la continuité du secteur précédent.	Traitement du foyer de renouée par excavation du système racinaire. Entretien classique de la végétation.	Entretien courant de la ripisylve. Absence d'intervention en arrière berge (préservation).	
Estimatif des coûts	6 500 €	2000 €	500 €	
CHOIX DU MAITRE D'OUVRAGE SUR LA SUITE A DONNER EN PHASE AVP				

RIVE GAUCHE		G7	G8	G9
Photo secteur				
				
Linéaire	280 mètres	150 mètres	135 mètres	
Végétation	La ripisylve est ici considérée comme absente, dans la mesure où seul un cordon d'arbres isolés est présent. Ce cordon d'arbres se répartit en trois « groupes », une douzaine en amont, 7 en aval puis encore une dizaine. Tous sont sous-cavés et finiront par basculer à moyen terme s'ils ne sont pas abattus avant.	Deux types de végétation : <ul style="list-style-type: none"> - ripisylve étroite, vieillissante, dans un état sanitaire dégradé, et absente à l'aval du secteur - Haie ornementale type thuya, située à l'arrière de la ripisylve et en front de berge à l'aval du secteur. 	Ripisylve sur la majeure partie du secteur, excepté l'aval traité paysagèrement (pelouse entretenue et saule pleureur). La ripisylve est étroite, (une rangée d'arbres) et délimitée par des clôtures et des haies de jardins privatifs. Les arbres sont dans un état sanitaire dégradé, vieillissant et instables. La présence de cépées et d'un système racinaire bien développé assurent néanmoins la tenue de la berge.	
Berge/ouvrage	Hauteur 2 m. A l'aval du tronçon (amont transporteur) : 3 m. Elle présente un front d'érosion active, avec un souscavement des arbres en place. Paradoxalement, en amont, là où les arbres sont absents, la berge présente un profil plus pérenne et est moins soumise aux phénomènes érosifs.	Hauteur : 2 m Elle semble sous-cavée à certains endroits ; en aval elle est érodée, menaçant directement la clôture qui est partiellement basculée et la haie de thuya. Il semblerait néanmoins que la configuration en intrados décharge un peu cette berge, la rive droite étant beaucoup plus sollicitée.	La berge, haute d'environ 1,5 mètre, est abrupte, quasi verticale. Ponctuellement des pierres intégrées dans le front de berge laissent apparaître un ancien mur.	
Occupation des sols	Pâtures	Plateforme de l'entreprise de transport Coquet SA.	Jardins privatifs, totalement déconnectés et détournés du cours d'eau. Un prélevement pour un jardin a été relevé, ainsi que la présence de rejets (indéterminés : eau usée ?) et d'une zone de déchets.	
Problématique	Arbres de haut jet instables en milieu périurbain. Le basculement de ces arbres dans le cours d'eau pourrait entraîner des désordres sur la berge opposée, déjà endommagée, et la formation d'un barrage pourrait aggraver l'inondation des terrains.	A court ou moyen terme, il faut s'attendre à des dégâts affectant la haie de l'entreprise et la plate forme. Le basculement d'arbres et de la haie peut aggraver les désordres hydrauliques et d'érosion sur la rive opposée. Ripisylve dégradée et essences indésirables en bordure de cours d'eau.	Production potentielle d'embâcles importante à l'amont du Pont de pierre.	
Enjeu (urgence*)	Sécuritaire (1) et paysager (3)	Ecologique (2) et sécuritaire (2)	Sécuritaire (1), écologique et paysager (2).	
Propositions d'interventions (principes)	Abattage des arbres instables dans un premier temps. Renaturation de l'ensemble du secteur ; l'intégration d'un aspect paysager (cheminement...) n'a d'intérêt que si un ouvrage permet le franchissement de la rivière.	Arrachage de la haie, en concertation avec l'entreprise de transporteur. Renaturation de la berge (retalutage, plantations et techniques végétales), également en concertation, car il serait souhaitable d'empêcher sur le parking pour adoucir la pente de la berge.	Abattage de l'ensemble des arbres instables ; La renaturation de la berge, compte tenu de sa configuration et de l'occupation des sols à l'arrière berge, nécessiterait le retalutage de la berge afin de dresser le talus selon une pente à 3H/1V. Elle permettrait également de rapprocher les riverains de la rivière ; l'objectif est que cette dernière devienne une source d'agrément et non pas une simple menace d'inondation et d'érosion.	
Estimatif des coûts	10 000 €	60 000 €	50 000 €	
CHOIX DU MAITRE D'OUVRAGE SUR LA SUITE A DONNER EN PHASE AVP				

* A l'échelle du tronçon d'étude, classée de 1 (urgent) à 3 (peu urgent)

RIVE GAUCHE		G10		G11	
Photo secteur					
Linéaire	30 mètres	130 mètres			
Végétation	Quelques lianes (lières) et arbres ont colonisés le mur de soutènement de la terrasse de l'habitation.	Un cordon de ripisylve a colonisé les ouvrages et se développe devant les murs présents en haut de berge. Bon potentiel de renouvellement des arbustes, malgré un embroussaillage important (lianes, ronces). Les arbres en place, parfois penchés et sénescents, risquent de déstabiliser la berge.			
Berge/ouvrage	Hauteur : 1.5 à 2 m. Berge artificielle. Clôture en maçonnerie en bon état. RAS	Hauteur : 1.5 m à 2 m, paraverticale. Berge « semi-artificielle » : anciens ouvrages (vestiges visibles : blocs béton, pierres...) colonisés par la végétation. Pied de berge sous cavé.			
Occupation des sols	Terrasse, habitation.	Plateforme de stockage de matériaux de construction (Point P).			
Problématique	Aucun problème	La végétation en place est à la fois source de stabilisation et de consolidation de la berge en place grâce au système racinaire des arbustes, mais peut également être la source de désordres en cas de basculement des arbres, lourds, parfois penchés et/ou sénescents.			
Enjeu (urgence*)	-	Economique (3)			
Propositions d'interventions (principes)	Entretien soutenu et adapté de la végétation en place.	Compte tenu du coût que cela engendrerait, il est conseillé de laisser la berge en l'état et d'accompagner l'évolution de la végétation afin qu'elle apporte une bonne stabilisation du talus : <ul style="list-style-type: none"> - Abattage ou élagage des arbres, en fonction de leur état sanitaire ; - Plantation d'arbustes et de boutures au système racinaire profond, mais dont la hauteur ne dépasse pas 3-4m. - Le pied de berge, qui ne présente pas de signe de sous cavement, peut être renforcé par la plantation de pieux vivants de saules arbustifs. 			
Estimatif des coûts	Sans objet	2000 €			
CHOIX DU MAITRE D'OUVRAGE SUR LA SUITE A DONNER EN PHASE AVP					

* A l'échelle du tronçon d'étude, classée de 1 (urgent) à 3 (peu urgent)

RIVE GAUCHE		G12	G13	G14
Photo secteur				
				
Linéaire	75 mètres	110 mètres	210 mètres	
Végétation	Ripisylve continue, constituée des strates arbusives et arborescentes. Excepté les individus penchés, elle est équilibrée et en bon état sanitaire.	Absence totale de ripisylve ; herbe. En pied de berge, graminées et héliophytes.	Absence de ripisylve. Seul un cordon d'arbres épars à l'amont du seuil (photo ci-dessus) est présent. fortement colonisé par la renouée du japon. Nombreuses broussailles. Tout le long du secteur, pieds ponctuels de renouée: l'espèce est en train de s'implanter sur l'ensemble du secteur. Hauteur : de 80 cm en amont à 1.6 m en aval. Berge constituée de matériaux de remblais (gravats...). Des enrochements ont été mis en place sur l'aval du secteur.	
Berge/ouvrage	Hauteur : 1,5 à 2 m, paraverticale. La végétation joue un rôle de stabilisation grâce à son système racinaire, il n'en reste pas moins que la berge est sollicitée, son profil étant peu stable.	Hauteur : 1.6 m Berge verticale présentant des signes d'érosion active sur l'ensemble du secteur. Vieux pieux en bois battus en pied de berge. Zone d'abreuvoir des animaux.		
Occupation des sols	Pelouse à l'arrière de l'Hôtel.	Pâtures. Ancien ouvrage (martillière) : usage ? (inondation des prairies ?).	Pâture. Clôtures en haut de berge.	
Problématique	Stabilisation à long terme et en fonction des crues non assurée.	Pas d'enjeu excepté écologique, en lien avec l'absence d'ombrage et la production de matières en suspension.	La renouée est en voie de colonisation, il semble que certains petits foyers n'aient pas plus d'une à 2 années.	
Enjeu (urgence*)	Ecologique et paysager (3)	Ecologique et paysager (2 à 3, contexte périurbain)	Ecologique (1)	
Propositions d'interventions (principes)	2 approches sont possibles : - Entretien classique de la ripisylve, en favorisant la repousse des arbusives à fort pouvoir stabilisateur et en limitant le poids des arbres sur la berge ; - Reprise de la berge en génie végétale, en adoucissant la pente.	Possibilité de recréer une ripisylve. Prévoir un retalutage doux (intradossés de méandre, pente 5 à 10/1) et des techniques de confortement simple. Voir la connexion avec les secteurs G12 et G14..	Il est conseillé d'intervenir rapidement sur la renouée du Japon. Aucune intervention spécifique de prosope, sauf volonté de la commune de réaliser un aménagement écologique et paysager dans la continuité du secteur G13.	
Estimatif des coûts	Entretien : 1500 € ; renaturation : 30 000 €	15 000 €	2000 €	
CHOIX DU MAITRE D'OUVRAGE SUR LA SUITE A DONNER EN PHASE AVP				

* A l'échelle du tronçon d'étude, classée de 1 (urgent) à 3 (peu urgent)

RIVE GAUCHE		G16	
Photo secteur			
Linéaire	70 mètres	550 mètres	
Végétation	Ripisylve étroite, constituée d'essence adaptée et présentant un bon potentiel de renouvellement de strates.	Absence de végétation sur l'ensemble du secteur, excepté quelques bosquets isolés (photo ci-dessus).	
Berge/ouvrage	Hauteur : 1.6 à 2 m. Pente paraverticale (> 1H/1V) Pas de signe d'érosion actif, grâce à la présence de végétation.	<ul style="list-style-type: none"> - Hauteur : 1.5 m sur la majorité du linéaire, localement 1 m et 2 m. - Des signes d'érosion active sur l'ensemble du secteur. La berge, dénudée, alterne entre ces érosions et des zones enherbées plus douces, résultant de loupes d'érosions avec glissement de la berge en pied. - Des essais de blocage du pied de berge ont été réalisés à l'aide de fascines de saules, sans atteinte de l'objectif escompté. - Pâtûre. - Poteaux EDF proches du front d'érosion à l'amont du secteur (2 poteaux concernés, situés à 6 m du front de la berge). - poteaux EDF menacés. - Absence de végétation : réchauffement de l'eau en période estivale ; production importante de MES 	
Occupation des sols	Pâtûre. Clôture en haut de berge, à l'arrière immédiat du cordon de ripisylve.		
Problématique	Pérennité de ripisylve, en raison d'un profil de berge peu adapté à son développement.		
Enjeu (urgence*)	Ecologique (3).	Sécuritaire (3), Ecologique (3)	
Propositions d'interventions (principes)	Il n'est pas prévu de travaux lourds de restauration, en raison du coût que cela engendrerait vis-à-vis des enjeux associés : <ul style="list-style-type: none"> - Entretien courant de la ripisylve. - Favoriser la reprise de la strate arbustive. 	<ul style="list-style-type: none"> - Protection des poteaux EDF à prévoir ; - Favoriser la reprise de la ripisylve : plantations, bouturage, aménagement simple et à moindre coût, ou reconstitution de la berge avec terrassement. 	
Estimatif des coûts	2 000 €	7 000 € EDF ; + 80 €/ml de reprise d'érosion (retalutage et plantations simples)	
CHOIX DU MAITRE D'OUVRAGE SUR LA SUITE A DONNER EN PHASE AVP			

* A l'échelle du tronçon d'étude, classée de 1 (urgent) à 3 (peu urgent)

BIEF DES POMPIERS		BD1	BD2 et BG1	BG2	BD3
Photo secteur					
Linéaire	30 mètres				
Végétation			110 mètres rive gauche et 190 mètres rive droite	80 mètres	90 mètres
Berge/ouvrage	Ciôture en maçonnerie en bonne état, excepté la trace d'humidité constatée sur le parement du mur. La risberme est également en bon état hormis la présence de la végétation.		Berges bétonnées ou maçonnées. Présence d'un seuil.	Ripisylve sur les 30 derniers mètres. A l'amont, la berge est artificielle et semble entretenue chimiquement.	Ripisylve présente sur la berge du garage, absente à l'aval du tronçon, devant le jardin de l'habitation.
Occupation des sols	Habitation privée		Rive droite : habitations, terrasses et jardins ; Rive gauche : parking pompiers	Parc urbain, totalement isolé du bief par une clôture et une haie vive.	Garage et jardin privé.
Problématique	Sans objet		-	-	Le profil de la berge (haute, verticale et très étroite) et la végétation irrégulièrement répartie et parfois en voie de déchaussement peut à terme entraîner des désordres. Présence de déchets en amont au niveau des ouvrages de franchissement.
Enjeu (urgence')	Sans enjeu		-	-	Économique (garage) (3)
Propositions d'interventions (principes)	Pas d'intervention				Il n'est pas nécessaire en l'état d'intervenir lourdement, compte tenu des enjeux et du cout associé. Prévoir un entretien adapté de la végétation (élagages et abattages nécessaires) et des plantations arbustives complémentaires. Une reprise complète de la berge nécessiterait une emprise foncière importante pour adoucir la pente.
Estimatif des couts	Sans objet				1 000 €
CHOIX DU MAITRE D'OUVRAGE SUR LA SUITE A DONNER EN PHASE AVP					

BIEF DES POMPIERS	BD4	BG3	BG4
Photo secteur	 <p style="text-align: right;">← Aval passerelle</p>	 	 <p style="text-align: left;">← Aval passerelle</p>
Linéaire	60 mètres	90 mètres	60 mètres
Végétation	-	Cordon très étroit de ripisylve (alignement d'arbre et arbustes). En amont, ce cordon est très détérioré, quasi inexistant.	Une cépée d'aulnes en pied d'ouvrage, les autres rares arbres présents sont en haut de la berge. A l'extrémité de l'île, présence d'un saule blanc abattus par un castor.
Berge/ouvrage	Mur de soutènement, maçonné à l'amont de la passerelle et béton à l'aval. Pied de l'ouvrage légèrement détérioré, mais pas de problème de stabilité à moyen terme.	Berge naturelle (à l'origine maçonnée ?), haute et abrupte. Pas de signe d'érosion ou d'instabilité.	Berge maçonnée, d'environ 2.5 m de hauteur. Pied de l'ouvrage en voie de dégradation mais pas de signe de mise en péril de l'ouvrage.
Occupation des sols	Jardin de la maison de maître. 3 passerelles et escaliers dans l'ouvrage.	Île : prairie entretenue	Île : prairie entretenue
Problématique	-	-	-
Enjeu (urgence)	-	-	-
Propositions d'interventions (principes)	-	Entretien courant de la végétation. Compte tenu de l'occupation des sols, voir la possibilité de laisser gagner la ripisylve en largeur.	-
Estimatif des couts	500 €	500 €	500 €
CHOIX DU MAITRE D'OUVRAGE SUR LA SUITE A DONNER EN PHASE AVP			

* A l'échelle du tronçon d'étude, classée de 1 (urgent) à 3 (peu urgent)



Syndicat Mixte des rivières du Sornin et de ses affluents
9, place de la Bouverie
42190 CHARLIEU

Restauration du tronçon du Sornin à la traversée de Charlieu

Phase 1 : Etat des lieux

ANNEXE 2 : diagnostic du seuil des pompiers et génie civil

Février 2009

Mandataire -
hydrogéomorphologie



100, rue des Fougères
69009 LYON
Tel/fax : 04.78.83.68.89
Mob : 06.88.31.27.46
www.dynamiquehydro.fr

Co- traitant - hydro-
écologie et génie végétal



1940 Route des Cévennes
30 200 Bagnols-sur-Cèze
Tél/Fax : 04 66 89 63 52
E mail : riparia@riparia.fr
www.riparia.fr

Sous-traitant - ouvrages
d'art et génie civil



133, Rue Chateaubriand
63100 Clermont-Ferrand
Tél. : 04.73.37.08.73
Fax : 04.73.31.11.67
Email : ahzami@igioa.fr

Sous-traitant - hydraulique



32 chemin de bier
38110 SAINTE-BLANDINE
Tél : 06.08.41.65.62
Fax : 04.74.83.39.12
Email : pierregrandidier@orange.fr



SYNDICAT MIXTE DES RIVIERES DU SORNIN ET DE SES AFFLUENTS

9, place de la Bouverie

42190 CHARLIEU

RESTAURATION DU TRONÇON DU SORNIN À LA TRAVERSÉE DE CHARLIEU

DIAGNOSTIC DU SEUIL DES POMPIERS - GÉNIE CIVIL -



Phase I

Expertise du
seuil

Février 2009

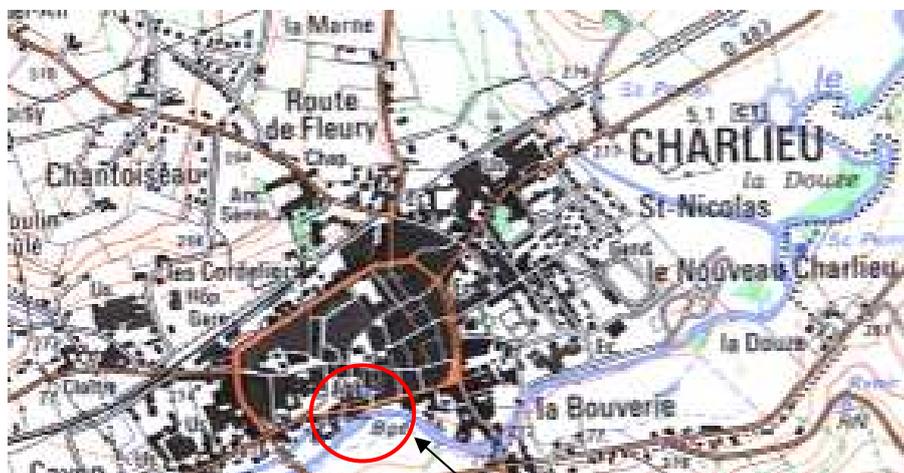
SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
1. Objet de l'étude	3
2. Situation du projet	3
3. Description l'ouvrage	4
4. Vie de l'ouvrage	4
5. Evénements	5
6. Importance du seuil	5
7. Les objectifs du Maître d'ouvrage	6
8. Condition de la visite	6
9. Etat du seuil	6
9.1. Caractéristiques dimensionnelles.....	6
9.2. Caractéristiques géométriques.....	7
9.3. Matériaux	7
9.4. Ouvrages associés.....	7
9.5. Ecoulements des eaux.....	7
9.6. Relevé des désordres	7
9.6.1 Abords du seuil	9
9.6.2 Lit de la rivière.....	9
9.6.3 Seuil	9
9.6.4 Vanne.....	11
9.6.5 Bief associé.....	11
9.6.6 Berges en maçonnerie.....	11
10. Analyse des désordres constatés	13
11. Plan de repérage des désordres	16
12. Plans et dossier photographique du seuil	18
13. Dossier photographique des berges maçonnées	28
14. Annexe : Etat des lieux - Analyse hydro écologique des berges et des expertise des ouvrages	39

1. Objet de l'étude

Le présent rapport a pour objet de dresser un bilan exhaustif de l'état du seuil des Pompiers dans le cadre des études d'avant projet de restauration de la rivière du Sornin à la traversée de la ville de Charlieu afin de procéder à sa réparation. Cet ouvrage est situé à 350m environ en aval du vieux pont en maçonnerie appelé « pont de Pierre »

2. Situation du projet



3. Description l'ouvrage

Le seuil des pompiers est constitué actuellement d'une carapace en béton non armé de 20cm d'épaisseur environ disposée sur un corps composé des blocs d'enrochements et des matériaux de tout-venant. Il coupe la rivière du Sornin transversalement sur un linéaire de 53,00m environ.

Ce seuil est ancré, côte rive gauche, dans le talus naturel de la rivière du Sornin et complété rive droite par une paroi de 8,00m de long constituée de maçonneries, dans laquelle est installée une vanne de 1.95m d'ouverture. Cette paroi, elle-même est liaisonnée perpendiculairement à un bief associé au seuil des pompiers.

La crête du seuil des pompiers réalisée sous forme d'une plate-forme de 2,00m de largeur présente un profil en long plus ou moins rectiligne. La différence d'altitude entre les rives gauche et droite est de 27cm environ. Elle est complétée par un parement aval incliné de 20 à 30% selon les zones du seuil, permettant de dissiper l'énergie de la chute d'eau.

S'agissant du pied droit, seul la partie rive gauche du seuil est stabilisé par un radier aval composé de grands blocs d'enrochements.

La crête du seuil est menue rive gauche d'une échancrure de 3,00m de large et de 20cm de profondeur, permettant de régler le niveau d'eau de la retenue.

La dénivelée entre les lignes d'eau amont et aval est de l'ordre de 95 cm en rive gauche. En rive droite, la présence en pied du parement aval d'une bande de gravier et de sable à réduit la différence d'eau à zéro.

Le fond du lit est mesuré côté amont en rive gauche à la côte 267.59 et en rive droite à la côte 269.10. Ces côtés ont permis de calculer la hauteur de la retenue d'eau (appelée Pelle) qui varie de 0.20m rive droite à 1.70m environ à rive gauche.

4. Vie de l'ouvrage

Il est précisé lors de la réunion de démarrage des études du 22 octobre 2008, que le seuil et le bief associé appartiennent à la commune de Charlieu. Ce seuil datant du Moyen Age a subi des travaux de réhabilitation en 1983.

Les travaux réalisés sur le seuil sont :

- l'abaissement du niveau de l'ouvrage de l'ordre de 1,00m,
- la création d'une carapace en béton non armé sur la crête et le parement aval.

5. Evénements

Le seul événement recensé à ce jour est la crue de décembre 2003.

Lors de cette crue, le seuil des pompiers a subi des dégâts très importants. La partie centrale a complètement effondrée, créant une brèche de dizaine de mètre d'ouverture le rendant instable et dans un état très précaire.

Une prochaine crue même de faible intensité est susceptible d'emporter et détruite la totalité du seuil amplifiant par la même occasion fortement et rapidement l'érosion des berges et l'enfoncement du lit du Sornin.

Suite à cet événement, amplifiée par les inquiétudes des riverains, le Syndicat Mixte des rivières du SOrnin et de ses Affluents (SYMISOA) a décidé dans le cadre du contrat de rivière de lancer des études de restauration du tronçon du Sornin à la traversée de Charlieu y compris le réparation du seuil des pompiers.

6. Importance du seuil

Il est important de rappeler que les études préalables de restauration du Sornin réalisées en 2005 ont recensé des centaines de seuils sur la rivière dont certain ont **été jugés relevant de "l'intérêt général" pour un rôle positif** à maintenir (soutien du profil en long à un endroit stratégique, patrimonial, présence d'une retenue constituant une zone humide remarquable) **et/ou un rôle négatif** à traiter (obstacle à la circulation piscicole, dérivation d'eau du cours d'eau, risque ou désordres morphodynamiques).

Parmi les seuils jugés relevant de « intérêt général pour un rôle positif et ou un rôle négatif » on retrouve bien le seuil des pompiers.

Ce Seuil est jugé d'intérêt général du fait de son usage ou de l'intérêt associé de portée générale : intérêt patrimonial ou environnemental (zones humide associée par exemple) ou rôle de maintien du profil en long du cours d'eau à un endroit jugé important pour un bien collectif. C'est pourquoi, sa réparation et son maintien en bon état avec un fonctionnement satisfaisant sont indispensables.

Par ailleurs, le seuil des pompiers est jugé stratégique pour la franchissabilité des poissons compte de tenu de la classe « rivière à migrants » du Sornin. Il est considéré aujourd'hui comme un obstacle infranchissable nécessitant par conséquent, l'aménagement d'une passe à poisson pour ce conformer à la réglementation « grands migrants ».

7. Les objectifs du Maître d'ouvrage

Le Maître d'ouvrage en l'occurrence ici SYMISOA, souhaite à travers cette étude arrêter un parti technique de réhabilitation pour pérenniser et garantir une exploitation durable du seuil des pompiers en réalisant des travaux de réparation bien adaptés aux spécificités du site.

Ces travaux ont pour objet compte tenu des enjeux du seuil :

- d'assurer la stabilité des habitations construites en bord de cour d'eau,
- de valoriser le paysage du site,
- de stabiliser le lit et les berges du Sornin contre l'altération et l'érosion,
- de renforcer le rôle d'écrêtement des crues,
- de rendre le seuil franchissable par la faune piscicole,

Pour ce faire nous allons s'appuyer sur l'ensemble des investigations et des études réalisées à ce jour sur l'ouvrage et en particulier sur notre propre diagnostic qui rentre dans le cadre de la phase 1 de notre mission.

8. Condition de la visite

Condition atmosphérique temps nuageux et partiellement pluvieux : 10°

Date de la visite 20/11/2008 et 19/01/2009

Chargé de la visite M. HZAMI

Moyen employé à pieds et barque motorisée

9. Etat du seuil

9.1. Caractéristiques dimensionnelles

- Longueur total du seuil : 61 m y compris la vanne en rive droite,
- Largeur du seuil : 8,00m environ comprenant la crête et le parement avant,
- Largeur de la crête 2,00m,
- Hauteur du seuil : variable de 0.50m rive droite à 2.00m environ rive gauche,

9.2. Caractéristiques géométriques

- Le profil en long du seuil est peu incliné, la pente longitudinale est de 0,5% environ,
- Le profil en travers du seuil possède une forme trapézoïdale avec un parement aval incliné de 20% à 30% selon les zones,
- Le tracé en plan du seuil est en alignement droit.

9.3. Matériaux

La carapace de la crête et du parement aval du seuil sont constitués d'une dalle béton de 20cm environ non armé disposée sur un corps composé de blocs d'enrochements. Le radier aval est constitué d'enrochements avec blocométries très hétérogène.

9.4. Ouvrages associés

- En rive gauche : le seuil comporte une échancrure de 3,00m d'ouverture et de 20cm de profondeur,
- En rive droite : le seuil est menu d'une vanne de 1,95m d'ouverture. Il est associé rive droite à un bief en maçonnerie comportant deux vannes.

9.5. Ecoulements des eaux

L'écoulement des eaux est assuré aujourd'hui via la zone effondrée située au milieu de l'ouvrage et via la vanne située en rive droite.

La hauteur de retenue d'eau en amont varie de 0.20m en rive droite à 1.70m en rive gauche. Cette variation est due à la nature du fond du lit du Sornin.

9.6. Relevé des désordres

Les observations et les désordres relevés lors de nos différentes visites sont dressés dans le tableau ci-dessous et expliqués par la suite. Ces désordres sont reportés sur un plan technique accompagné d'un dossier photographique.

ELEMENTS D'OUVRAGE	CONSTATAIONS	PHOTOS
Abords du seuil - Rive gauche amont	- Affouillement, - Erosion - Stabilité précaire	1, 18, 23
- Rive gauche aval	- Enrochement en mauvais état, - Présence des embâcles et des déchets divers,	14,17
- Rive droite aval	- Rien à signaler	26
Lit de la rivière côté aval	- atterrissement en graviers au centre du lit - développement de la végétation importante	27
Seuil	- Effondrement de la partie centrale accompagné d'arrachement de la carapace du seuil, - Effondrement du parement aval accompagné de glissement de la carapace, - Fissures longitudinales et transversales de plusieurs millimètres d'ouverture de la carapace au niveau de la crête et le parement aval, - Rupture complète de la dalle béton - Descellement de la maçonnerie, - Sous cavage, - Présence d'embâcles, - infiltration d'eau importante sous la dalle - Développement de la végétation au droit des zones endommagées,	1, 2, 4, 5 6, 7, 8, 9 10, 11, 12 13, 14, 15 16, 17, 18 19, 20, 21 22,
Vanne	- Accumulation des embâcles, - corrosion de la porte métallique de la vanne, - détérioration des joints de la maçonnerie sur la partie basse de la paroi,	24,
Bief associé	- Accumulation des embâcles, - corrosion des portes métalliques des vannes, - maçonnerie sur la partie basse de la paroi,	25,
Berges maçonnées	- Enrochements : - Stabilité précaire (dislocation, enfoncement, glissement, ...) - Accumulation des déchets et de la vase - Dégradation des soutènements en maçonnerie : fissures diverses, sous cavage, descellement de la maçonnerie, affouillement,	28, 29, 30 31, 32 33, 34, 35 38, 39, 40 41, 42, 43 44, 45, 49, 50, 51, 52, 53, 54,55, 56, 57

	<ul style="list-style-type: none"> - Dégradation des soutènement en palplanche : oxydation et perte de matière, - - Dégradation du soutènement en bois : déformation excessive, fuite des matériaux de remplissage, disparitions des planches formant le parement du soutènement 	<p>36, 37,</p> <p>46, 47, 48</p>
--	---	----------------------------------

9.6.1 Abords du seuil

Rive gauche : la berge est naturelle, elle présente côtés amont des signes d'érosion et d'affouillement très important. La cause essentielle de ce problème est l'absence d'enrochements maçonnés. Côté aval, elle est stabilisée par des enrochements de blocométries très hétérogènes. Ils présentent des désordres et des défauts au niveau de mise en œuvre et d'entretien. Des travaux de réparation sont nécessaires pour reconstituer des abords et assurer une stabilité générale du seuil.

Rive droite : la berge côté aval est stabilité par un parement bétonné qui est dans un état satisfaisant.

9.6.2 Lit de la rivière

Un important atterrissement en graviers est relevé côté aval du seuil, il est situé à peu près dans l'axe du lit de la rivière. L'étude morphologique se prononcera sur l'intérêt de laisser cette zone telle qu'elle est actuellement.

9.6.3 Seuil

Le seuil des pompiers globalement est dans un état très précaire. Les désordres relevés sont très graves et susceptible de mettre l'ouvrage en péril en cas d'une nouvelle crue ou d'une remonté de niveau d'eau significative.

Les désordres relevés sur ce seuil sont des natures différentes, ils se résument comme suit :

- effondrement de la partie centrale du seuil : cet effondrement a crée une brèche dans le seuil d'une dizaine de metre d'ouverture, la crête et le parement aval à cet endroit sont complètement arrachés et déposés à

Seuil des Pompiers

quelques mètres plus loin sous l'effet de la vitesse de la crue. Seul les grands blocs d'enrochements sont restés en place assurant tant bien que mal la fonction de retenue.

- Effondrement du parement aval du seuil : sous l'effet de l'arrachement de la partie centrale du seuil lors de la crue de décembre 2003, le parement aval situé de part et d'autre de cette zone a subi lui aussi un effondrement partiellement accompagné de glissement de la carapace et du bloc béton. L'effondrement de ce parement est accentué par la rupture complète de la dalle béton (la carapace) au niveau de la crête.
- Rupture du seuil au niveau de la crête et du parement aval : la rupture observée sur tout le long de la partie supérieure du seuil non effondrée est très nette, elle mesure plusieurs centimètres d'ouverture à certain endroit.
- Fissure de la dalle béton formant la carapace du seuil : des nombreuses fissures transversales et longitudinales ont été relevées sur la crête et le parement aval de plusieurs millimètres d'ouverture.
- Descellement de la maçonnerie : des nombreuses cavités ont été relevées le long du parement amont surtout au niveau de la crêtes et sous le parement aval suite au descellement de la maçonnerie qui constitue le corps du seuil. Ce descellement à créer côté amont des zones d'affouillement fragilisant encore plus les parties non effondrées.
- Présence de la végétation sur le seuil : cette végétation a été observée sur tout le long de la zone fracturée au niveau de la crête de l'ouvrage. Cette végétation à certain endroit est bien enracinée dans le seuil faisant accroître l'instabilité de l'ouvrage.
- Embâcles : une importante accumulation d'embâcles est constatée au droit de la zone effondrée, accrochées entre les blocs béton arrachés et les enrochements constituant le corps du seuil.

Seuil des Pompiers

Vu l'état de ce seuil, des travaux de réparation ou de reconstruction sont nécessaires pour éviter l'effondrement total de l'ouvrage. Les travaux de réhabilitation intégreront l'aspect franchissabilité (la passe à poissons) demandée par le Maître d'ouvrage.

9.6.4 Vanne

La paroi liaisonnée perpendiculairement au bief et qui complète le seuil rive droite est dans un état satisfaisant. Les désordres observés sur cette paroi relèvent de l'entretien courant :

- accumulation des embâcles devant la vanne,
- présence de la mousse sur la paroi,
- dégradation superficielle des joints de la maçonnerie,
- corrosion très avancée de la porte de la vanne

Il est important de noter que cette partie de l'ouvrage ne présente aucun désordre structurel. Cette partie du seuil sera conservée dans l'état. Seul, les travaux de réhabilitation seront engagés.

9.6.5 Bief associé

Le bief associé est dans un état satisfaisant également. Aucun désordre structurel n'est observé sur cet ouvrage. Seul les désordres d'ordre d'entretien courant sont relevés :

- accumulation des embâcles devant les vannes,
- présence de la mousse sur la paroi,
- dégradation superficielle des joints de la maçonnerie,
- corrosion très avancée des portes métalliques des vannes.

Ce bief ne sera pas concerné par les futurs travaux qui seront engagés sur le seuil

9.6.6 Berges en maçonnerie

Cette partie vient compléter le rapport de l'expertise hydro-écologique des berges réalisé par RIPARIA.

La localisation de chaque zone est reportée sur les planches de ce rapport et joint à ce document.

Zone en enrochement (berges et risbermes) : D16, D19, D13 et BD1

La quasi-totalité des berges et des risbermes comportant des enrochements libres, présente des désordres plus ou moins graves. Ces désordres sont les causes de l'altération du fond du lit de la rivière, de l'affouillement en pied des berges maçonnées et de dépôt des déchets et de la vase entre des blocs accentués par la végétation qui ont tendance à désolidariser l'ouvrage.

Compte tenu de l'importance de ces ouvrages vis-à-vis de la protection des berges de la rivière et la stabilité des habitations en bords de l'eau, des travaux de remplacement, de renforcement, de consolidation et d'entretien sont nécessaires.

Zone soutènement en maçonnerie : D9, D11, D13, D17, D18, D19, BD2 et BD4

Les désordres relevés sur les murs et les ouvrages divers en maçonnerie situés en bord des habitations sont nombreux et très variés. Ils sont répertoriés dans le dossier photographique joint ci-dessous.

Le mur soutenant le parking public situé sur le boulevard Eugénie Guinault, présente des nombreuses fissures verticales et horizontales d'ouvertures variables et descellement de la maçonnerie sur la partie immergée.

Les ouvrages soutenant les talus en bord des habitations sont la plupart dans un état très graves. Nous avons constaté comme les photos ci-dessous le montrent, que certains murs sont à la limite de rupture : descellement de la maçonnerie, sous cavage, affouillement, fissures franches etc.

Il est important d'informer les propriétaires de la précarité de leurs ouvrages et de la nécessité d'engager des travaux de stabilisation et de renforcement pour éviter des accidents.

Zone rideau palplanche : D18

La partie supérieure du rideau de palplanche situé à l'avant du mur de soutenant le parking est fortement oxydée. Nous avons constaté sur cette même partie une perte de matière due essentiellement à l'absence de la teinture anti-corrosion. Ces deux phénomènes ne remettent pas en cause la stabilité de cet ouvrage. Néanmoins, des travaux des protections par l'application d'une peinture anti-corrosion par exemple sont nécessaires pour le conserver et optimiser sa durée de vie.

Zone soutènement en bois : D14

Le soutènement en bois situé entre la rue du pont de pierre et le seuil présente des désordres sérieux et susceptibles d'engager la stabilité de l'ouvrage : problème de déformation des planches qui constituent le parement, fuite des matériaux de remplissage et arrachement des planches par endroit et disjointoiement par d'autre. Pour conserver cet ouvrage, il est temps d'engager des travaux de renforcement par le changement et le remplacement des éléments défectueux.

10. Analyse des désordres constatés

Les désordres relevés sur le seuil sont à l'origine de plusieurs défauts à savoir :

- défaut de construction et de réalisation,
- défaut d'entretien et de suivi,

Les travaux engagés sur le seuil en 1983 et surtout la mise en place d'une dalle non armée (la carapace) ont tout enclenché. Cette dalle mal réfléchie n'a pas été réalisée selon les règles de l'art en rapport avec les ouvrages hydrauliques et en particulier avec les seuils.

Sa mise en œuvre sans aucune étude préalable et sans les fondamentaux d'une bonne conception ont généré des anomalies importantes au niveau du fonctionnement hydraulique.

Les causes qui ont permis ce dysfonctionnement du seuil sont :

- l'absence d'un parement amont étanche dans la continuité de la crête permettant d'éviter l'infiltration de l'eau sous la dalle et par conséquent la formation d'une sous pression hydrostatique.
- L'absence des barbacanes permettant d'évacuer la sous pression,
- La dégradation du radier aval
- La mauvaise réalisation de dalle en béton (la carapace),
- L'absence de butée en pied du seuil (bêches),

Les autres désordres relevés sur le seuil : érosion, affouillement, tassement et effondrement de la partie aval, la rupture de la dalle en béton, les fissures

Seuil des Pompiers

longitudinales et transversales, le descellement de la maçonnerie, etc...., sont les conséquence de l'effondrement de la partie centrale du seuil.

Le seuil est découpé aujourd'hui en trois parties complètement désolidarisés et non monolithiques le rendant davantage instable et dans une situation précaire comme les photos ci-dessous le montrent.

Il est à noter également que la plupart des désordres relevés sur le seuil résultent d'une défaillance de l'entretien en qualité et quantité : remplacement des pierres manquantes, enlèvement de la végétation indésirable, enlèvement des embâcles, etc. ...).

Indice Global de désordres (IGD)

Les désordres relevés sur le seuil des pompiers et synthétisés ci-dessus nous ont permis en fonction du tableau ci-dessous d'arrêter l'Indice Global des Désordres qualifiant l'état général de l'ouvrage.

Valeurs de l'IGD	Définition	Exemples
IGD = 0	Aucun désordre apparent	/
IGD = 1	Désordres mineurs et non structurels	Suintements, fissures sans déplacement, végétation herbacée
IGD = 2	Désordres touchant la structures du seuil	Pierres manquantes, fissures
IGD = 3	Désordres graves mettant en péril la pérennité de l'ouvrage à court terme	Radier aval sous-cavé
IGD = 4	Brèche complète ou partielle (diminuant la dénivelée initiale du seuil)	/

La valeur de l'Indice Global de Désordres (IGD) retenue pour ce seuil est **4** (Brèche complète ou partielle).

Les parties en place rives droite et gauche du seuil sont dans une situation très précaire également, les désordres relevés sont graves, elles sont susceptibles de céder à la moindre crue significative.

Seuil des Pompiers

La rupture de ces deux parties rive gauche rive droite du seuil qui continuent de jouer un rôle d'une retenue d'eau peut avoir des conséquences graves non seulement sur la rivière elle-même mais aussi sur les habitations construites en bords de l'eau et sur le bief associé :

- abaissement du niveau de la retenue en dessous niveau normal du seuil. Cette situation est susceptible de provoquer des tassements des fondations des habitations en bord de l'eau,
- dysfonctionnement morphologiques au cours d'eau : érosion, affouillement. Cette situation est capable de provoquer des sous cavages au droit des habitations en bord des berges,
- assèchement du bief associé,
- instabilité du profil et altération du lit.

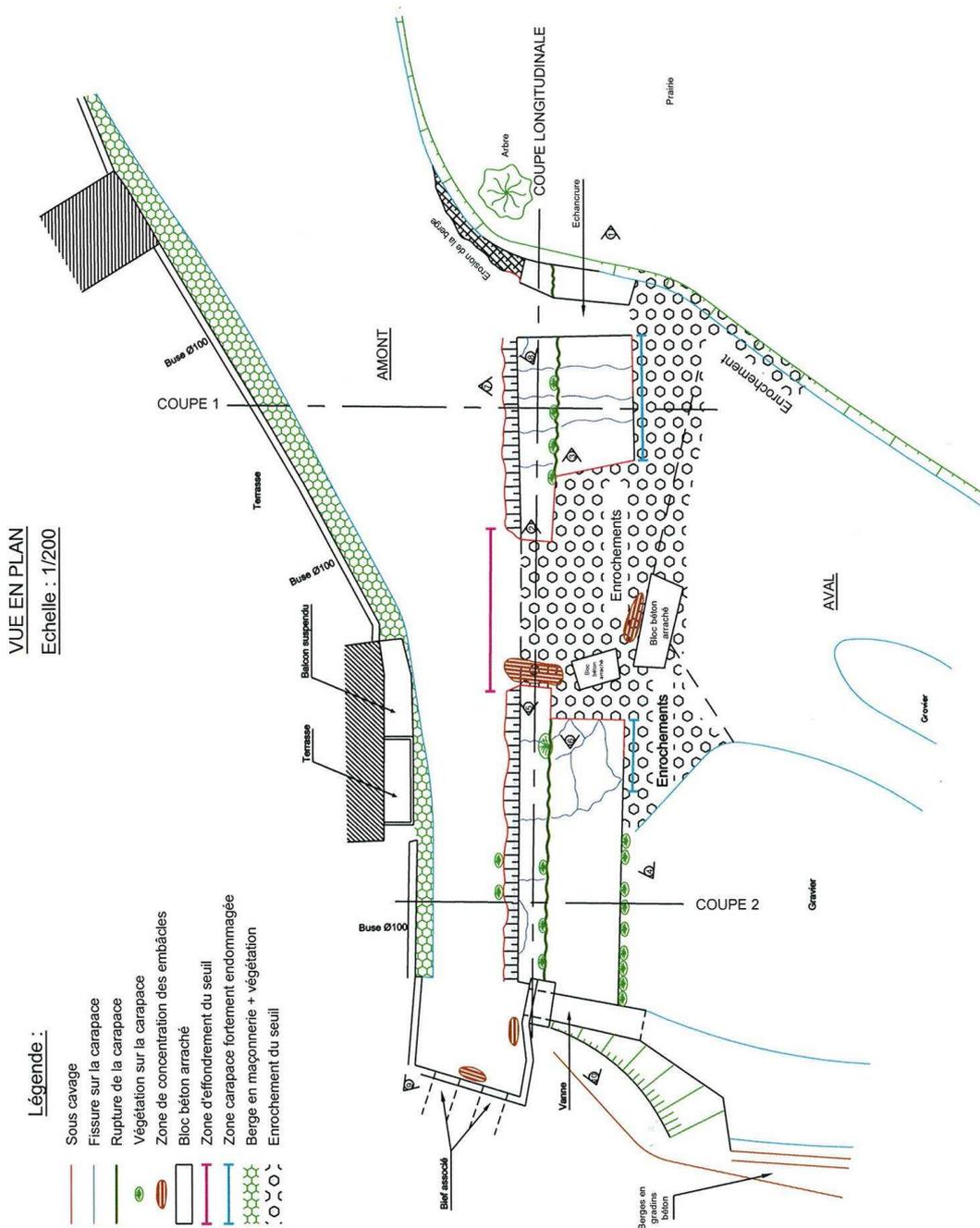
C'est pourquoi des travaux de réhabilitation (réparation ou reconstruction) selon les règles de l'art du seuil sont à engager très rapidement pour éviter l'effondrement total de l'ouvrage.

Plusieurs solutions de réparation et de restauration du seuil seront envisagées et proposées au Maître d'ouvrage lors de la prochaine phase tenant compte :

- l'état actuel de l'ouvrage,
- la franchissabilité du seuil,
- les aspects hydrauliques de la rivière,
- les règles de l'art de conception et de réalisation des seuils,
- l'amélioration de la stabilité du lit,
- l'aspect financier,

Concernant les berges en maçonnerie, il appartient au Syndicat Mixte des Rivières du Sornin d'avertir le pouvoir public et les propriétaires des maisons en bords de la rivière du risque de laisser leurs ouvrages dans l'état actuel sans réparation.

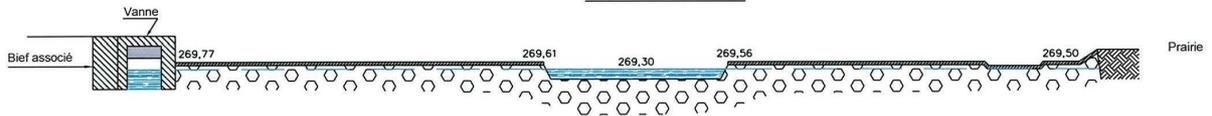
11. Plan de repérage des désordres



Seuil des Pompiers

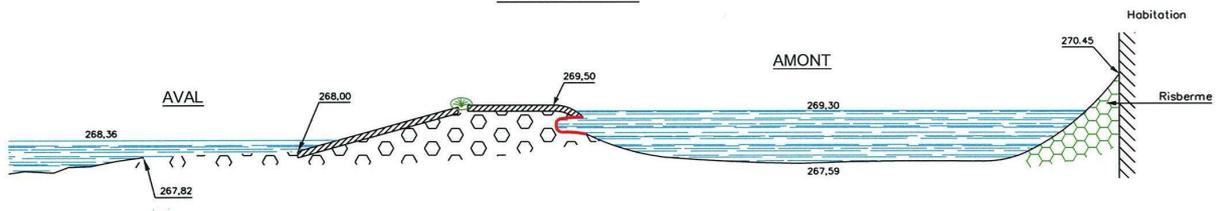
COUPE LONGITUDINALE

Echelle : 1/200



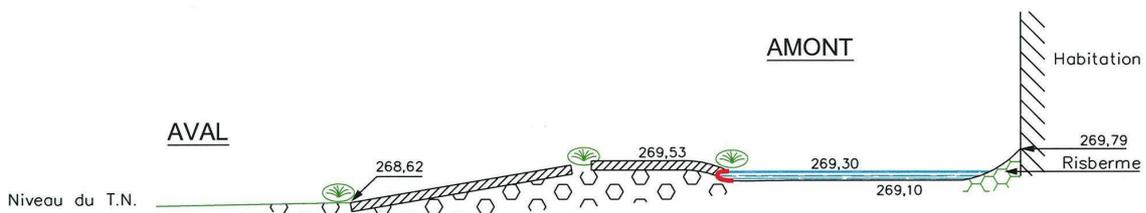
COUPE 1

Echelle : 1/100



COUPE 2

Echelle : 1/100



12. Plans et dossier photographique du seuil

Seuil des Pompiers



PH 1

Vue générale du seuil
depuis rive gauche

PH 2

Vue générale du seuil
depuis rive droite



PH1



PH 3

Vue générale du Sornin
Côté Aval par rapport au seuil

Seuil des Pompiers



PH 4

Vue générale du Sorain
Côté Amont du seuil

PH 5

Vue depuis l'aval de la brèche
dans le seuil
(Rupture de la partie centrale
du seuil)



PH 6

Vue depuis l'amont de la
brèche dans le seuil
(Rupture de la partie centrale
du seuil)

Seuil des Pompiers



PH 7

Arrachement des blocs du
béton qui constituent la
carapace du seuil et la fuite
des enrochements

PH8

Effondrement du parement
aval du seuil
(rive droite)



PH 9

Rupture avec fissures
diverses de la dalle au niveau
de la crête du seuil
(rive droite)

Seuil des Pompiers

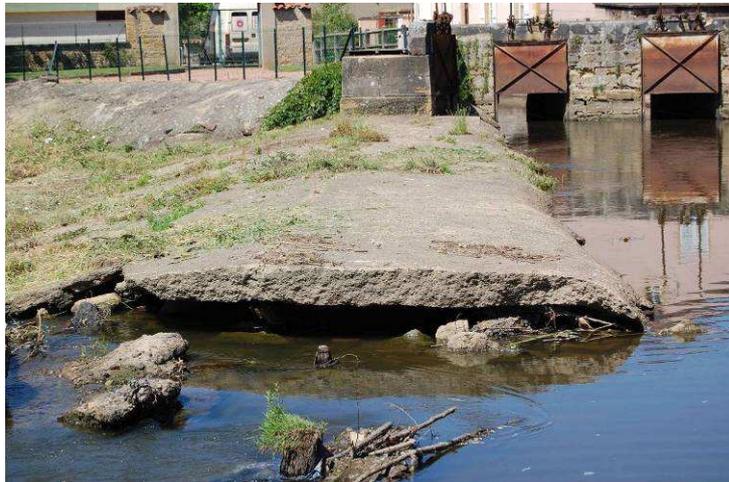


PH 10

Cavage important sous la dalle - disparition complète du corps du seuil (rive droite)

PH 11

Cavage important sous la dalle de la crête partie rive droite su seuil (dalle en console)



PH 12

Cavage important sous la dalle de la crête partie rive droite su seuil



Seuil des Pompiers



PH 13

Embâcles piégées entre les
éléments arrachés du seuil
(partie centrale du seuil)

PH 14

Embâcles piégées par
l'enrochement non soigné de
la berge aval du seuil
(rive gauche)



PH 15

Effondrement du parement
aval du seuil
(rive gauche)

Seuil des Pompiers



PH 16

Cavage important sous le
parement aval du seuil,
rupture de la dalle au niveau
de la crête
(rive gauche)

PH 17

Tassement du parement aval
en face de l'échancrure
(rive gauche)



PH 18

Erosion de la berge côte
amont du seuil
(rive gauche)

Seuil des Pompiers



PH 19

Sous cavage au droit du
parement amont du seuil,
Descellement de la
maçonnerie et mauvaise
réalisation de dalle béton

PH 20

Sous cavage au droit du
parement amont du seuil,
Descellement de la
maçonnerie et mauvaise
réalisation de dalle béton



PH 21

Détachement d'une partie de la
dalle béton avec descellement
des maçonneries du parement
amont du seuil. Fracture de la
dalle dans tous les sens



Seuil des Pompiers



PH 22

Vue sur l'échancrure de réglage du niveau d'eau de la retenue.
Tassement du parement et affouillement du radier aval

PH 23

Ravinement de la berge adjacente à l'ouvrage (rive gauche)



PH 24

Accumulation des embâcles devant la vanne. Oxydation importante de la porte de la vanne rive droite

Seuil des Pompiers



PH 25

Accumulation des embâcles
devant le bief associé.
Oxydation importante des
portes des vannes rive droite.

PH 26

La berge rive droite du seuil est
dans un état satisfaisant. RAS



PH 27

Vue sur l'atterrissement au
centre du cours d'eau
(côté aval)

13. Dossier photographique des berges maçonnées

Seuil des Pompiers



PH 28

Enrochement dans un état
moyen

PH 29

Début de glissement du talus
en enrochements.
(Stabilité précaire)



PH 30

Enrochement mal réalisé.
(Stabilité précaire)

Seuil des Pompiers



PH 31

Pied d'encrochement dans un mauvais état suite à l'altération du fond du lit.
(Stabilité précaire)

PH 32

La partie immergée du mur de soutènement du parking dans un état moyennement satisfaisant



PH 33

Mur de soutènement du parking :
Dégradation de l'enduit, et détachement de quelques blocs de maçonnerie du mur de soutènement partie immergée.

Seuil des Pompiers

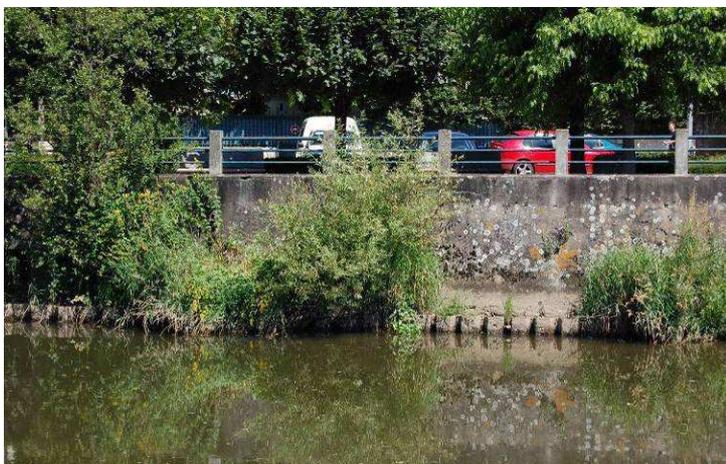


PH 34

Mur de soutènement du parking :
Dégradation de l'enduit, et
détachement de quelques blocs
de maçonnerie du mur de
soutènement du parking, partie
immergée.

PH 35

Fissures verticales et
horizontales sur le mur de
soutènement du parking



PH 36

Oxydation et perte de matière
en tête du rideau de palplanche
soutenant le parement du
parking

Seuil des Pompiers



PH 37

Oxydation et perte de matière en tête du rideau de palplanche soutenant le parement du parking

PH 38

Affouillement très important conjugué par la disparition une bonne partie de fondation du mur de terrasse. Attention danger.

Avertir le propriétaire de la précarité de l'état de son mur : Une barrière de sécurité est à mettre en place.



PH 39

Effondrement partiel de la berge constituée d'enrochements suite aux problèmes d'altération et d'érosion du lit du Sornin

Seuil des Pompiers



PH 40

Erosion de la berge
accompagnée d'un sous
cavage important et
descellement de la maçonnerie.

PH 41

Fissure verticale dans le mur
de clôture suite au tassement
de la berge



PH 42

Effondrement partiel de la
berge suite à un affouillement
important

Seuil des Pompiers



PH 43

Effondrement partiel de la
berge suite à un affouillement
important

PH 44

Sous cavage important de la
berge RD suite aux problèmes
d'érosion du lit du Sornin



PH 45

Sous cavage important de la
berge RD suite aux problèmes
d'érosion du lit du Sornin



Seuil des Pompiers



PH 46

Vue générale du mur de
soutènement en bois

PH 47

Disparition de quelques
planches en partie base du mur
accompagné de fuite des
matériaux



PH 48

Disparition de quelques
planches qui constituent le
parement du mur en partie
base du mur accompagné de
fuite des matériaux

Seuil des Pompiers



PH 49

Dégradation de la berge tout le long du mur

PH 50

Sous cavage tout le long du mur avec détachement de la maçonnerie



PH 51

Sous cavage tout le long du mur avec détachement de la maçonnerie

Seuil des Pompiers

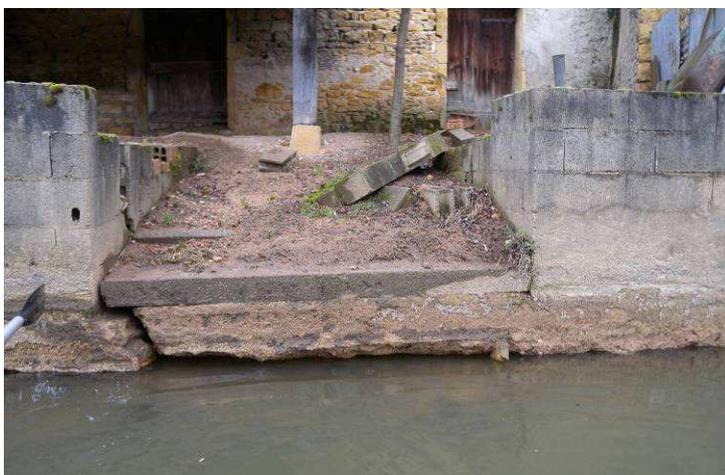


PH 52

Dégradation de la partie immergée du mur suite à l'érosion du lit du Sornin

PH 53

Dégradation de la partie immergée du mur suite à l'érosion du lit du Sornin



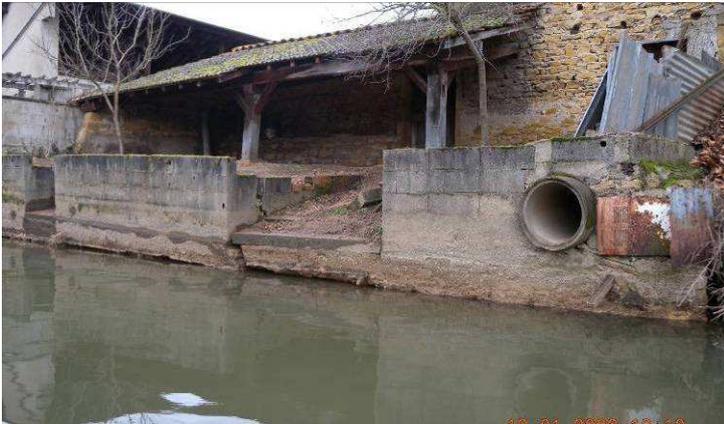
PH 54

Tassement de la dalle de la rampe d'accès et du mur suite au sous-cavage produit en bord de la rivière.

Cette dalle est la limite de rupture sous l'effet de son poids propre.

Il faut rester vigilant, le propriétaire de ce mur est à informer du danger lié à cette situation

Seuil des Pompiers



PH 55

Idem photo précédente

PH 56

Déplacement des éléments modulaires qui constituent le soutènement du talus sous l'effet de la poussée de la terre et le poids de l'arbre situé au dessus.

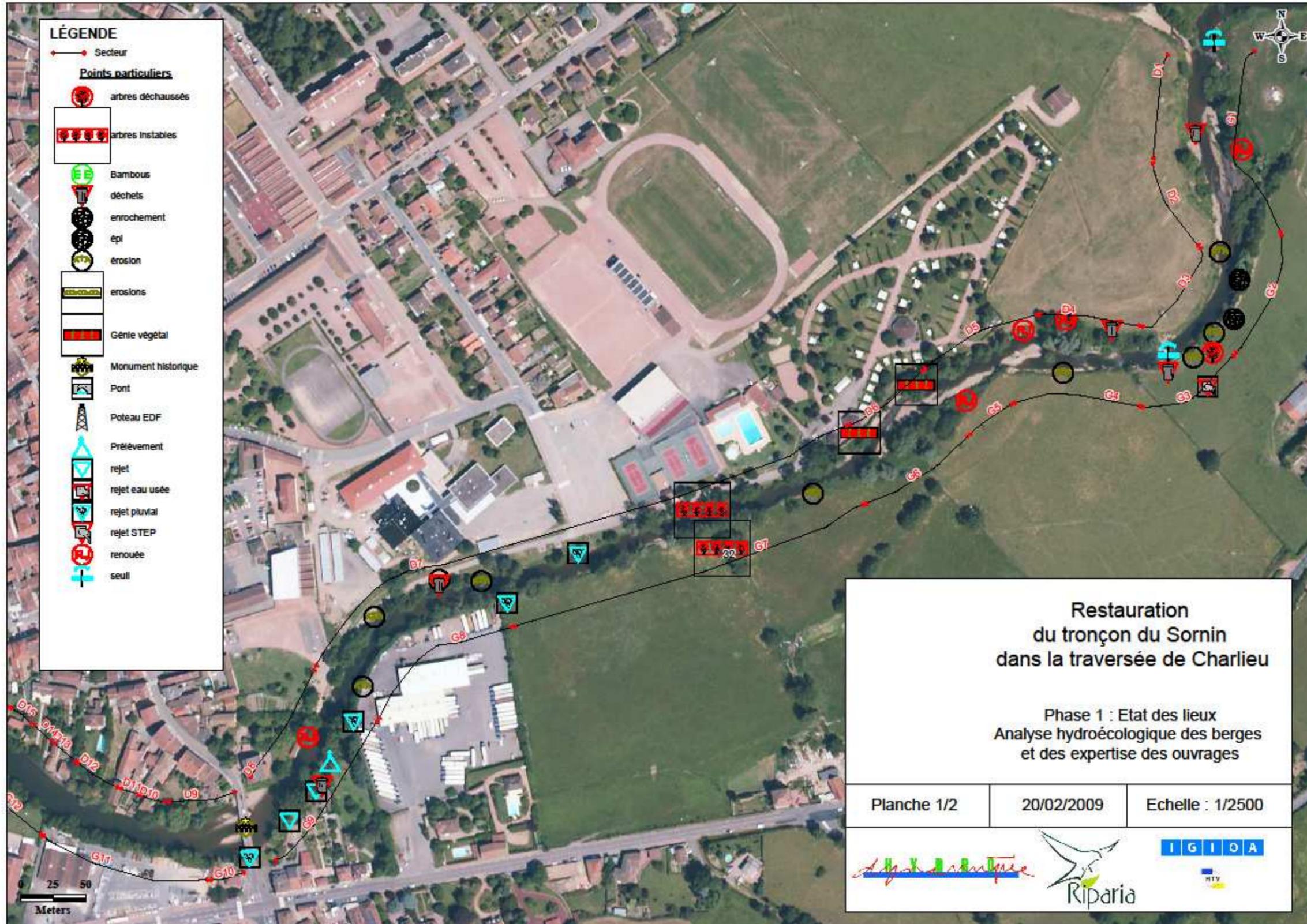


PH 57

Idem photo ci-dessus (PH56)

14. Annexe : Etat des lieux - Analyse hydro écologique des berges et des expertises des ouvrages







SYndicat
Mixte
des rivières
du SOrnin
et de ses Affluents

Syndicat Mixte des rivières du Sornin et de ses affluents
9, place de la Bouverie
42190 CHARLIEU

Restauration du tronçon du Sornin à la traversée de Charlieu

Phase 1 : Etat des lieux

ANNEXE 3 : Etude hydraulique

Février 2009

Mandataire -
hydrogéomorphologie



100, rue des Fougères
69009 LYON
Tel/fax : 04.78.83.68.89
Mob : 06.88.31.27.46
www.dynamiquehydro.fr

Co- traitant - hydro-
écologie et génie végétal



1940 Route des Cévennes
30 200 Bagnols-sur-Cèze
Tél/Fax : 04 66 89 63 52
E mail : riparia@riparia.fr
www.riparia.fr

Sous-traitant - ouvrages
d'art et génie civil



133, Rue Chateaubriand
63100 Clermont-Ferrand
Tél. : 04.73.37.08.73
Fax : 04.73.31.11.67
Email : ahzami@igioa.fr

Sous-traitant - hydraulique



32 chemin de bier
38110 SAINTE-BLANDINE
Tél : 06.08.41.65.62
Fax : 04.74.83.39.12
Email : pierregrandidier@orange.fr



Syndicat Mixte des rivières du Sornin et de ses Affluents

9, place de la Bouverie
42190 CHARLIEU

Etude d'avant projet de restauration du tronçon du Sornin à la traversée de Charlieu

Etude hydraulique

Rapport de phase 1 – Etat actuel

D195-07-08 – Ind 0 – Mars 2009



HTV
32 chemin de Bier
38110 SAINTE-BLANDINE
Tél/Fax : 04.74.83.39.12
Port. : 06.08.41.65.62
Email : contact.htv@orange.fr

TABLE DES MATIERES

Chapitre 1 Préambule	1
Chapitre 2 Généralités	3
2.1 Présentation de la zone d'étude.....	3
2.2 Description du projet	4
2.3 Bibliographie consultée.....	4
Chapitre 3 Hypothèses hydrologiques	5
Chapitre 4 Analyse hydraulique	7
4.1 Modélisation hydraulique	7
4.1.1 Construction du modèle – Complément topographique	7
4.1.2 Calage du modèle	7
4.2 Simulation hydraulique de l'état actuel.....	8
4.2.1 Résultats de simulation	8
4.2.2 Zone inondable	8
4.2.3 Fonctionnement des ouvrages.....	9

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Tableau 3-1 :	Résultats hydrologiques de l'étude BCEOM 2001	5
Tableau 3-2 :	Résultats hydrologiques de l'étude BRL 2005	6
Figure 2-1 :	Localisation de la zone d'étude	3

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 Schéma de modélisation

Annexe 2 Ligne d'eau de calage

Annexe 3 Résultats de calculs (Etat actuel)

Chapitre 1

Préambule

Dans le cadre du contrat de rivière du Sornin et de ses affluents, le SYMISOA (Syndicat Mixte des rivières du SOrnin et de ses Affluents) a confié au groupement Dynamique Hydro, Riparia, Igioa et HTV, la réalisation d'une étude d'avant projet de restauration du tronçon du Sornin à la traversée de Charlieu.

Cette étude a les objectifs suivants :

- ❑ Expertiser le fonctionnement morpho-dynamique du Sornin sur le tronçon,
- ❑ Proposer plusieurs scénarios de restauration,
- ❑ Accompagner le maître d'ouvrage et les partenaires du projet dans le choix du scénario de restauration,
- ❑ Etablir l'avant projet des aménagements retenus et proposer des indicateurs d'évaluation.

Le présent rapport présente l'analyse hydraulique du projet.

Techniquement, les aménagements en rivière ont deux impacts sur les conditions d'écoulements en crues :

- ❑ un impact dynamique lié à la modification de la section d'écoulement qui engendre une perturbation des niveaux d'eau à l'amont du projet,
- ❑ un effet de déstockage lié à la modification du volume d'eau stocké dans le lit majeur qui provoque, à l'aval, une transformation de la propagation de la crue et une variation des débits.

Afin d'apprécier finement ces deux impacts, une modélisation mathématique des écoulements sous **HEC-RAS** a été mise œuvre dans l'objectif de rendre compte des conditions d'écoulement du Sornin à l'état actuel (Phase 1) puis d'évaluer les incidences du projet de restauration (Phase 2).

Notre analyse hydraulique a débuté par le recueil des données disponibles concernant le Sornin notamment en ce qui concerne les études hydrauliques préalables au PPRI et au contrat de rivière. Ensuite, une enquête de terrain approfondie a été menée sur le linéaire d'étude.

Puis, un modèle hydraulique a été construit et calé sur la base des résultats du PPRI afin de rendre compte du fonctionnement hydraulique du secteur.

Le présent rapport provisoire prend fin à ce stade de l'analyse.

Dans un second temps, les projets de restauration seront intégrés à la modélisation. Un nouveau rapport sera alors établi afin de rendre compte des incidences hydrauliques des différents scénarios d'aménagement du Sornin.

Chapitre 2

Généralités

2.1 Présentation de la zone d'étude

Le projet est situé sur la commune de Charlieu (département de la Loire). Le linéaire étudié est délimité en amont par la confluence entre le Bézou et le Sornin, et en aval par la station d'épuration.

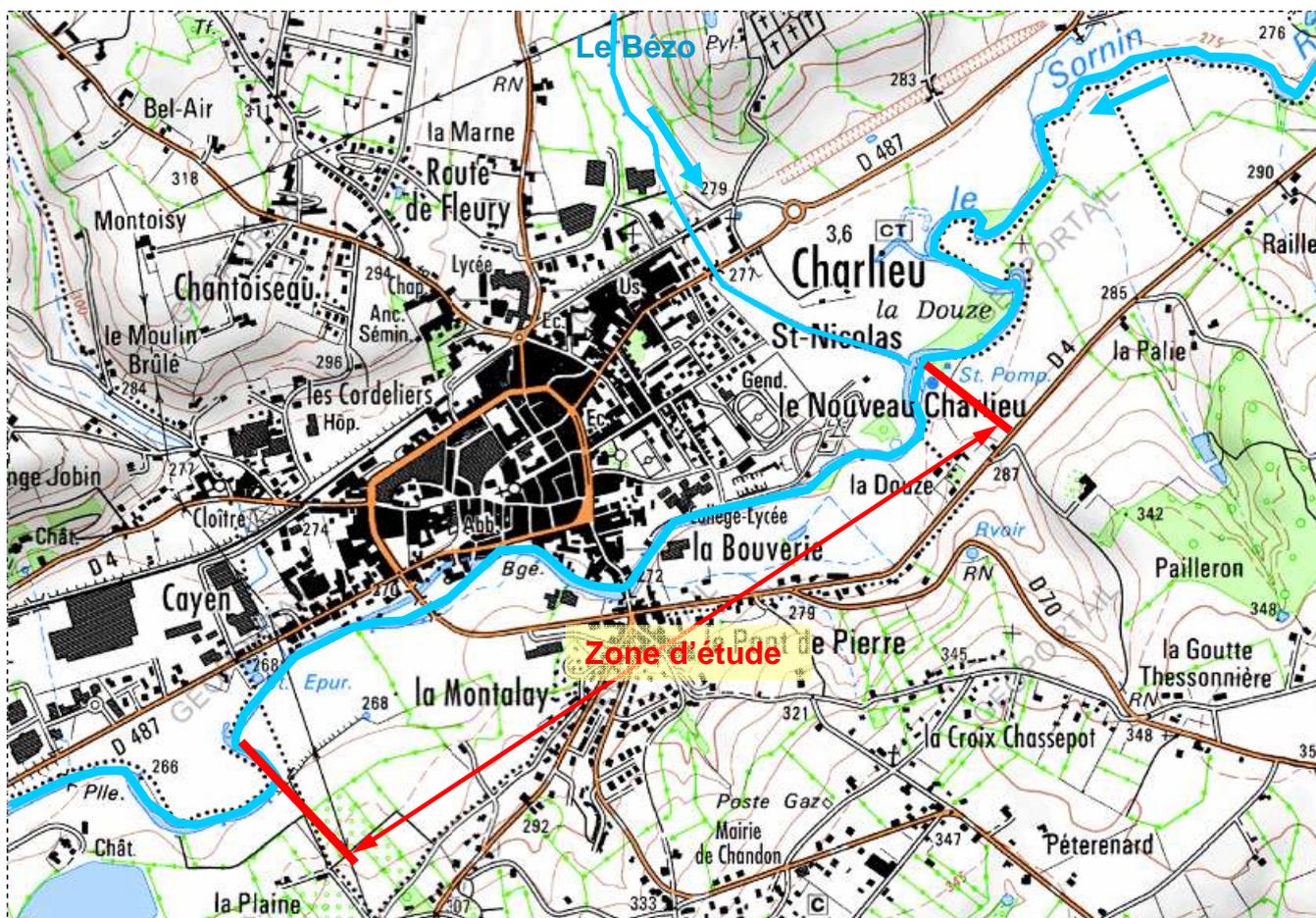


Figure 2-1 : Localisation de la zone d'étude

2.2 Description du projet

L'aménagement du Sornin doit permettre d'atteindre les objectifs suivants :

- ❑ Stabiliser le profil en long du lit,
- ❑ Restaurer le Sornin morphologiquement et écologiquement pour atteindre un bon état du milieu (continuité écologique à restaurer, amélioration de la qualité des habitats),
- ❑ Enrayer le phénomène d'érosion des berges,
- ❑ Valoriser le cours d'eau d'un point de vue paysager,
- ❑ Réduire si possible les niveaux d'inondation.

C'est sur ce dernier notamment que l'étude hydraulique viendra étudier les projets d'aménagement.

2.3 Bibliographie consultée

Etudes et rapports :

- ❑ « **Cartographie des zones inondables du Sornin au droit du collège Servet** » réalisée par BCEOM en 2000 pour le compte du Conseil Général de la Loire
- ❑ « **Etude hydraulique du Sornin** » réalisée par BCEOM en février 2001 pour le compte de la Direction Départementale de l'Equipement de la Loire
- ❑ « **Etude hydraulique du Sornin – Schéma d'aménagements** » réalisée par BCEOM en juin 2002 pour le compte de la Direction Départementale de l'Equipement de la Loire
- ❑ « **Etude préalable au contrat de rivière Sornin – Lot 5 : Etude hydraulique** » réalisée par BRL Ingénierie en juillet 2005 dans le cadre du projet de contrat de rivière

Plans :

- ❑ « **Plan du PPRI du Sornin** » - 2001 – DDE de la Loire
- ❑ « **Plan topographique du Sornin- 1/200** » - Janvier 2009 – CETA B.RINUCCINI - Etabli le cadre de la présente étude

Chapitre 3

Hypothèses hydrologiques

La présente étude a été élaborée sur la base des résultats des estimations hydrologiques établies lors des études antérieures.

L'étude hydraulique du Sornin réalisée par BCEOM en février 2001 a servi de base pour l'établissement du PPRI. Les débits de crue ont été obtenus par l'application de la méthode Crupedix. Le tableau suivant résume les valeurs obtenues par BCEOM en 2001.

Localisation	Bassin (km ²)	Débit de pointe décennal (m ³ /s)	Débit de pointe trentennal (m ³ /s)	Débit de pointe centennal (m ³ /s)
Amont du Botoret	260	65	95	131
Amont Ru Equetteries	362	85	124	170
Amont Bézo	381	89	130	178
Station hydrométrique	457	103	150	206
Aval du Chandonnet	493	109	159	218
Aval Ru d'Aillant	504	111	162	222
Aval	520	114	167	228

Tableau 3-1 : Résultats hydrologiques de l'étude BCEOM 2001

En 2005, dans le cadre des études préalables au contrat de rivière, BRL Ingénierie a réalisé une nouvelle estimation des débits de crue du Sornin. Plusieurs méthodes ont été mises en œuvre et comparés pour déterminer les débits décennaux et trentennaux. Les débits retenus sont ceux estimés par la méthode SCS (Soil Conservation Service). Les débits centennaux ont été estimés par la méthode du Gradex. Le tableau ci-après résume les valeurs obtenues par BRL Ingénierie en 2005.

Localisation	Bassin (km ²)	Débit de pointe décennal (m ³ /s)	Débit de pointe trentennal (m ³ /s)	Débit de pointe centennal (m ³ /s)
Mussy	2440	68	98	151
Botoret	362	93	128	206
Equetteries	388	97	130	215
Aval Bézo	451	112	150	248
Station Hydro	457	114	156	252
Chandonnet	493	123	168	272
Exutoire	520	125	170	277

Tableau 3-2 : Résultats hydrologiques de l'étude BRL 2005

Dans la traversée de Charlieu, le débit pris en compte est celui estimé à la station hydrométrique.

Nous proposons de retenir les débits obtenus en 2005 par BRL Ingénierie. Les débits utilisés dans cette étude sont les suivants :

- ❑ **Q₁₀ : 114 m³/s**
- ❑ **Q₃₀ : 156 m³/s**
- ❑ **Q₁₀₀ : 252 m³/s**

On notera que la crue de décembre 2003 aurait présenté un débit de pointe à Charlieu de 183 m³/s. Ainsi, cette crue serait légèrement supérieure à une crue trentennale.

Chapitre 4

Analyse hydraulique

4.1 *Modélisation hydraulique*

4.1.1 *Construction du modèle – Complément topographique*

Le cabinet de géomètre CETA B.Rinuccini a établi un plan topographique du tronçon étudié en janvier 2009 à l'échelle du 1/500 (sur une bande de 40 m de large environ le long du lit mineur).

Sur la base de cette topographie, HTV a construit un modèle numérique de terrain permettant d'interpoler des profils en travers du lit mineur du Sornin. Dans la perspective d'étudier les scénarios d'aménagement, nous avons retenu un pas de 50 m entre chaque profil en travers. Le lit majeur a ensuite été extrapolé sur la base des profils en travers des études précédentes.

Ensuite, un modèle numérique de simulation des écoulements a été construit sur la base de 48 profils en travers et 2 ouvrages (pont de pierres et pont de la RD4).

Le schéma de modélisation est fourni en annexe 1.

4.1.2 *Calage du modèle*

Le modèle a été calé sur la base des résultats du PPRI (cote de crue de référence au droit des profils en travers) et des résultats de simulation hydraulique obtenue par BRL Ingénierie dans le cadre des études préalables au contrat de rivière.

Les lignes d'eau de calage sont fournies en annexe 2.

4.2 *Simulation hydraulique de l'état actuel*

4.2.1 *Résultats de simulation*

Les résultats de simulation hydraulique à l'état actuel sont remis en annexe 3.

Ces résultats sont conformes aux études antérieures.

4.2.2 *Zone inondable*

La carte des zones inondables issue du PPRI (DDE 42) est reportée en annexe 4.

Pour mémoire, les secteurs vulnérables aux inondations à Charlieu (Source BRL 2005) sont :

- ❑ En rive gauche :
 - ✓ Les terrains de sport, l'habitation de la piscine, et le camping, situés en rive droite en aval du Bézo,
 - ✓ Le collège en amont du Pont de Pierre,
 - ✓ Les habitations de la rue du Pont de Pierre particulièrement exposées,
 - ✓ La rue des Tanneries en aval du Pont de Pierre, avec des inondations dues au refoulement des réseaux d'assainissement,
 - ✓ Le boulevard E. Guinault ,
 - ✓ Le square entre le Sornin et le Béal, et la caserne des pompiers,
 - ✓ La rue Dorian et le carrefour avec la RD4 au niveau du rond-point, en rive droite avec inondation fréquente par refoulement des réseaux d'assainissement.
- ❑ En rive droite :
 - ✓ L'entreprise Coquet et les habitations attenantes en amont du Pont de Pierre,
 - ✓ L'hôtel du Relais de l'Abbaye et les entreprises situées en aval du pont de Pierre.

4.2.3 Fonctionnement des ouvrages

Le pont de pierres

Le pont de pierres présente une perte de charge relativement faible (14 cm en crue centennale). En fait les débordements amont latéraux (notamment sur la rue du pont des pierres) compensent l'obstacle induit par le pont.

Le seuil des Pompiers

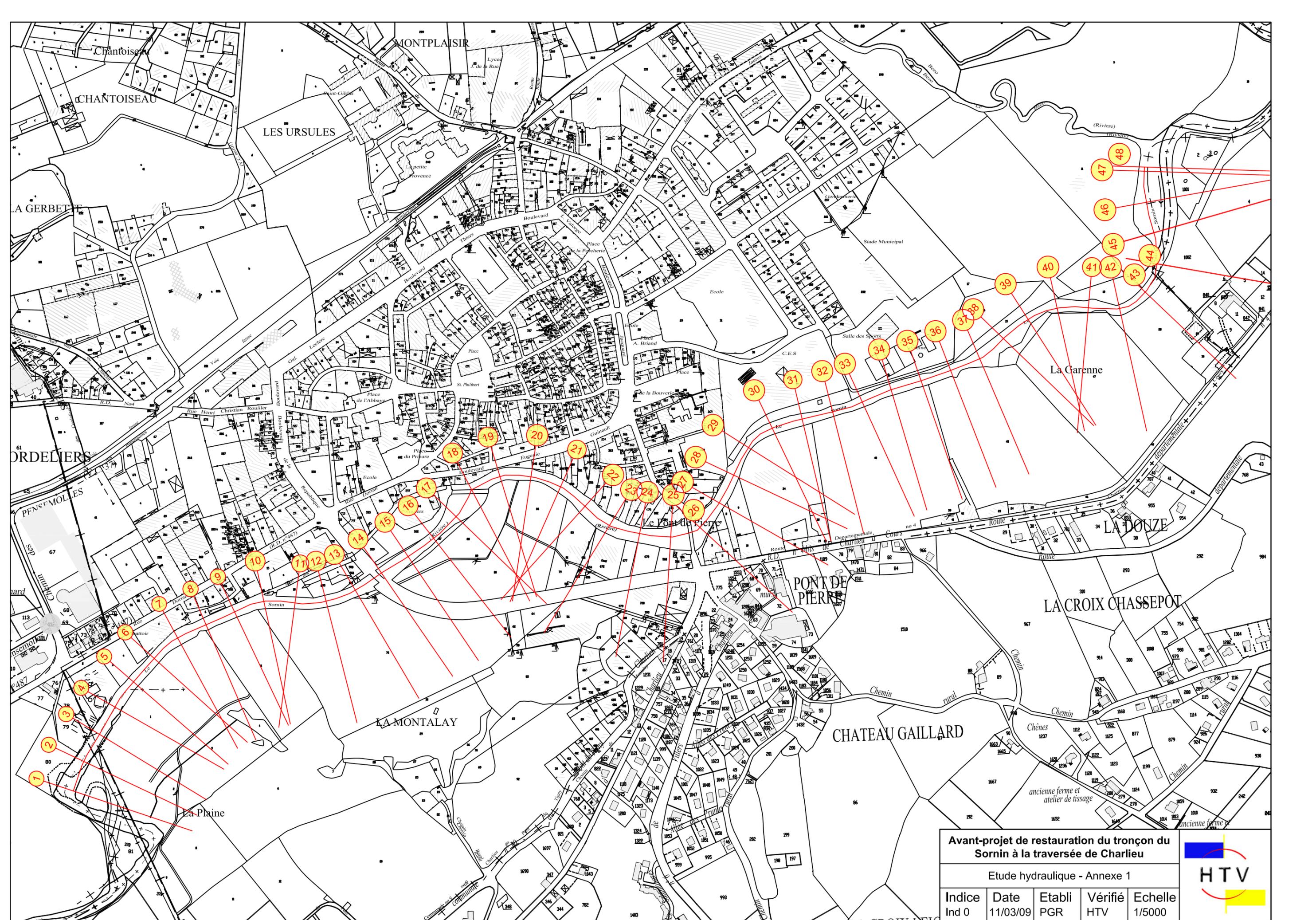
Le seuil est totalement ennoyé en période de crue. Son influence hydraulique est négligeable.

La RD4

La RD4 a été construite dans le lit majeur du Sornin. Son tracé en fort remblai (non inondable) intercepte totalement les écoulements en lit majeur, les obligeant ainsi à transiter uniquement par l'ouvrage de franchissement. Cet ouvrage de franchissement présente une section réduite puisqu'il est constitué de deux travées de 14,50 m séparé par une pile en lit mineur de 1 m d'épaisseur.

ANNEXE 1

SCHEMA DE MODELISATION



Avant-projet de restauration du tronçon du Sornin à la traversée de Charlieu

Etude hydraulique - Annexe 1

Indice	Date	Etabli	Vérifié	Echelle
Ind 0	11/03/09	PGR	HTV	1/5000

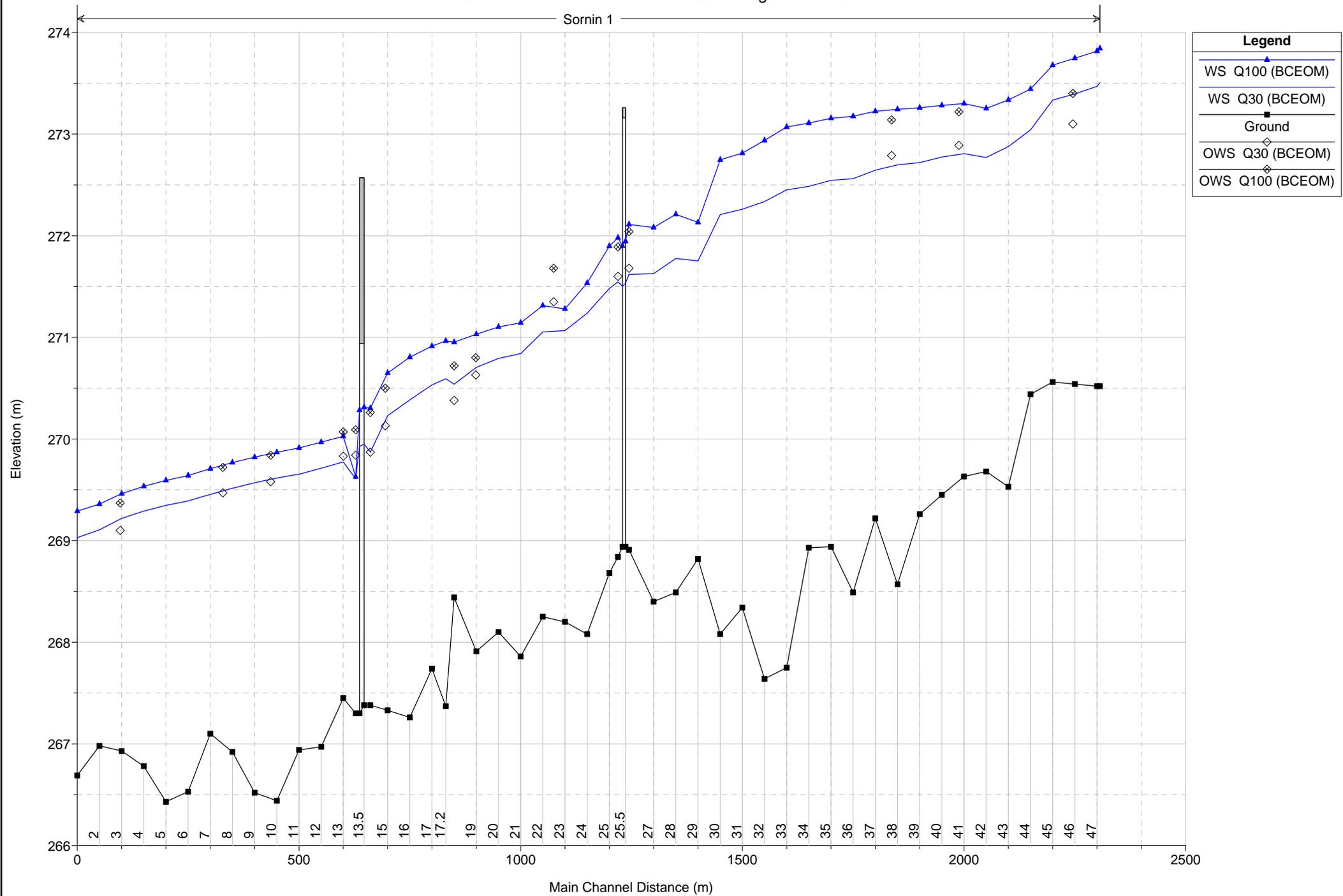


ANNEXE 2

LIGNE D'EAU DE CALAGE

Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

Sornin 1



ANNEXE 3

RESULTATS DE CALCULS (ETAT ACTUEL)

Glossaire

Reach : sans objet

River Sta. : profils en travers

Profile : occurrence de la crue (Q10 : crue décennale / Q30 : crue trentennale / Q100 : crue centennale)

Q total : débit

Min Ch El : Altitude du fond du lit

W.S. Elev : Altitude du niveau d'eau simulé

Crit W.S. : Altitude du niveau critique

E.G. Elev : Altitude de la ligne d'énergie simulée

E.G. Slope : Pente de la ligne d'énergie

Vel Chnl : Vitesse

Flow Area : Aire mouillée

Top Width : Périmètre mouillé

Froude : nombre de Froude calculé à ce profil

HEC-RAS Plan: EA calage River: Sornin Reach: 1 Profile: Q10 (BRL)

Reach	River Sta	Profile	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
1	48	Q10 (BRL)	114.00	270.52	273.27		273.38	0.002046	1.61	118.14	157.71	0.38
1	47	Q10 (BRL)	114.00	270.52	273.23		273.36	0.003296	1.81	103.22	148.27	0.47
1	46	Q10 (BRL)	114.00	270.54	273.16		273.23	0.001589	1.37	121.18	139.02	0.34
1	45	Q10 (BRL)	114.00	270.56	273.10		273.17	0.000946	1.23	135.81	143.92	0.27
1	44	Q10 (BRL)	114.00	270.44	272.78		273.06	0.005193	2.42	71.90	127.07	0.61
1	43	Q10 (BRL)	114.00	269.53	272.59		272.82	0.003809	2.43	81.34	143.10	0.54
1	42	Q10 (BRL)	114.00	269.68	272.49		272.66	0.002167	1.88	88.54	135.52	0.41
1	41	Q10 (BRL)	114.00	269.63	272.51		272.56	0.000903	1.21	203.09	324.62	0.26
1	40	Q10 (BRL)	114.00	269.45	272.46		272.52	0.000729	1.19	187.29	340.09	0.24
1	39	Q10 (BRL)	114.00	269.26	272.38		272.47	0.001312	1.54	139.87	189.68	0.32
1	38	Q10 (BRL)	114.00	268.57	272.36		272.41	0.000722	1.21	180.41	209.32	0.24
1	37	Q10 (BRL)	114.00	269.22	272.26		272.36	0.001206	1.54	137.22	229.92	0.31
1	36	Q10 (BRL)	114.00	268.49	272.12		272.29	0.001523	1.88	94.01	227.91	0.35
1	35	Q10 (BRL)	114.00	268.94	272.11		272.20	0.001168	1.56	139.09	177.87	0.30
1	34	Q10 (BRL)	114.00	268.93	272.03	270.68	272.14	0.001255	1.62	121.47	231.43	0.31
1	33	Q10 (BRL)	114.00	267.75	272.01	269.59	272.09	0.000650	1.33	128.53	241.61	0.22
1	32	Q10 (BRL)	114.00	267.64	271.91	269.88	272.04	0.001083	1.67	92.54	233.35	0.28
1	31	Q10 (BRL)	114.00	268.34	271.86		271.98	0.001055	1.57	78.38	34.87	0.29
1	30	Q10 (BRL)	114.00	268.08	271.82		271.93	0.000935	1.51	78.49	29.91	0.27
1	29	Q10 (BRL)	114.00	268.82	271.46		271.82	0.004382	2.66	45.16	22.53	0.57
1	28	Q10 (BRL)	114.00	268.49	271.46		271.63	0.001733	1.88	71.11	35.14	0.37
1	27	Q10 (BRL)	114.00	268.40	271.32		271.53	0.002204	2.09	67.88	49.45	0.42
1	25.8	Q10 (BRL)	114.00	268.91	271.28	270.41	271.39	0.001895	1.43	83.73	66.69	0.37
1	25.5		Bridge									
1	25.2	Q10 (BRL)	114.00	268.84	271.24		271.31	0.000868	1.17	101.88	51.09	0.26
1	25	Q10 (BRL)	114.00	268.68	271.19		271.29	0.001140	1.38	83.78	40.63	0.29
1	24	Q10 (BRL)	114.00	268.08	271.02		271.20	0.001930	1.90	59.95	23.64	0.38
1	23	Q10 (BRL)	114.00	268.20	270.90		271.10	0.002296	2.00	60.68	33.19	0.43
1	22	Q10 (BRL)	114.00	268.25	270.87	269.68	270.98	0.001486	1.48	85.07	147.84	0.34
1	21	Q10 (BRL)	114.00	267.86	270.69		270.88	0.002186	1.97	77.11	148.50	0.41
1	20	Q10 (BRL)	114.00	268.10	270.65		270.77	0.001503	1.62	108.78	164.76	0.33
1	19	Q10 (BRL)	114.00	267.91	270.58		270.69	0.001526	1.62	122.28	179.46	0.34
1	17.5	Q10 (BRL)	114.00	268.44	270.29	270.29	270.54	0.007057	2.45	85.05	205.34	0.68
1	17.2	Q10 (BRL)	114.00	267.37	270.34		270.39	0.000620	0.97	153.32	197.49	0.22
1	17	Q10 (BRL)	114.00	267.74	270.28		270.36	0.001093	1.32	126.57	180.24	0.29
1	16	Q10 (BRL)	114.00	267.26	270.08		270.26	0.002727	2.10	93.54	140.52	0.46
1	15	Q10 (BRL)	114.00	267.33	269.95		270.13	0.002522	2.05	82.67	98.68	0.44
1	13.8	Q10 (BRL)	114.00	267.38	269.67	269.18	269.99	0.004782	2.60	56.16	60.97	0.60
1	13.5		Bridge									
1	13.2	Q10 (BRL)	114.00	267.30	269.54		269.83	0.004880	2.36	48.46	31.08	0.59
1	13	Q10 (BRL)	114.00	267.45	269.59		269.69	0.002077	1.64	143.78	268.47	0.39
1	12	Q10 (BRL)	114.00	266.97	269.53		269.60	0.001284	1.43	177.26	285.84	0.31

HEC-RAS Plan: EA calage River: Sornin Reach: 1 Profile: Q10 (BRL) (Continued)

Reach	River Sta	Profile	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
1	11	Q10 (BRL)	114.00	266.94	269.47		269.54	0.001203	1.43	182.50	269.70	0.30
1	10	Q10 (BRL)	114.00	266.44	269.44		269.49	0.000592	1.14	204.09	245.32	0.21
1	9	Q10 (BRL)	114.00	266.52	269.39		269.45	0.001079	1.34	181.38	233.70	0.28
1	8	Q10 (BRL)	114.00	266.92	269.34		269.39	0.001091	1.27	186.35	228.99	0.28
1	7	Q10 (BRL)	114.00	267.10	269.29		269.34	0.001078	1.31	187.41	222.85	0.29
1	6	Q10 (BRL)	114.00	266.53	269.23		269.29	0.000928	1.31	184.46	217.49	0.26
1	5	Q10 (BRL)	114.00	266.43	269.20		269.24	0.000762	1.19	194.44	213.56	0.24
1	4	Q10 (BRL)	114.00	266.78	269.15		269.20	0.001100	1.30	181.84	214.13	0.29
1	3	Q10 (BRL)	114.00	266.93	269.09		269.14	0.001376	1.31	173.24	214.74	0.32
1	2	Q10 (BRL)	114.00	266.98	268.99		269.05	0.001862	1.47	154.82	205.98	0.37
1	1	Q10 (BRL)	114.00	266.69	268.93	268.51	268.98	0.001186	1.18	178.51	225.46	0.30

Reach	River Sta	Profile	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
1	48	Q30 (BRL)	156.00	270.52	273.54		273.66	0.001971	1.74	162.72	166.89	0.39
1	47	Q30 (BRL)	156.00	270.52	273.51		273.64	0.002862	1.89	147.18	165.34	0.45
1	46	Q30 (BRL)	156.00	270.54	273.43		273.52	0.001606	1.53	163.93	168.15	0.35
1	45	Q30 (BRL)	156.00	270.56	273.37		273.46	0.001048	1.41	174.79	144.50	0.29
1	44	Q30 (BRL)	156.00	270.44	273.08		273.35	0.004486	2.49	110.23	127.59	0.58
1	43	Q30 (BRL)	156.00	269.53	272.92		273.14	0.003328	2.50	129.95	149.15	0.51
1	42	Q30 (BRL)	156.00	269.68	272.82		273.00	0.002093	2.03	134.32	152.61	0.41
1	41	Q30 (BRL)	156.00	269.63	272.86		272.90	0.000676	1.16	327.33	381.00	0.23
1	40	Q30 (BRL)	156.00	269.45	272.83		272.87	0.000554	1.14	332.95	452.54	0.22
1	39	Q30 (BRL)	156.00	269.26	272.78		272.84	0.000870	1.40	265.76	447.86	0.27
1	38	Q30 (BRL)	156.00	268.57	272.76		272.80	0.000548	1.16	294.46	445.07	0.21
1	37	Q30 (BRL)	156.00	269.22	272.71		272.76	0.000714	1.32	280.10	450.36	0.25
1	36	Q30 (BRL)	156.00	268.49	272.63		272.72	0.000884	1.59	213.46	234.98	0.27
1	35	Q30 (BRL)	156.00	268.94	272.61		272.67	0.000721	1.37	229.49	177.87	0.24
1	34	Q30 (BRL)	156.00	268.93	272.56	271.07	272.63	0.000839	1.49	193.31	231.89	0.26
1	33	Q30 (BRL)	156.00	267.75	272.52	270.00	272.60	0.000584	1.38	189.27	252.77	0.22
1	32	Q30 (BRL)	156.00	267.64	272.40	270.30	272.55	0.001102	1.84	126.11	233.82	0.29
1	31	Q30 (BRL)	156.00	268.34	272.32		272.49	0.001216	1.84	94.53	34.87	0.32
1	30	Q30 (BRL)	156.00	268.08	272.27		272.43	0.001108	1.79	92.02	29.91	0.30
1	29	Q30 (BRL)	156.00	268.82	271.80		272.29	0.005197	3.15	52.84	23.29	0.63
1	28	Q30 (BRL)	156.00	268.49	271.83		272.06	0.002033	2.23	84.38	38.22	0.41
1	27	Q30 (BRL)	156.00	268.40	271.68		271.95	0.002462	2.41	86.45	53.51	0.45
1	25.8	Q30 (BRL)	156.00	268.91	271.67	270.63	271.79	0.001626	1.53	110.49	71.51	0.35
1	25.5		Bridge									
1	25.2	Q30 (BRL)	156.00	268.84	271.60		271.69	0.000953	1.36	120.09	51.09	0.28
1	25	Q30 (BRL)	156.00	268.68	271.53		271.66	0.001338	1.63	99.23	51.09	0.32
1	24	Q30 (BRL)	156.00	268.08	271.27		271.56	0.002669	2.36	67.06	34.35	0.45
1	23	Q30 (BRL)	156.00	268.20	271.09		271.41	0.003218	2.51	67.35	35.22	0.51
1	22	Q30 (BRL)	156.00	268.25	271.08	269.99	271.24	0.001876	1.78	103.80	151.66	0.39
1	21	Q30 (BRL)	156.00	267.86	270.87		271.12	0.002778	2.33	103.37	148.50	0.47
1	20	Q30 (BRL)	156.00	268.10	270.82		270.97	0.001904	1.90	136.86	164.90	0.38
1	19	Q30 (BRL)	156.00	267.91	270.73		270.87	0.001946	1.90	149.52	179.77	0.39
1	17.5	Q30 (BRL)	156.00	268.44	270.59		270.74	0.004081	2.14	145.65	206.14	0.54
1	17.2	Q30 (BRL)	156.00	267.37	270.63		270.68	0.000615	1.06	211.74	201.18	0.22
1	17	Q30 (BRL)	156.00	267.74	270.57		270.66	0.001033	1.41	181.86	189.96	0.29
1	16	Q30 (BRL)	156.00	267.26	270.43		270.58	0.002076	2.03	144.74	150.45	0.41
1	15	Q30 (BRL)	156.00	267.33	270.28		270.46	0.002326	2.17	115.82	101.79	0.44
1	13.8	Q30 (BRL)	156.00	267.38	269.91	269.35	270.31	0.005322	2.97	71.46	63.96	0.64
1	13.5		Bridge									
1	13.2	Q30 (BRL)	156.00	267.30	269.63		270.11	0.007882	3.08	50.97	31.54	0.75
1	13	Q30 (BRL)	156.00	267.45	269.82		269.90	0.001744	1.62	204.62	271.48	0.37
1	12	Q30 (BRL)	156.00	266.97	269.76		269.82	0.001174	1.46	242.65	286.35	0.31

HEC-RAS Plan: EA calage River: Sornin Reach: 1 Profile: Q30 (BRL) (Continued)

Reach	River Sta	Profile	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
1	11	Q30 (BRL)	156.00	266.94	269.70		269.76	0.001125	1.48	245.17	270.20	0.30
1	10	Q30 (BRL)	156.00	266.44	269.67		269.72	0.000656	1.26	259.03	245.32	0.23
1	9	Q30 (BRL)	156.00	266.52	269.62		269.68	0.001062	1.42	234.65	235.69	0.29
1	8	Q30 (BRL)	156.00	266.92	269.57		269.62	0.001060	1.34	238.81	231.13	0.28
1	7	Q30 (BRL)	156.00	267.10	269.52		269.57	0.001058	1.39	238.32	222.85	0.29
1	6	Q30 (BRL)	156.00	266.53	269.46		269.52	0.000966	1.42	233.69	218.01	0.27
1	5	Q30 (BRL)	156.00	266.43	269.42		269.47	0.000826	1.31	243.48	222.41	0.25
1	4	Q30 (BRL)	156.00	266.78	269.37		269.42	0.001119	1.39	229.87	217.19	0.29
1	3	Q30 (BRL)	156.00	266.93	269.31		269.36	0.001310	1.39	221.28	214.74	0.32
1	2	Q30 (BRL)	156.00	266.98	269.22		269.29	0.001649	1.51	203.09	205.98	0.35
1	1	Q30 (BRL)	156.00	266.69	269.17	268.63	269.22	0.001075	1.23	232.66	225.46	0.29

HEC-RAS Plan: EA calage River: Sornin Reach: 1 Profile: Q100 (BRL)

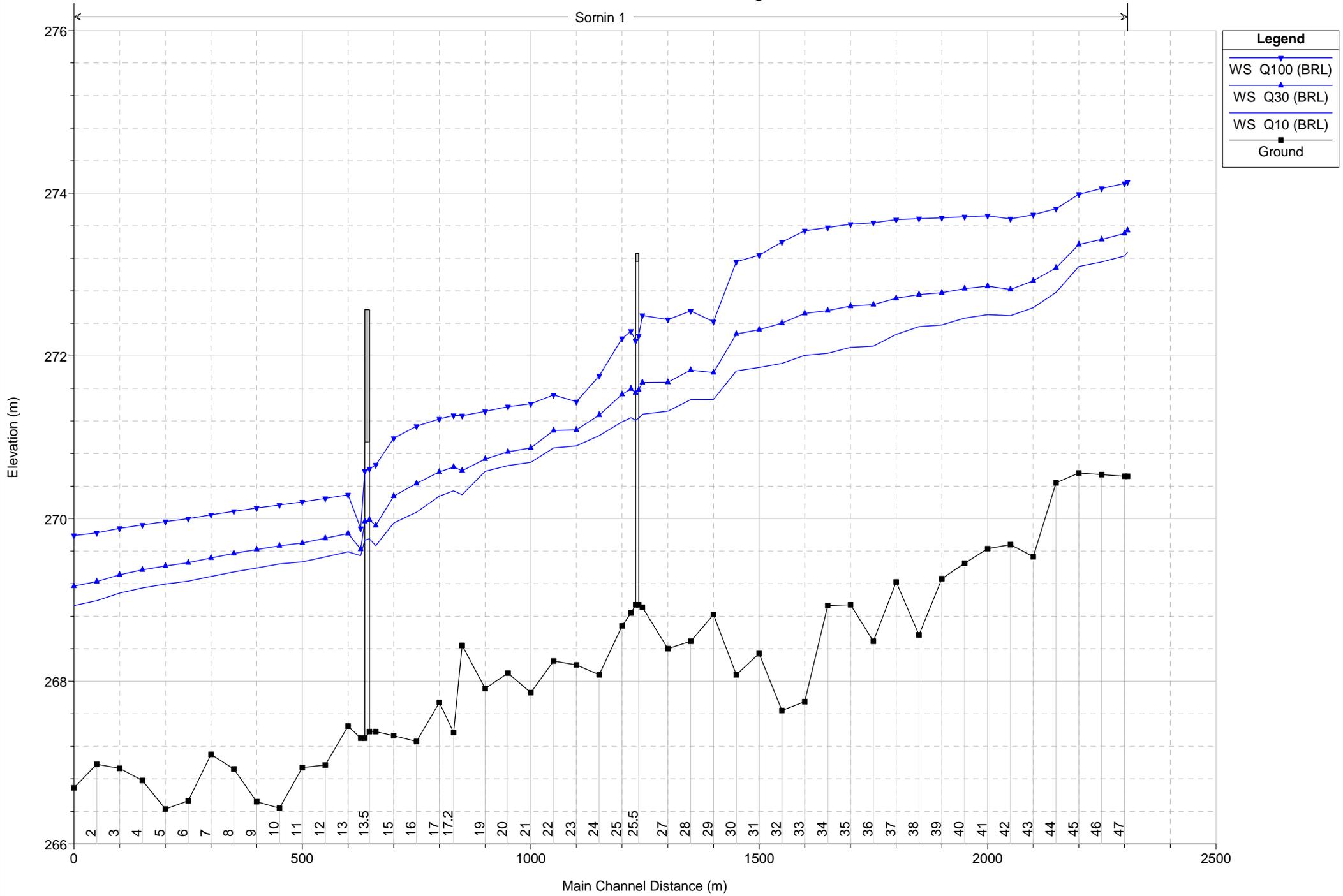
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	48	Q100 (BRL)	252.00	270.52	274.14		274.25	0.001567	1.83	261.97	167.58	0.36
1	47	Q100 (BRL)	252.00	270.52	274.12		274.24	0.001943	1.90	248.60	166.05	0.39
1	46	Q100 (BRL)	252.00	270.54	274.06		274.15	0.001278	1.63	270.39	170.39	0.32
1	45	Q100 (BRL)	252.00	270.56	273.99		274.09	0.001011	1.62	264.51	145.80	0.30
1	44	Q100 (BRL)	252.00	270.44	273.81		274.01	0.002759	2.36	203.24	128.87	0.48
1	43	Q100 (BRL)	252.00	269.53	273.73		273.88	0.001890	2.29	255.09	159.62	0.41
1	42	Q100 (BRL)	252.00	269.68	273.69		273.80	0.001116	1.81	300.91	208.74	0.32
1	41	Q100 (BRL)	252.00	269.63	273.72		273.74	0.000288	0.92	694.55	435.70	0.16
1	40	Q100 (BRL)	252.00	269.45	273.71		273.73	0.000233	0.89	732.84	452.54	0.15
1	39	Q100 (BRL)	252.00	269.26	273.70		273.72	0.000289	0.98	692.22	463.34	0.16
1	38	Q100 (BRL)	252.00	268.57	273.69		273.70	0.000218	0.87	745.85	485.46	0.14
1	37	Q100 (BRL)	252.00	269.22	273.68		273.69	0.000223	0.89	765.42	504.00	0.14
1	36	Q100 (BRL)	252.00	268.49	273.64		273.68	0.000378	1.23	450.10	234.98	0.19
1	35	Q100 (BRL)	252.00	268.94	273.62		273.66	0.000389	1.20	408.51	177.87	0.18
1	34	Q100 (BRL)	252.00	268.93	273.58	272.07	273.63	0.000500	1.38	333.28	231.89	0.21
1	33	Q100 (BRL)	252.00	267.75	273.54	270.84	273.61	0.000461	1.42	310.73	252.77	0.20
1	32	Q100 (BRL)	252.00	267.64	273.40	271.50	273.56	0.001031	2.06	193.70	233.82	0.29
1	31	Q100 (BRL)	252.00	268.34	273.24		273.49	0.001447	2.30	126.45	34.87	0.35
1	30	Q100 (BRL)	252.00	268.08	273.16		273.42	0.001363	2.30	118.64	29.91	0.35
1	29	Q100 (BRL)	252.00	268.82	272.42		273.24	0.006431	4.06	67.37	23.29	0.73
1	28	Q100 (BRL)	252.00	268.49	272.55		272.92	0.002403	2.80	112.19	38.22	0.47
1	27	Q100 (BRL)	252.00	268.40	272.45		272.79	0.002495	2.83	128.54	55.47	0.47
1	25.8	Q100 (BRL)	252.00	268.91	272.50	271.11	272.63	0.001211	1.68	169.93	73.85	0.32
1	25.5		Bridge									
1	25.2	Q100 (BRL)	252.00	268.84	272.31		272.45	0.001052	1.69	156.36	51.09	0.31
1	25	Q100 (BRL)	252.00	268.68	272.22		272.42	0.001542	2.03	134.37	51.09	0.36
1	24	Q100 (BRL)	252.00	268.08	271.75		272.27	0.004062	3.21	83.65	34.35	0.57
1	23	Q100 (BRL)	252.00	268.20	271.44		272.03	0.005201	3.48	84.28	50.02	0.67
1	22	Q100 (BRL)	252.00	268.25	271.52	270.56	271.76	0.002357	2.26	142.15	151.66	0.45
1	21	Q100 (BRL)	252.00	267.86	271.41		271.63	0.002374	2.45	183.90	148.50	0.45
1	20	Q100 (BRL)	252.00	268.10	271.38		271.51	0.001592	1.98	228.32	164.90	0.36
1	19	Q100 (BRL)	252.00	267.91	271.32		271.43	0.001428	1.87	255.22	180.60	0.34
1	17.5	Q100 (BRL)	252.00	268.44	271.27		271.34	0.001643	1.71	286.09	208.07	0.36
1	17.2	Q100 (BRL)	252.00	267.37	271.27		271.32	0.000511	1.14	339.41	201.18	0.21
1	17	Q100 (BRL)	252.00	267.74	271.23		271.30	0.000777	1.43	307.68	193.38	0.26
1	16	Q100 (BRL)	252.00	267.26	271.14		271.24	0.001334	1.93	257.33	166.09	0.34
1	15	Q100 (BRL)	252.00	267.33	270.99		271.16	0.001782	2.24	191.17	113.68	0.40
1	13.8	Q100 (BRL)	252.00	267.38	270.66	270.16	271.04	0.003882	3.09	119.59	65.37	0.57
1	13.5		Bridge									
1	13.2	Q100 (BRL)	252.00	267.30	269.88	269.88	270.82	0.013016	4.32	59.34	36.30	0.99
1	13	Q100 (BRL)	252.00	267.45	270.29		270.35	0.001221	1.57	335.58	277.04	0.32
1	12	Q100 (BRL)	252.00	266.97	270.25		270.30	0.000897	1.45	383.47	286.35	0.28

HEC-RAS Plan: EA calage River: Sornin Reach: 1 Profile: Q100 (BRL) (Continued)

Reach	River Sta	Profile	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
1	11	Q100 (BRL)	252.00	266.94	270.21		270.26	0.000879	1.47	381.32	270.20	0.27
1	10	Q100 (BRL)	252.00	266.44	270.17		270.22	0.000638	1.37	382.01	245.32	0.23
1	9	Q100 (BRL)	252.00	266.52	270.13		270.18	0.000879	1.46	354.96	235.69	0.27
1	8	Q100 (BRL)	252.00	266.92	270.09		270.14	0.000860	1.38	358.60	231.13	0.27
1	7	Q100 (BRL)	252.00	267.10	270.04		270.09	0.000859	1.44	356.12	222.85	0.27
1	6	Q100 (BRL)	252.00	266.53	270.00		270.05	0.000819	1.47	352.21	220.53	0.26
1	5	Q100 (BRL)	252.00	266.43	269.96		270.01	0.000724	1.39	364.32	222.41	0.24
1	4	Q100 (BRL)	252.00	266.78	269.92		269.97	0.000872	1.42	350.38	217.84	0.27
1	3	Q100 (BRL)	252.00	266.93	269.88		269.92	0.000930	1.39	343.55	214.74	0.28
1	2	Q100 (BRL)	252.00	266.98	269.82		269.88	0.001050	1.45	326.56	205.98	0.29
1	1	Q100 (BRL)	252.00	266.69	269.79	268.83	269.83	0.000699	1.20	372.44	225.46	0.24

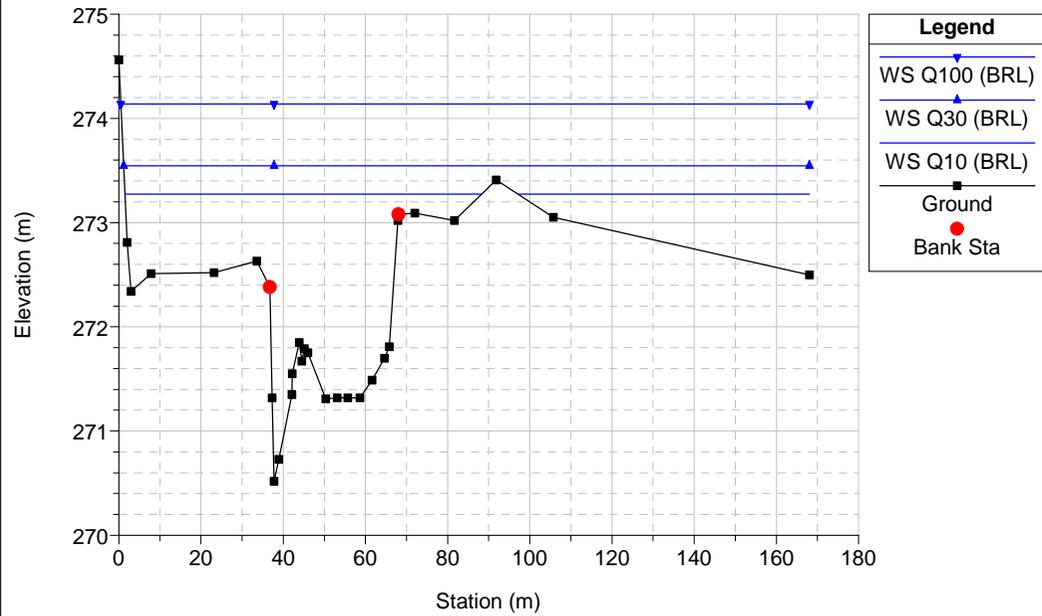
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

Sornin 1



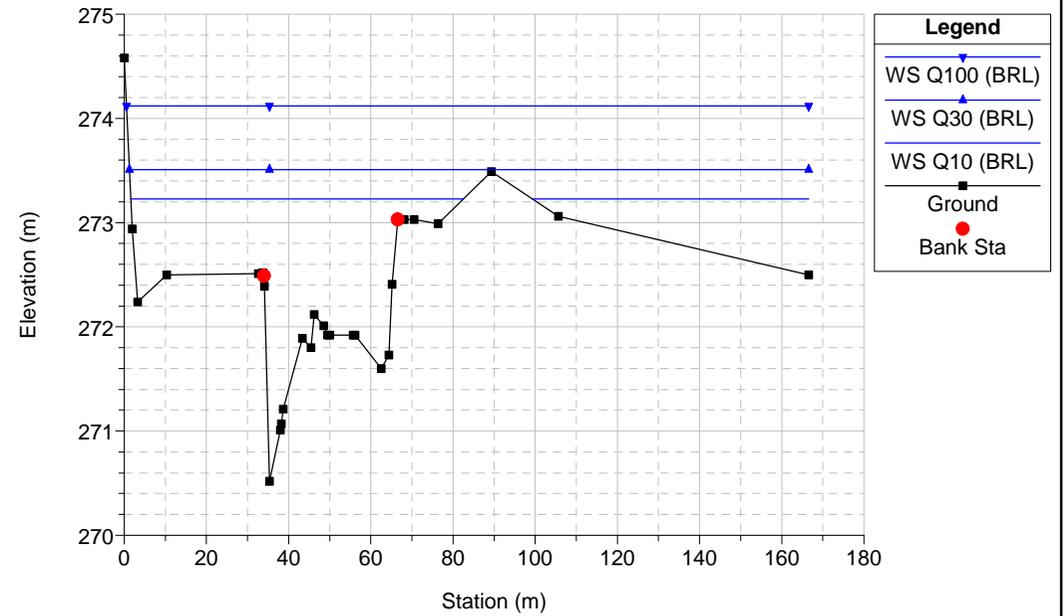
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

River = Sornin Reach = 1 RS = 48



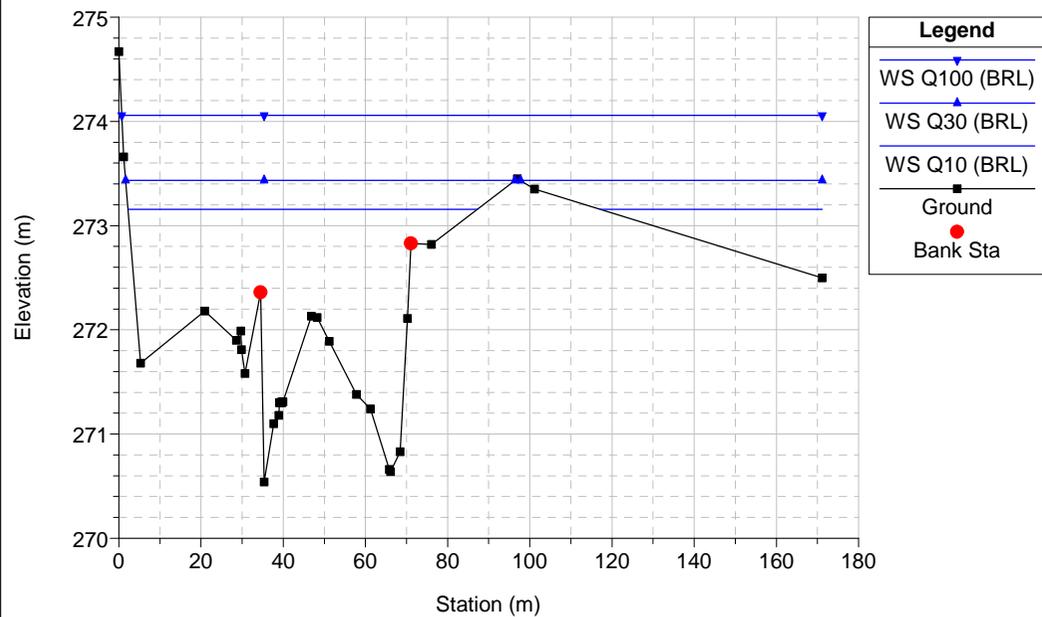
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

River = Sornin Reach = 1 RS = 47



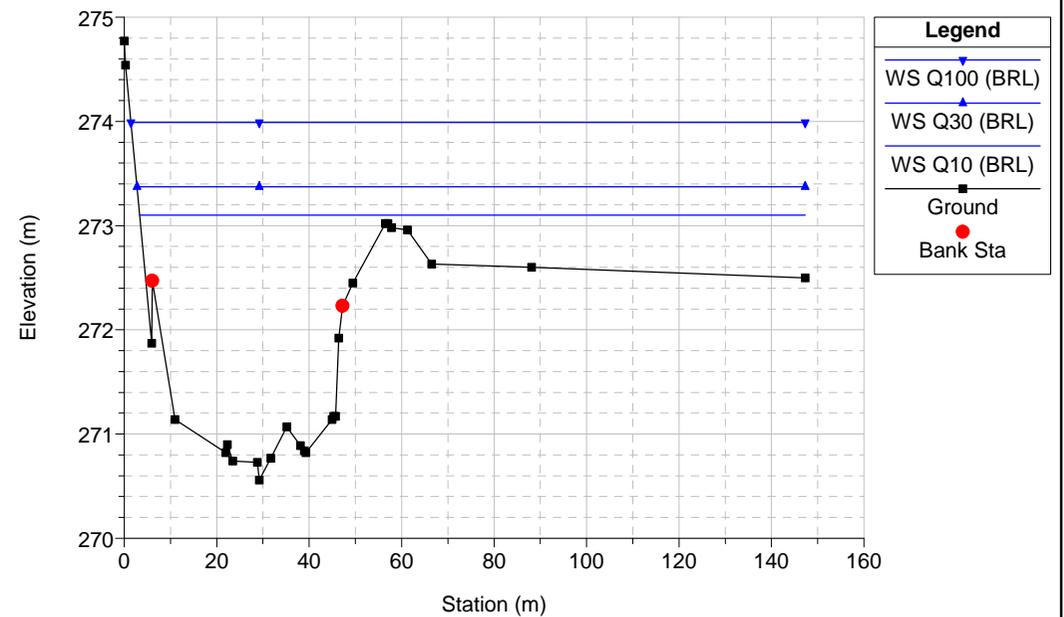
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

River = Sornin Reach = 1 RS = 46



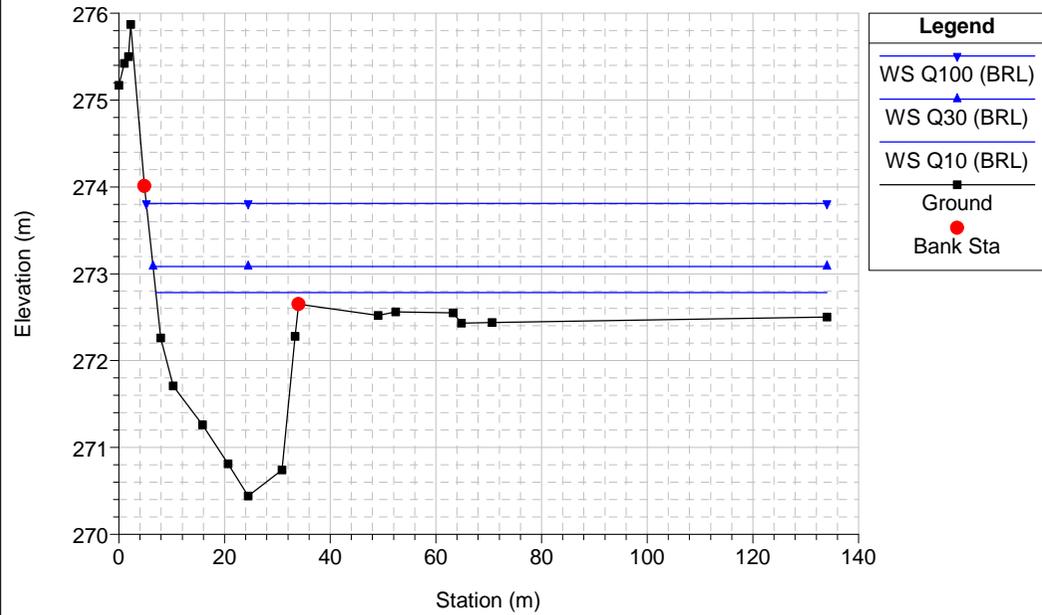
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

River = Sornin Reach = 1 RS = 45



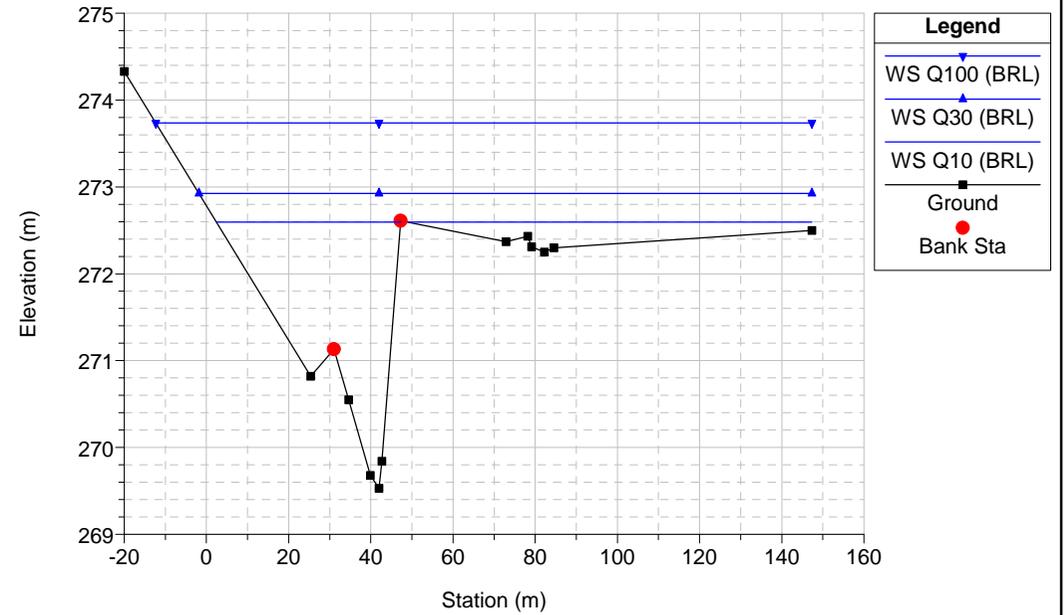
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

River = Sornin Reach = 1 RS = 44



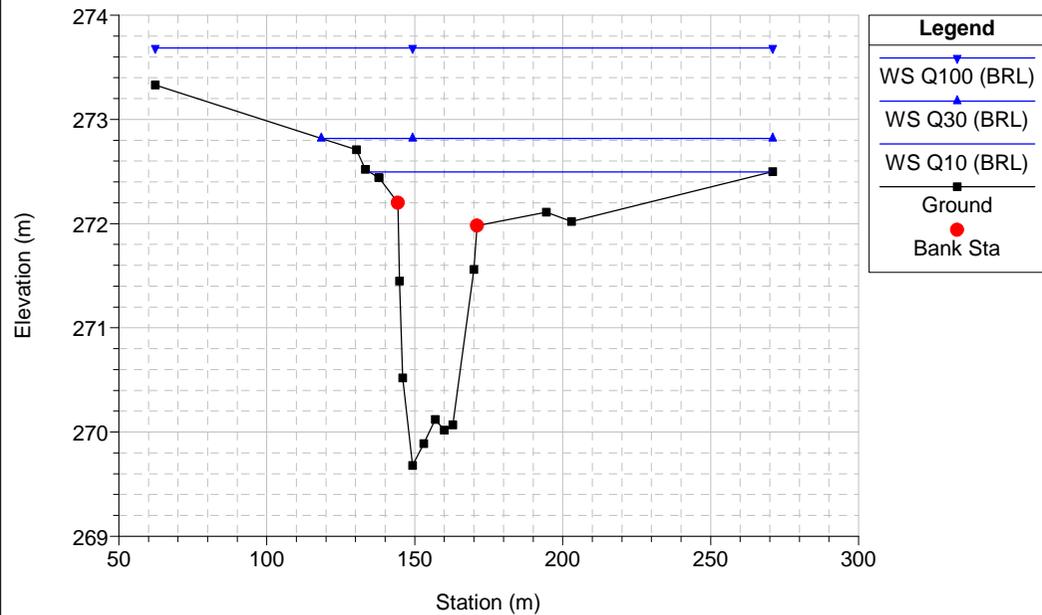
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

River = Sornin Reach = 1 RS = 43



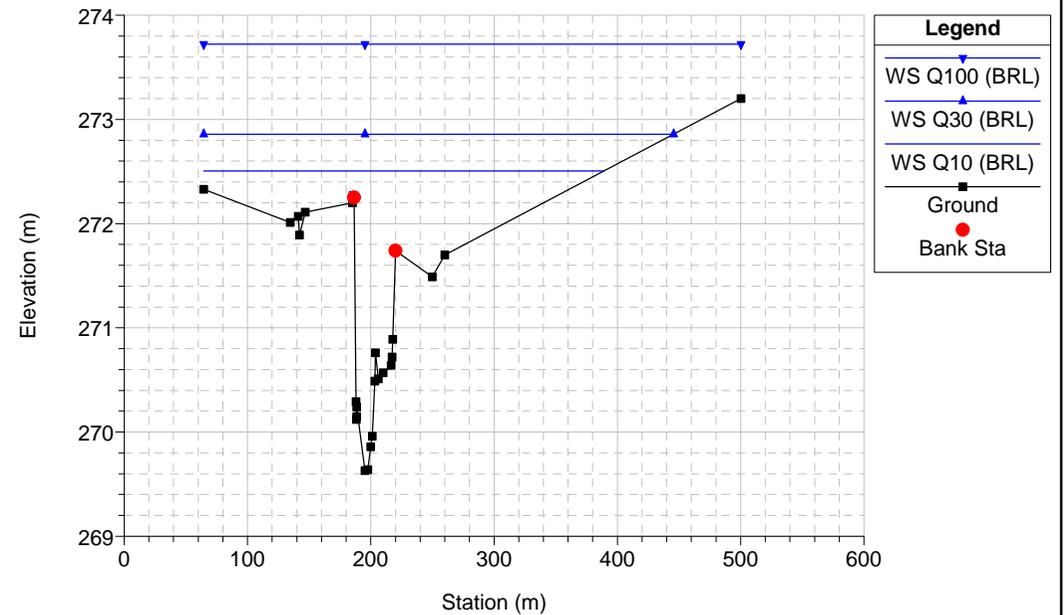
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

River = Sornin Reach = 1 RS = 42

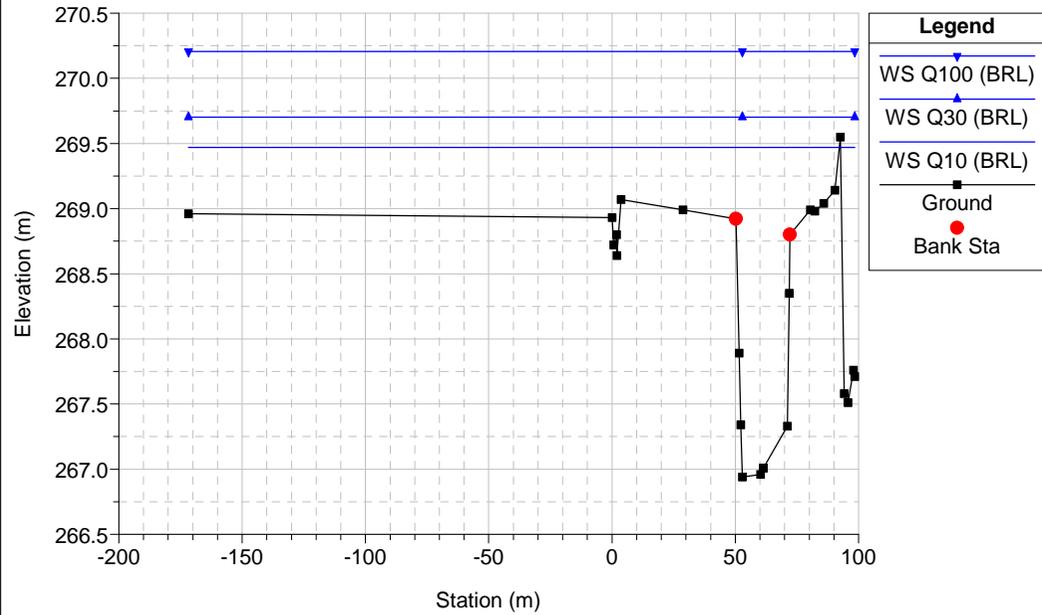


Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

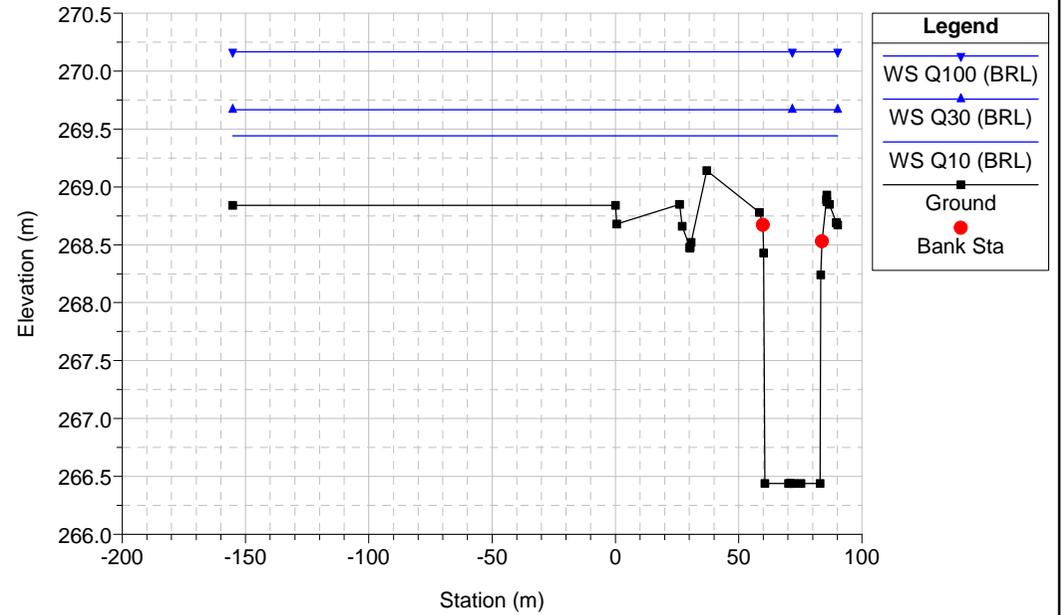
River = Sornin Reach = 1 RS = 41



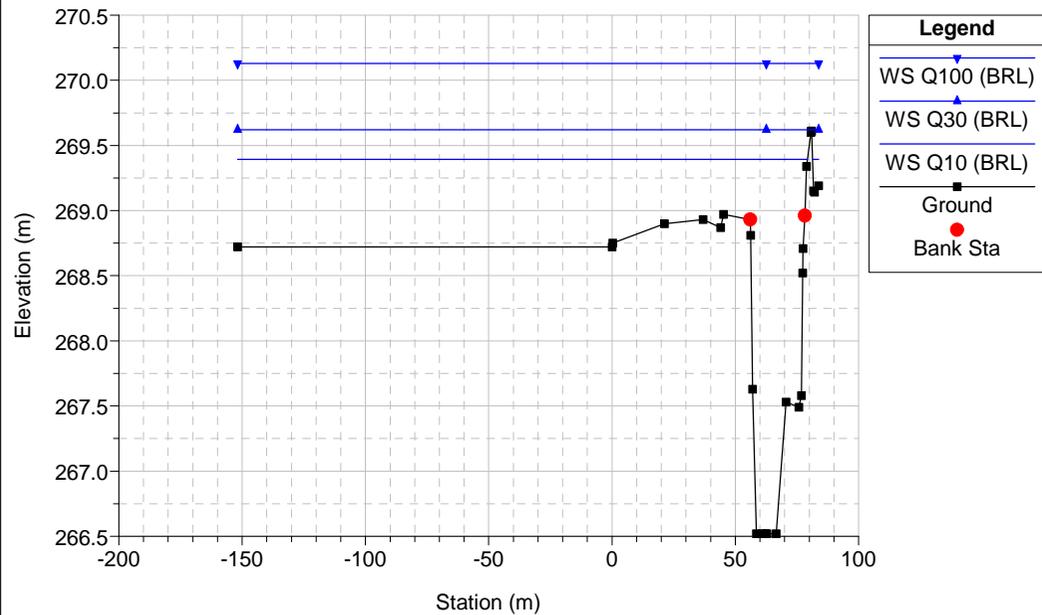
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
River = Sornin Reach = 1 RS = 11



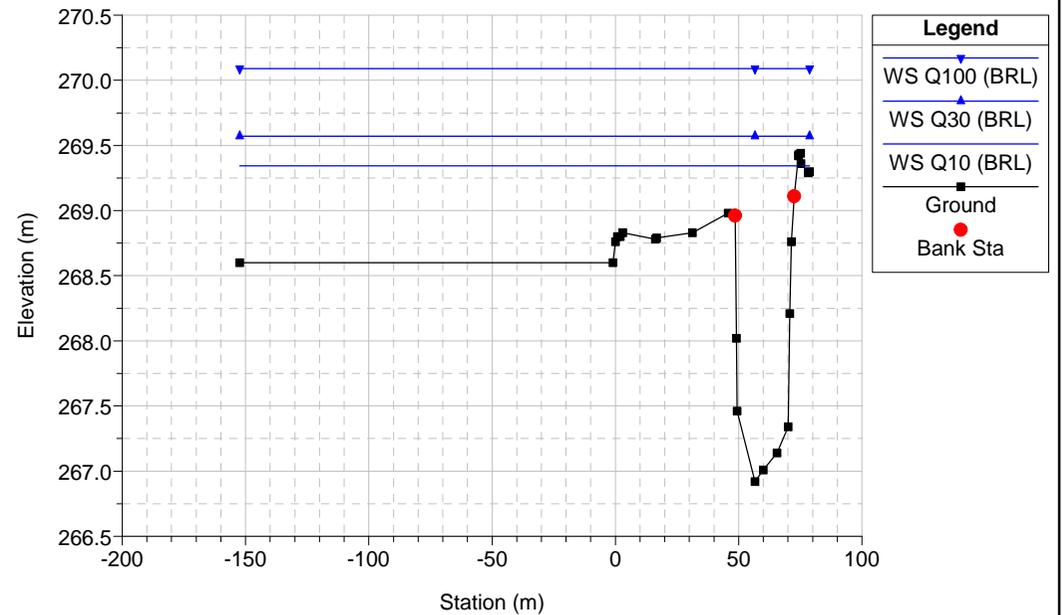
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
River = Sornin Reach = 1 RS = 10



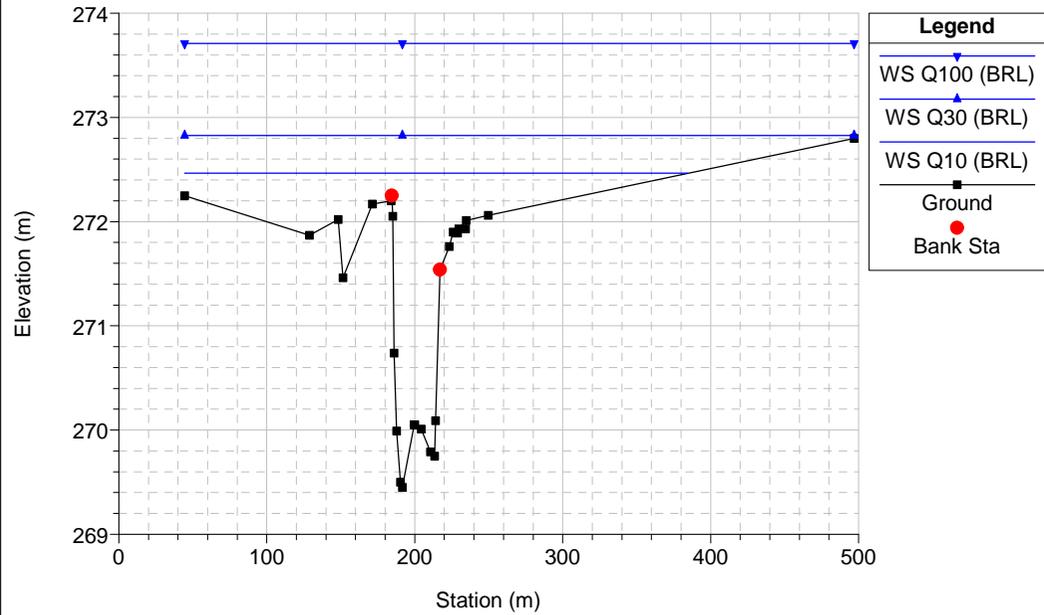
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
River = Sornin Reach = 1 RS = 9



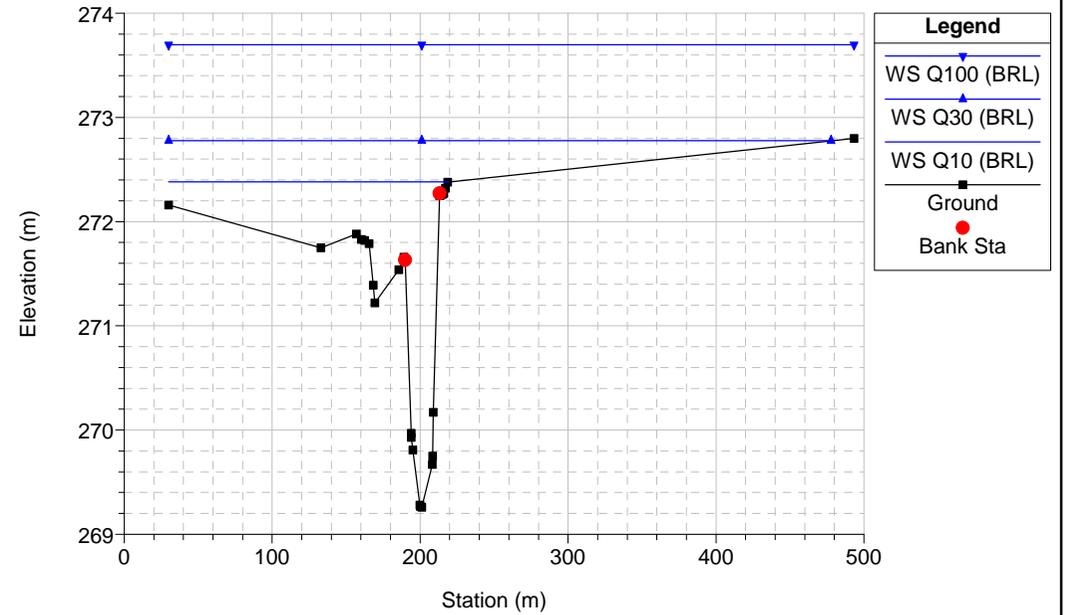
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
River = Sornin Reach = 1 RS = 8



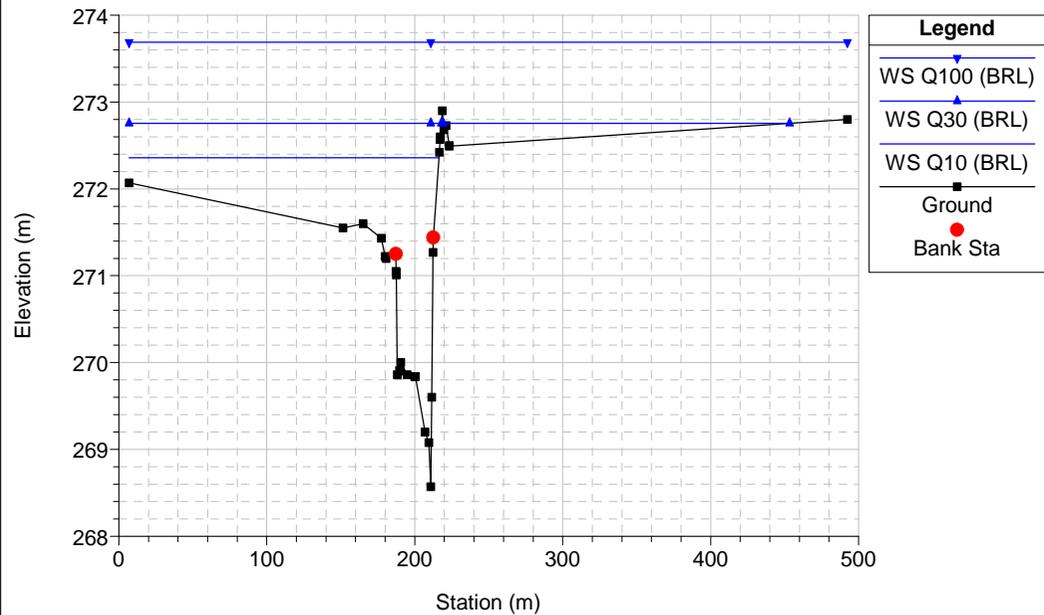
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
River = Sornin Reach = 1 RS = 40



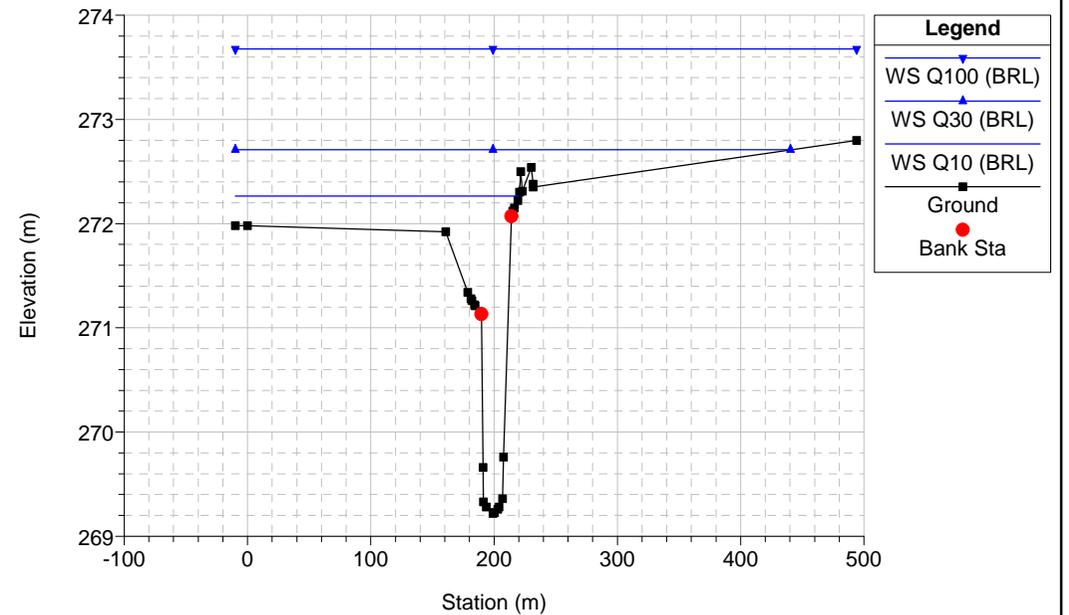
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
River = Sornin Reach = 1 RS = 39



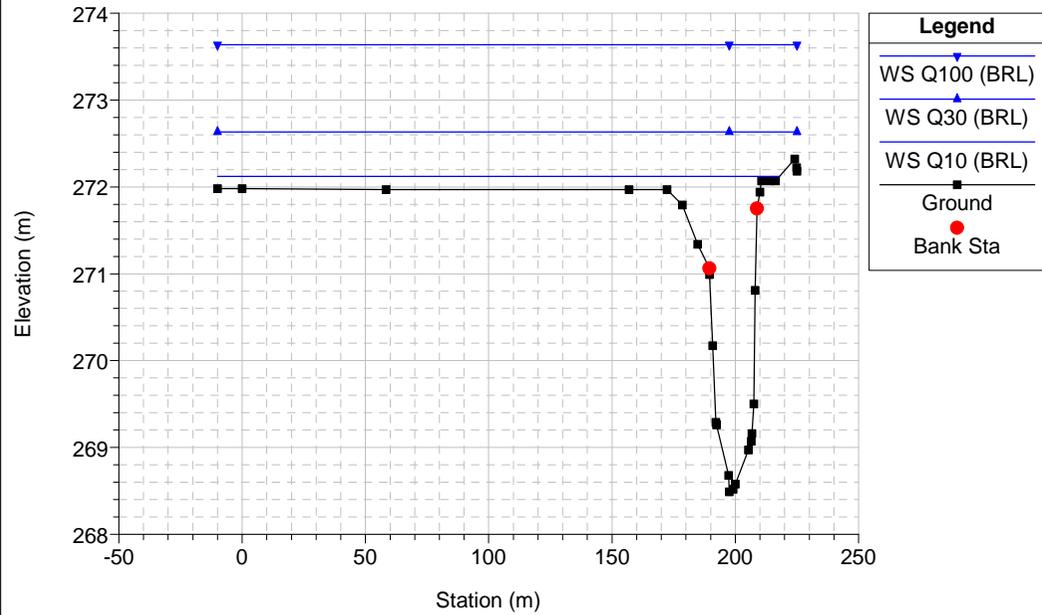
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
River = Sornin Reach = 1 RS = 38



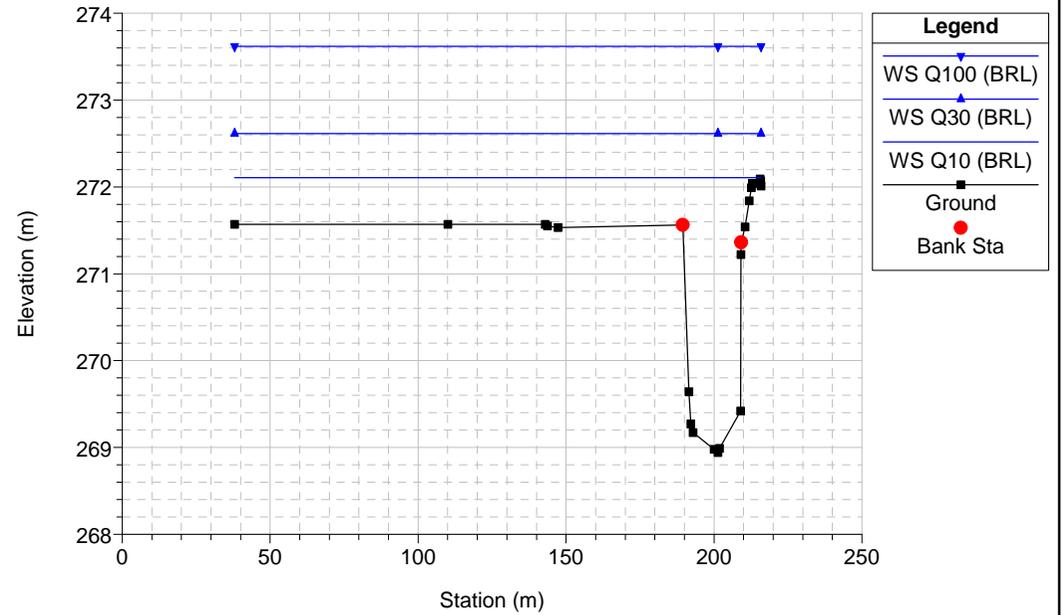
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
River = Sornin Reach = 1 RS = 37



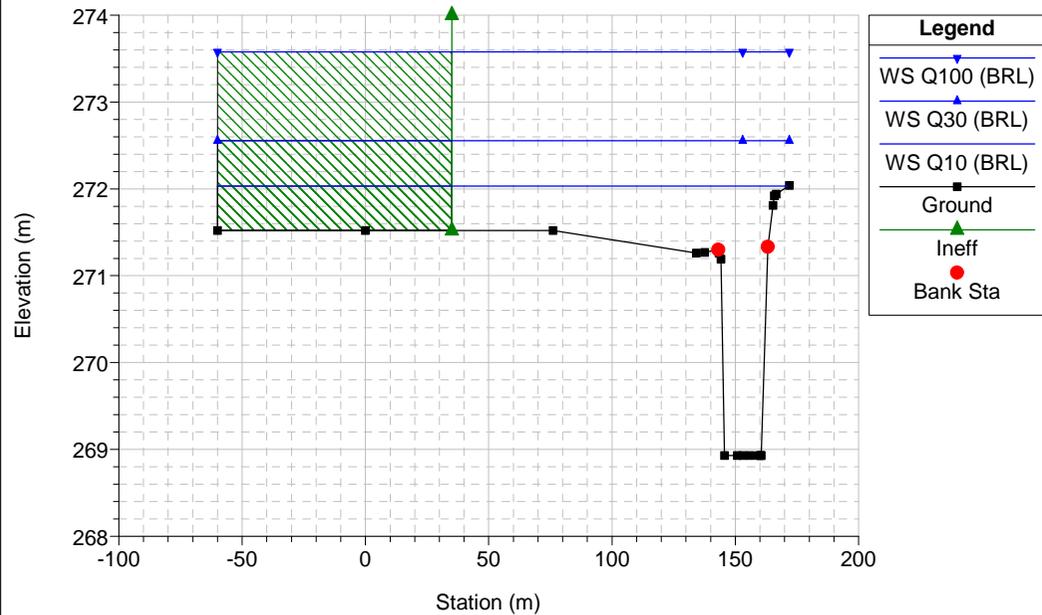
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
 River = Sornin Reach = 1 RS = 36



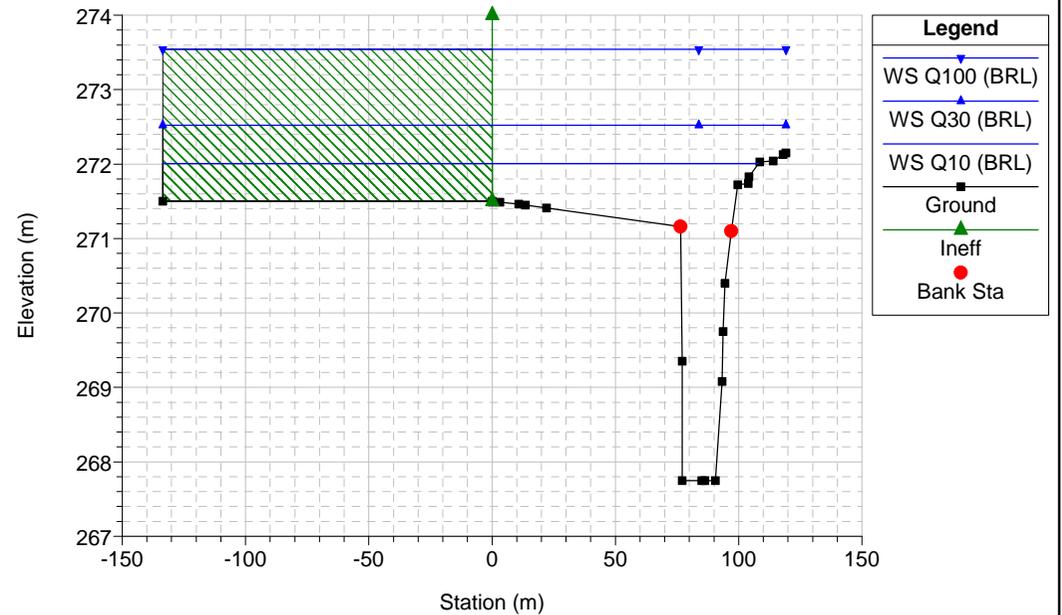
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
 River = Sornin Reach = 1 RS = 35



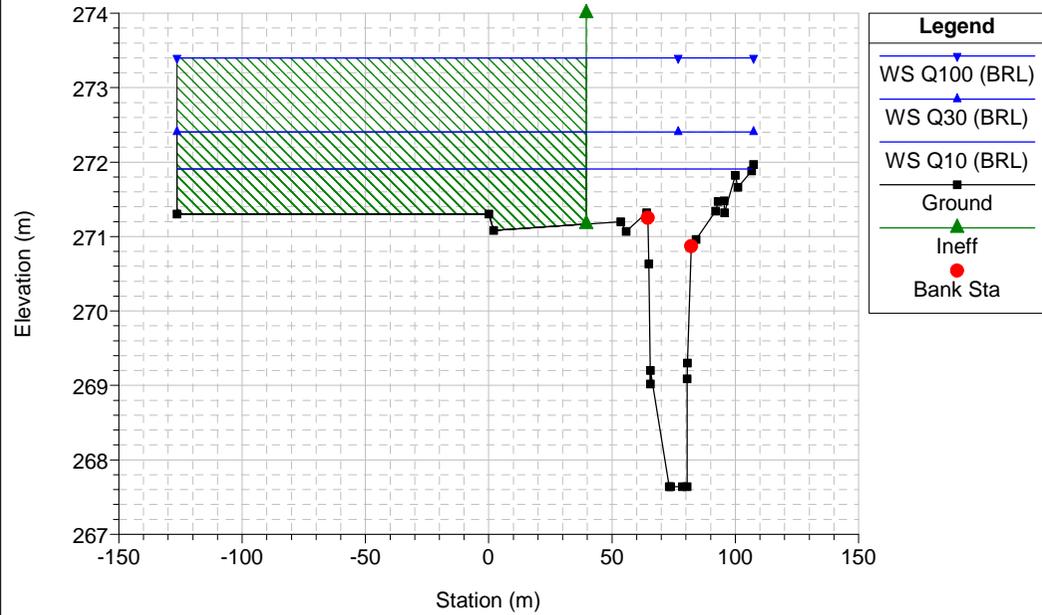
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
 River = Sornin Reach = 1 RS = 34



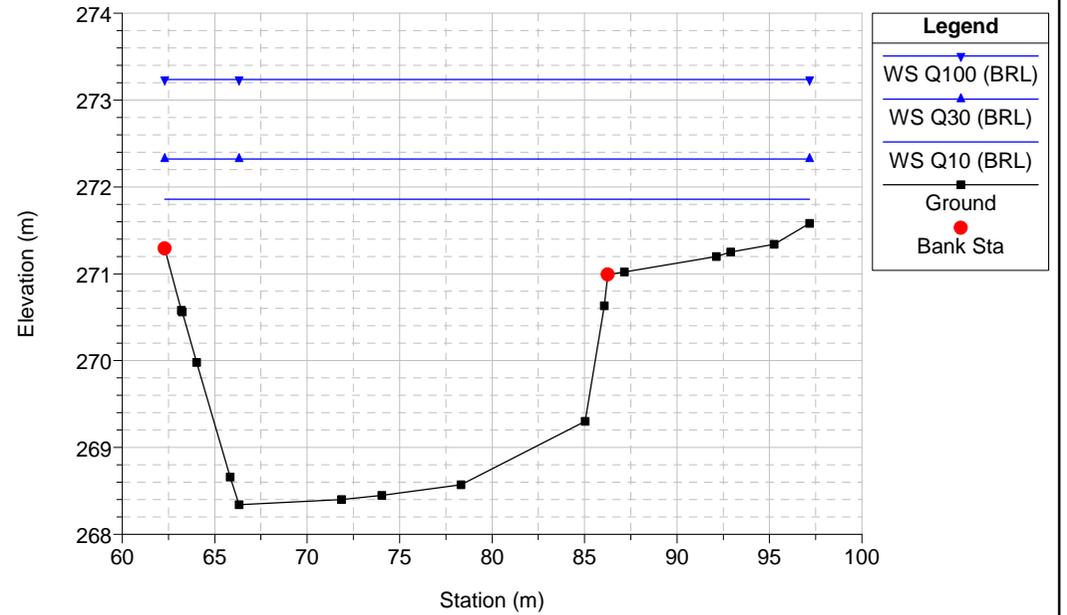
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
 River = Sornin Reach = 1 RS = 33



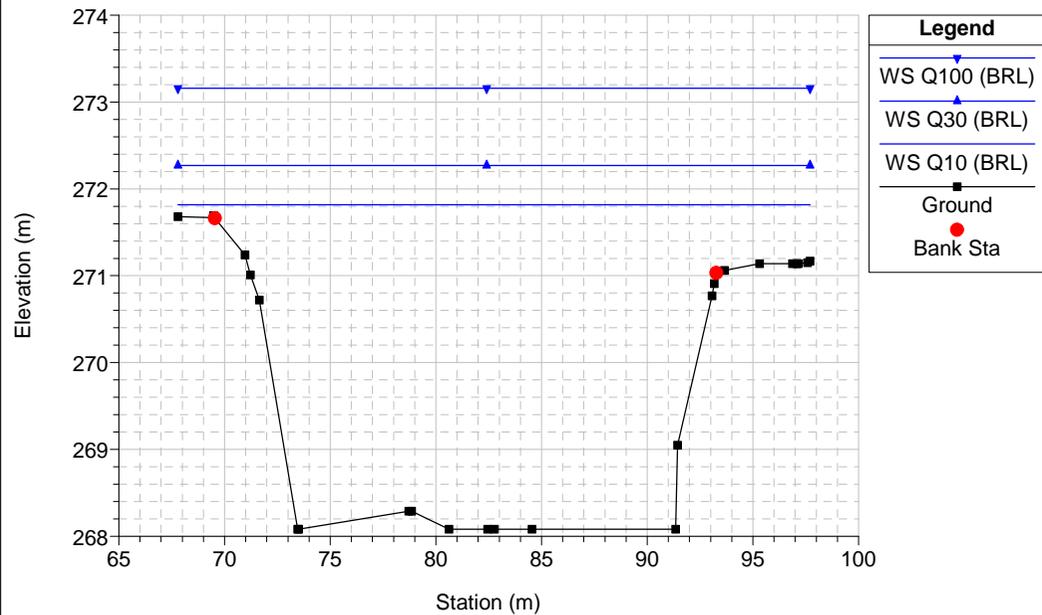
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
 River = Sornin Reach = 1 RS = 32



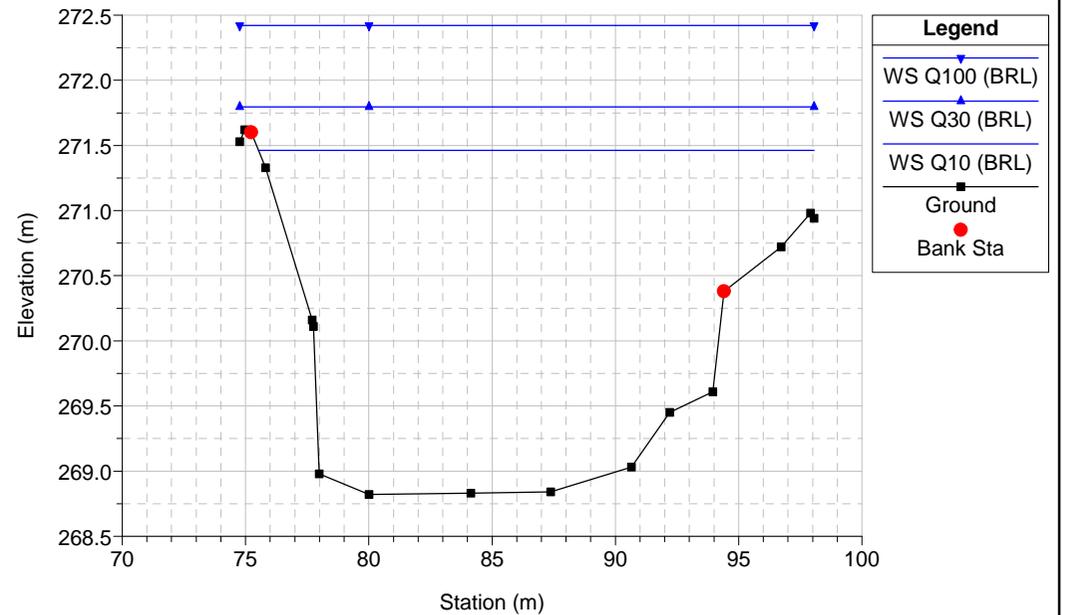
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
 River = Sornin Reach = 1 RS = 31



Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
 River = Sornin Reach = 1 RS = 30

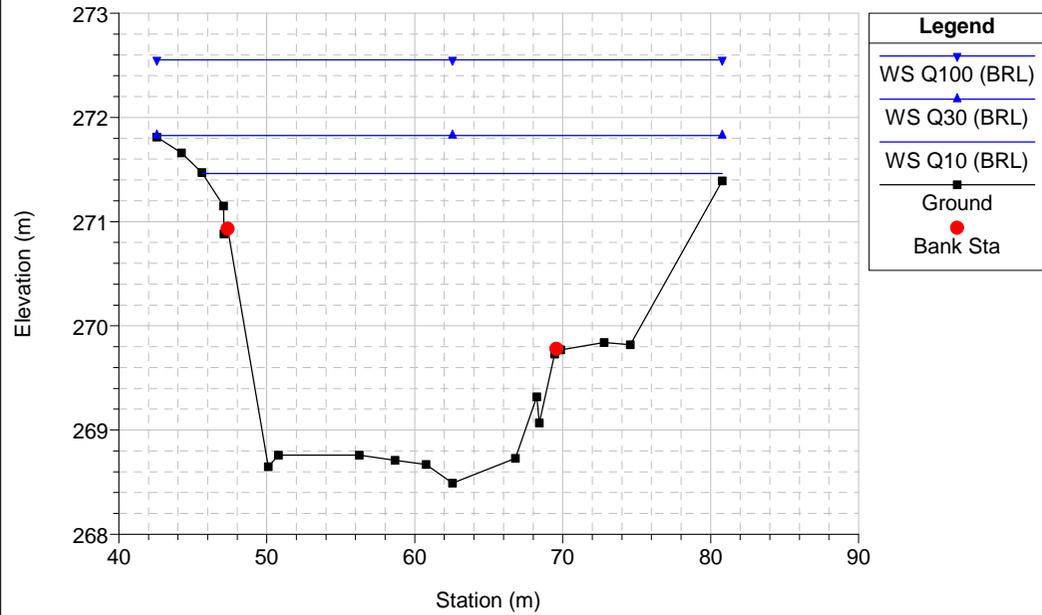


Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
 River = Sornin Reach = 1 RS = 29



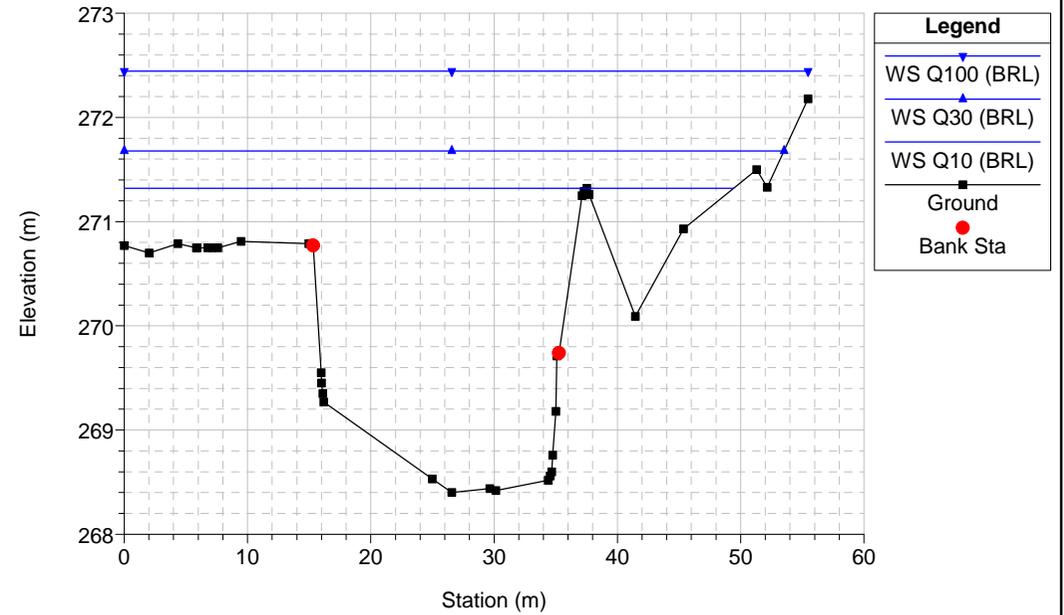
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

River = Sornin Reach = 1 RS = 28



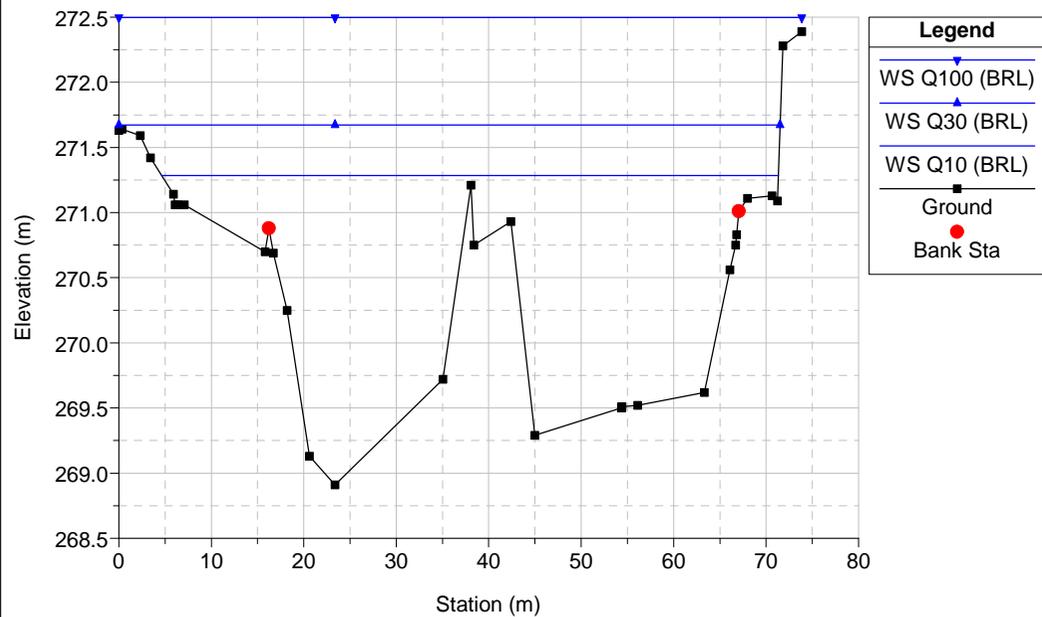
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

River = Sornin Reach = 1 RS = 27



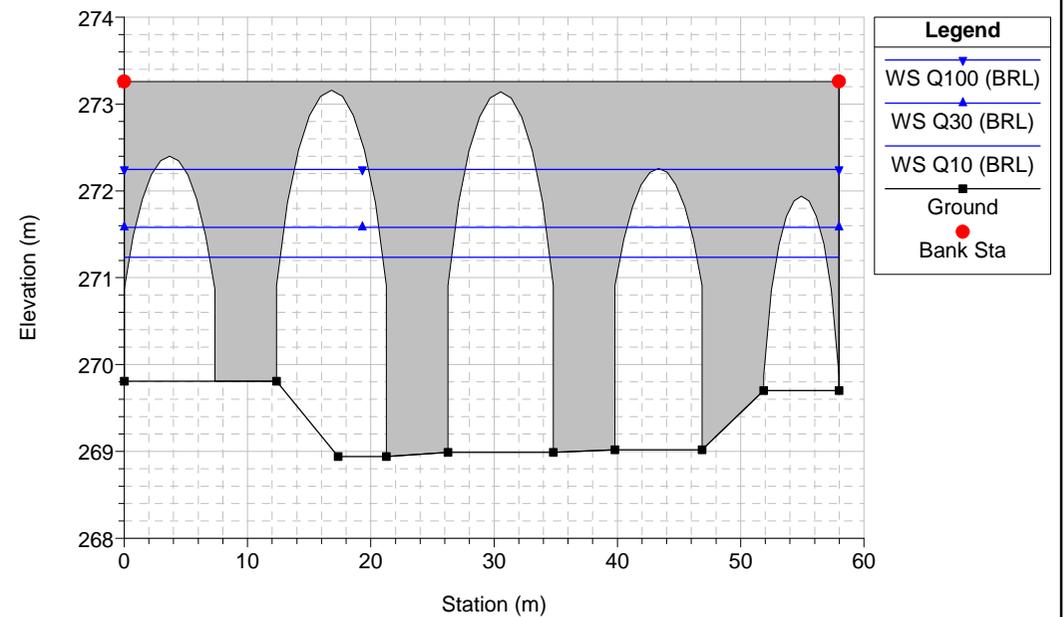
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

River = Sornin Reach = 1 RS = 25.8



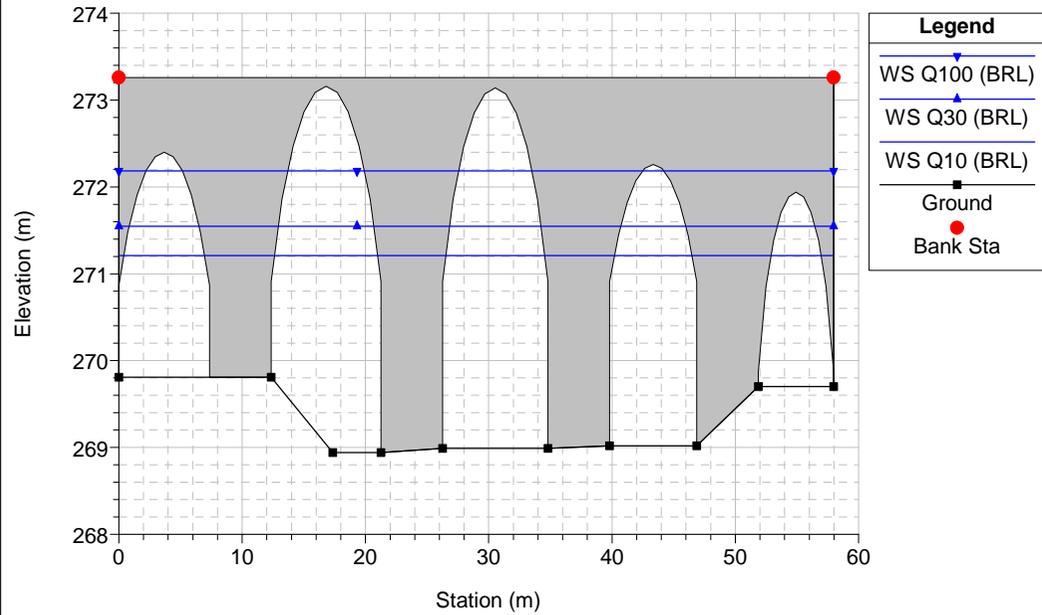
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

River = Sornin Reach = 1 RS = 25.5 BR



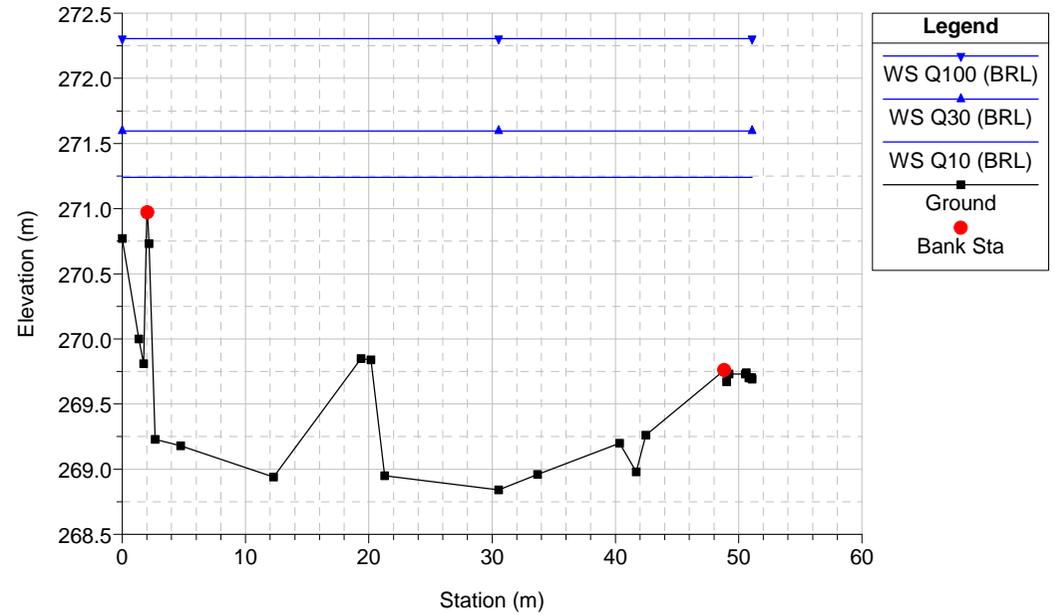
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

River = Sornin Reach = 1 RS = 25.5 BR



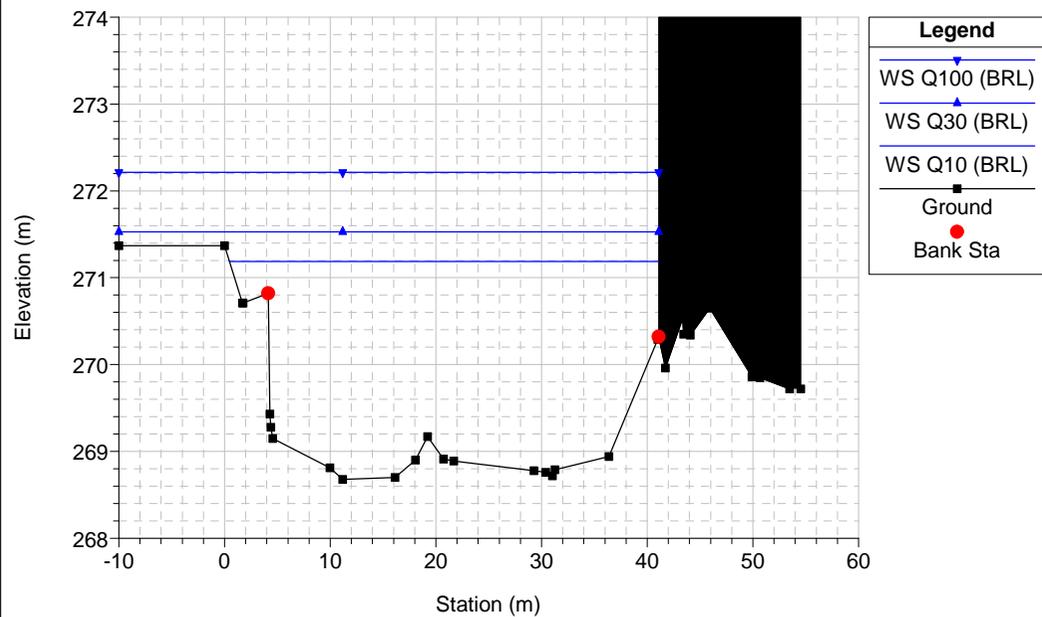
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

River = Sornin Reach = 1 RS = 25.2



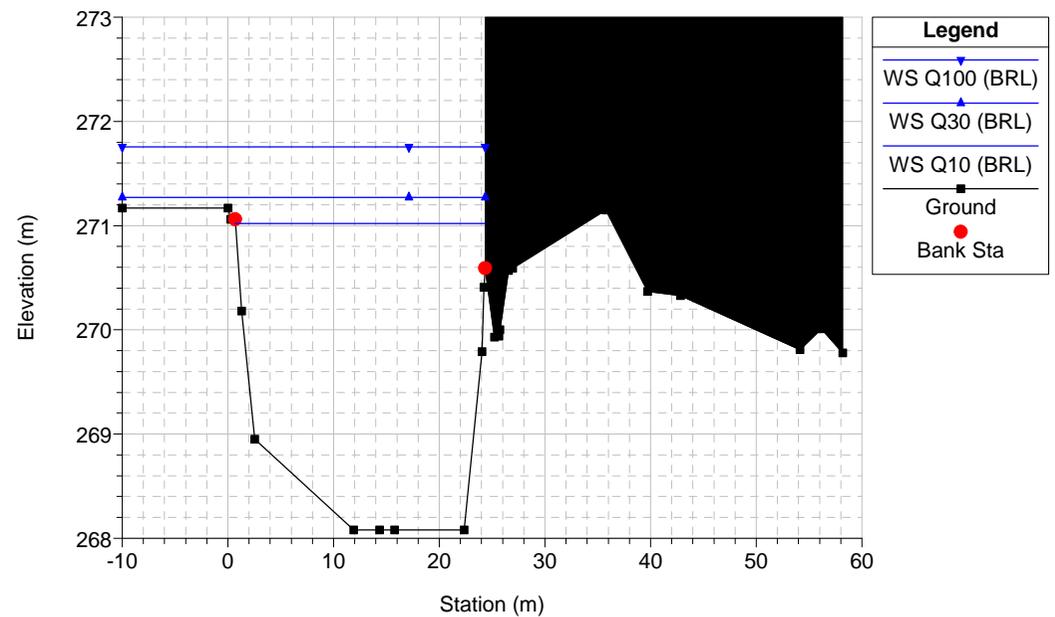
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

River = Sornin Reach = 1 RS = 25

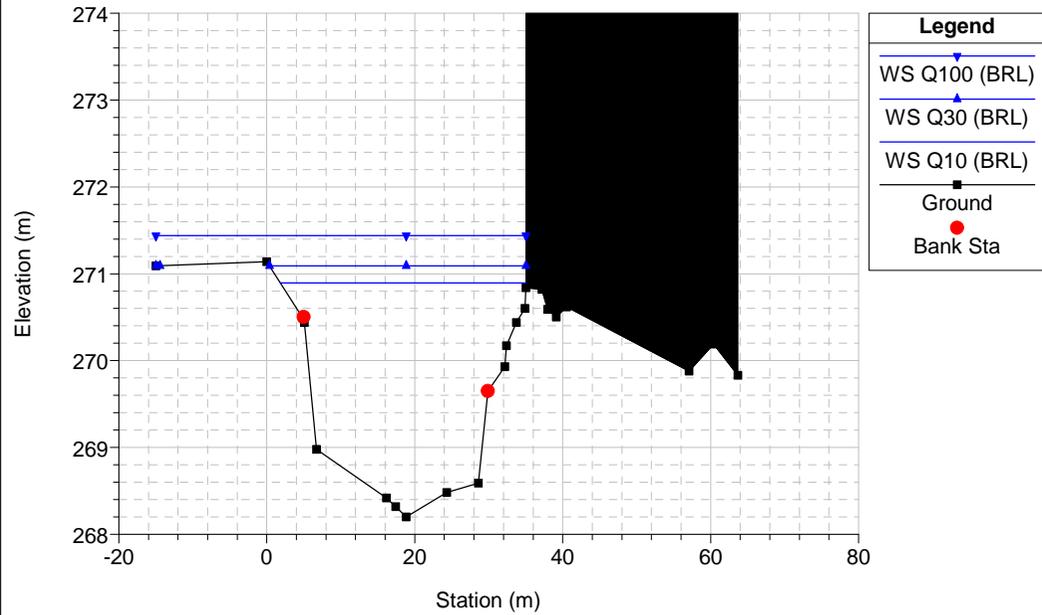


Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

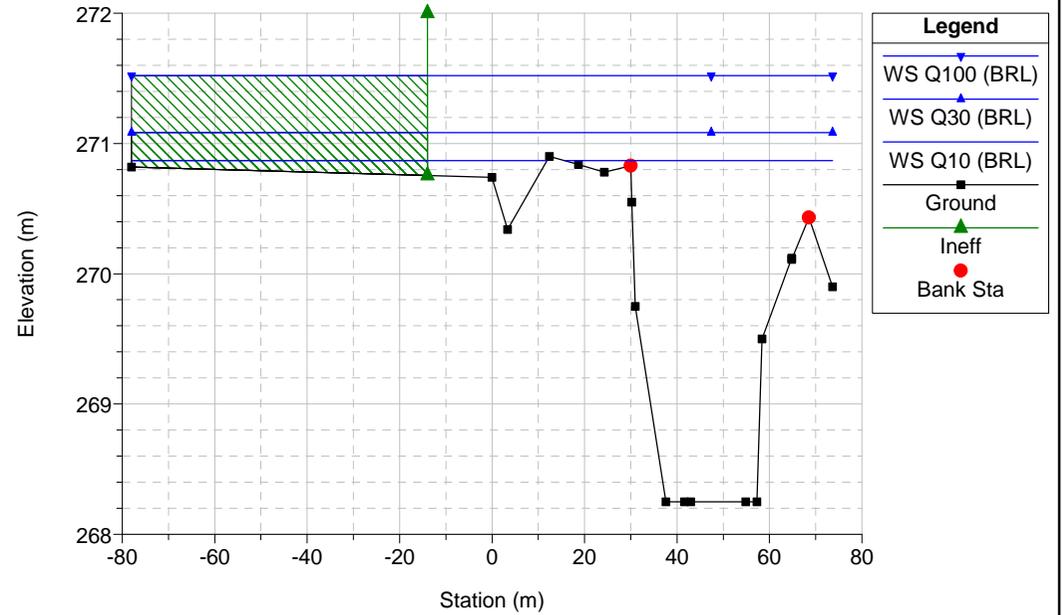
River = Sornin Reach = 1 RS = 24



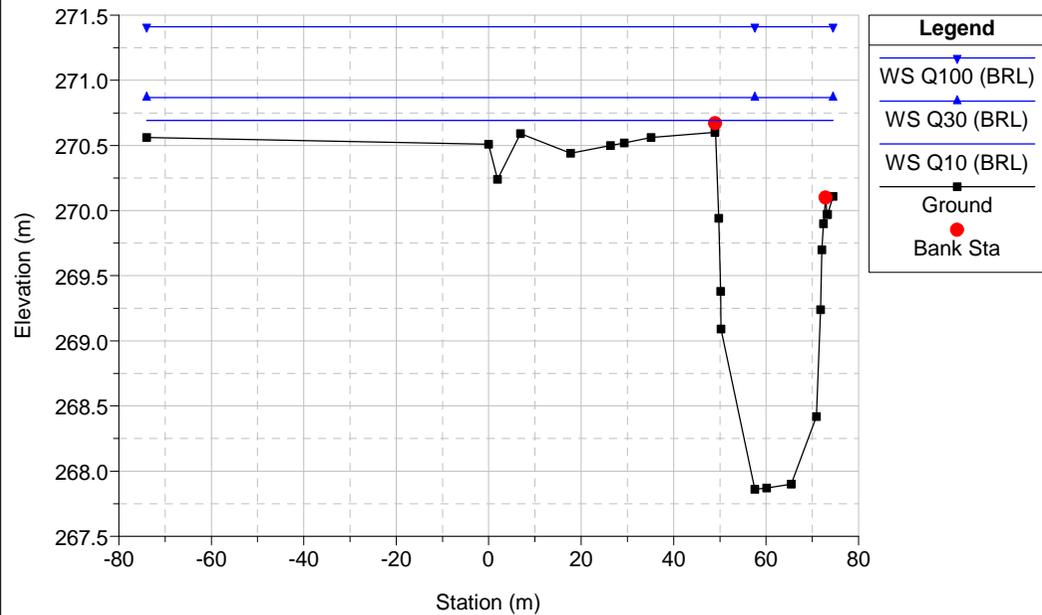
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
 River = Sornin Reach = 1 RS = 23



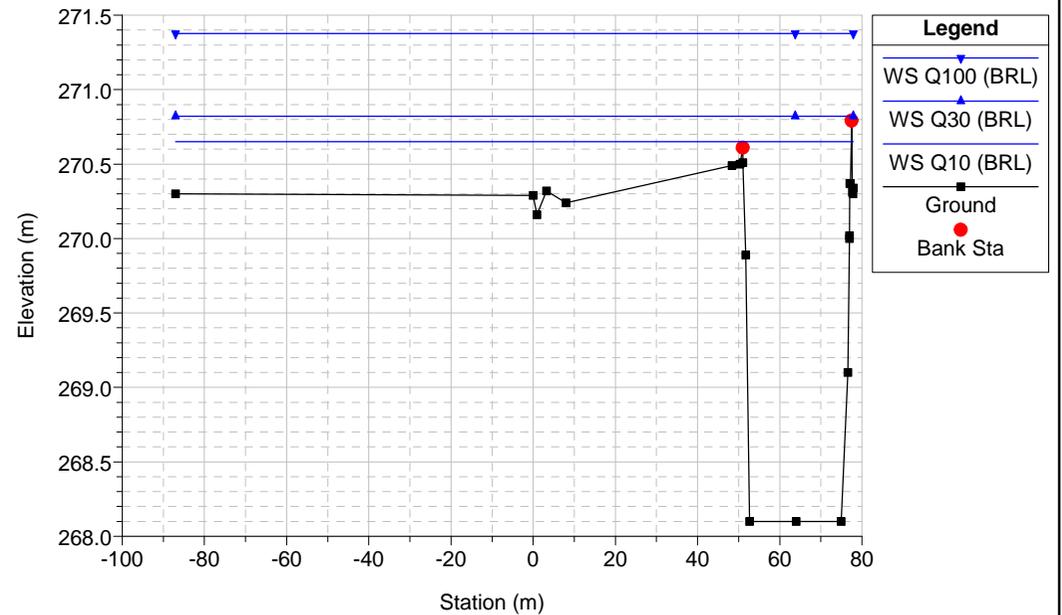
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
 River = Sornin Reach = 1 RS = 22



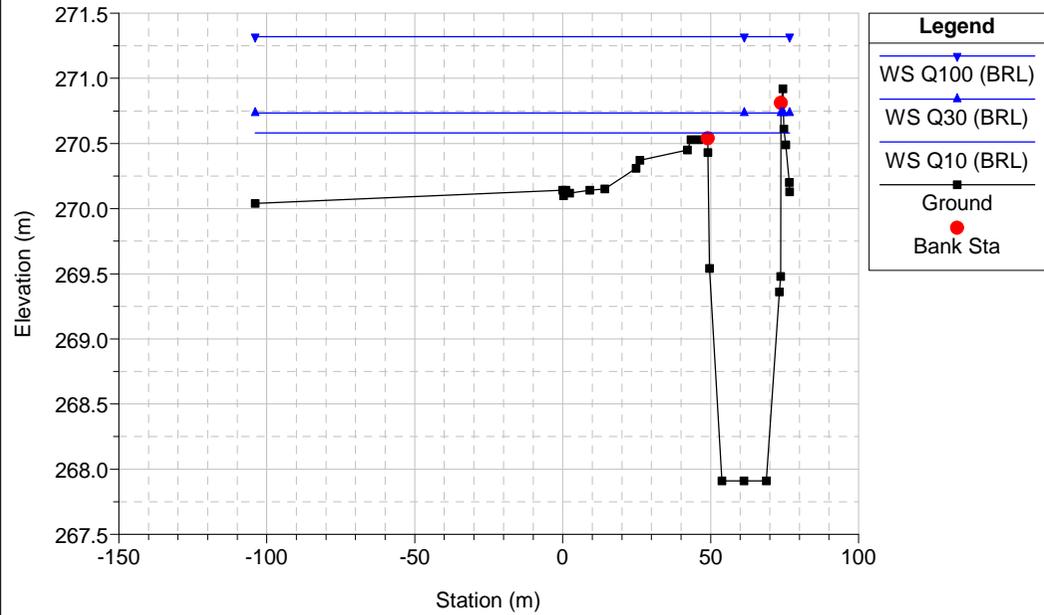
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
 River = Sornin Reach = 1 RS = 21



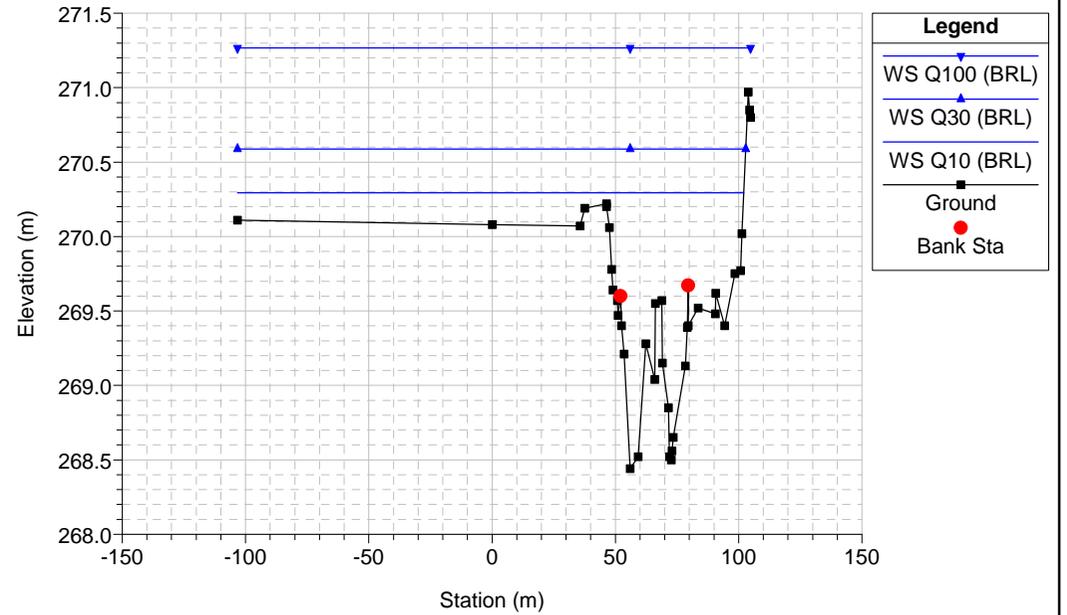
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
 River = Sornin Reach = 1 RS = 20



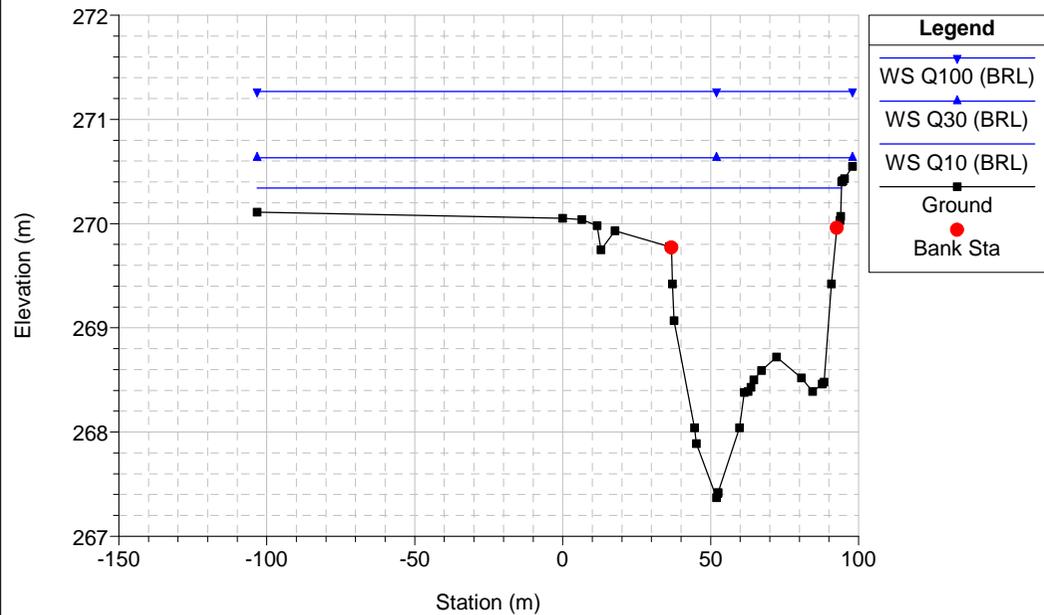
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
River = Sornin Reach = 1 RS = 19



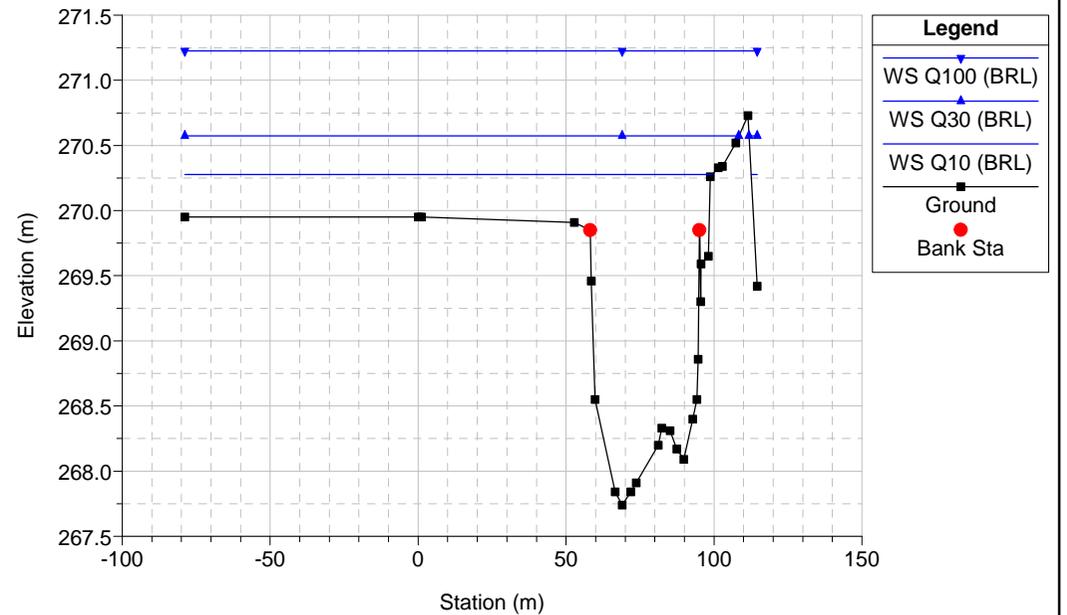
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
River = Sornin Reach = 1 RS = 17.5



Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
River = Sornin Reach = 1 RS = 17.2

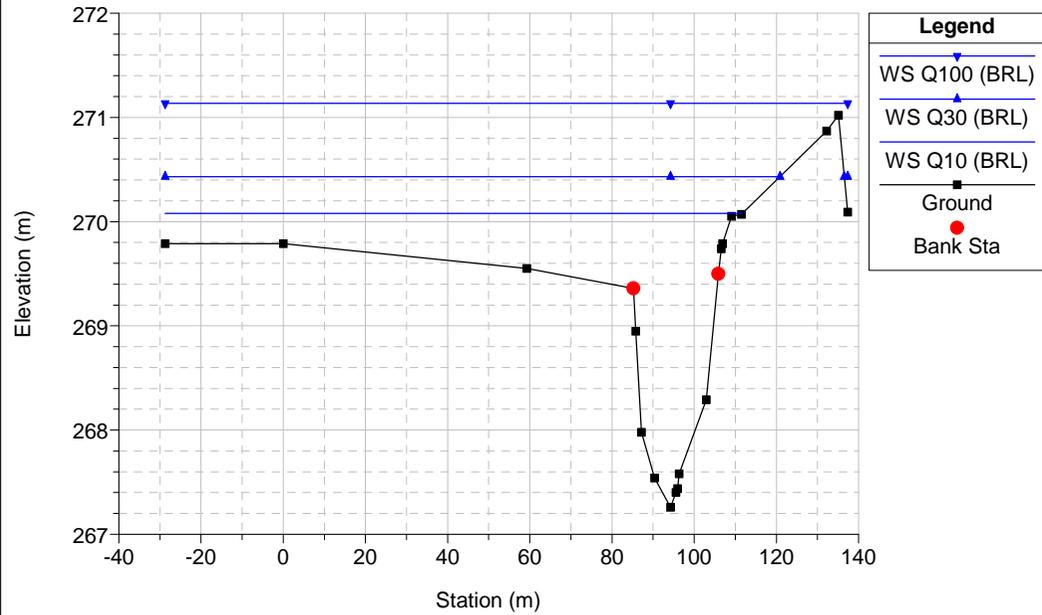


Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
River = Sornin Reach = 1 RS = 17



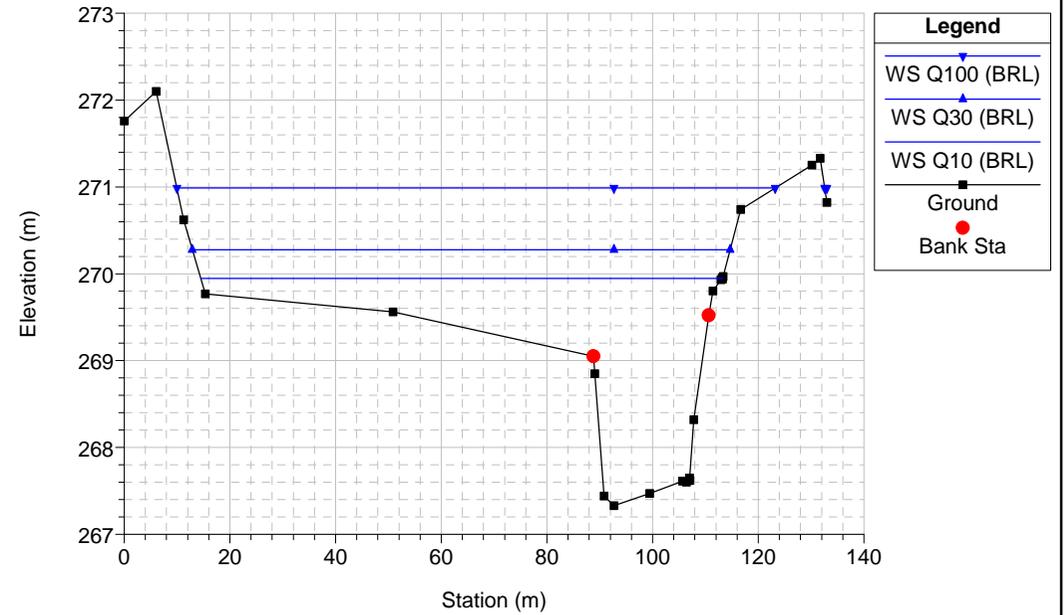
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

River = Sornin Reach = 1 RS = 16



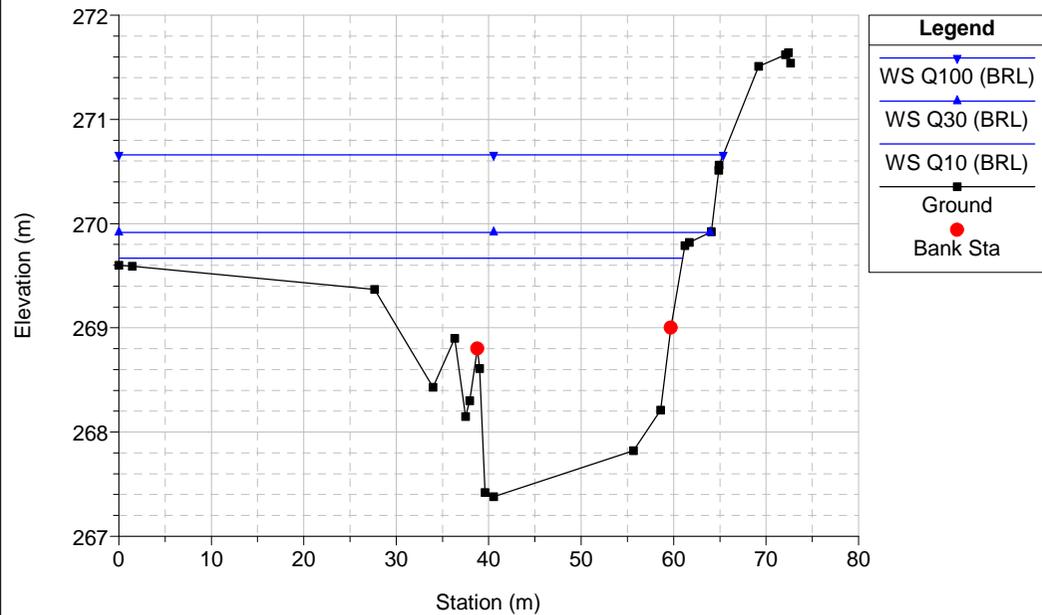
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

River = Sornin Reach = 1 RS = 15



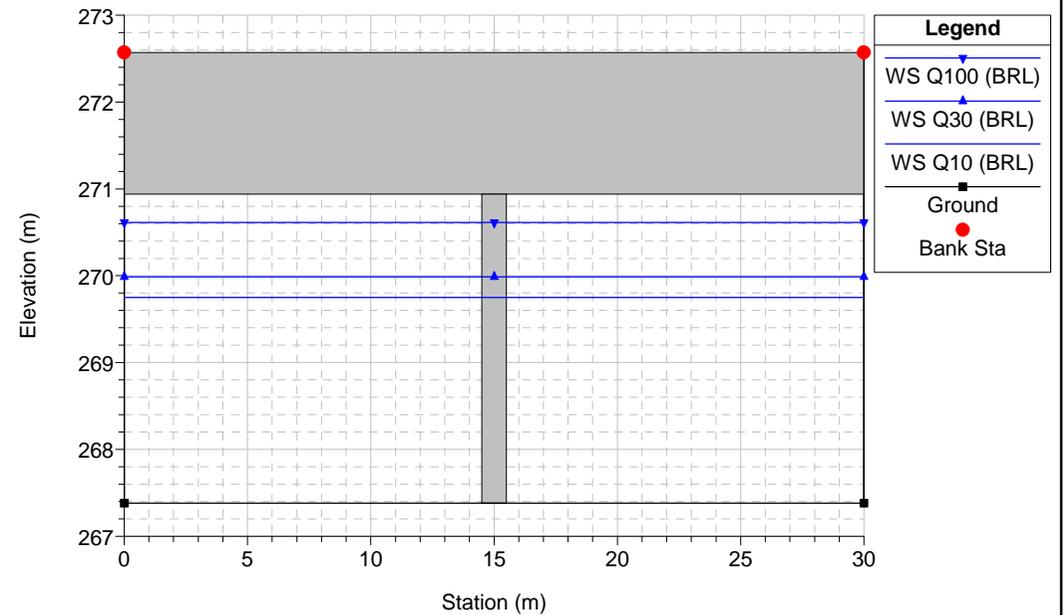
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

River = Sornin Reach = 1 RS = 13.8



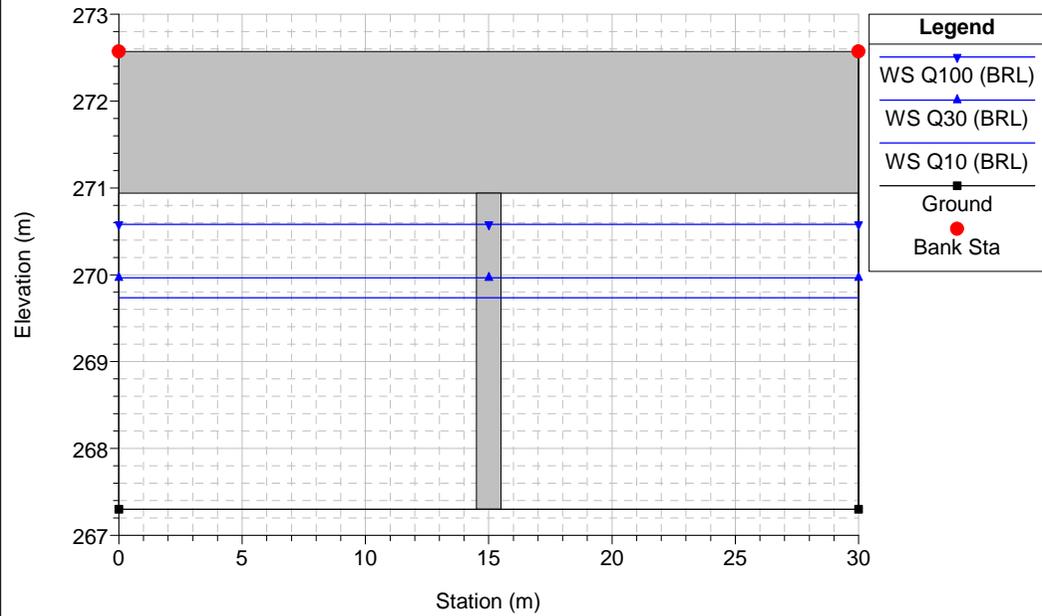
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

River = Sornin Reach = 1 RS = 13.5 BR



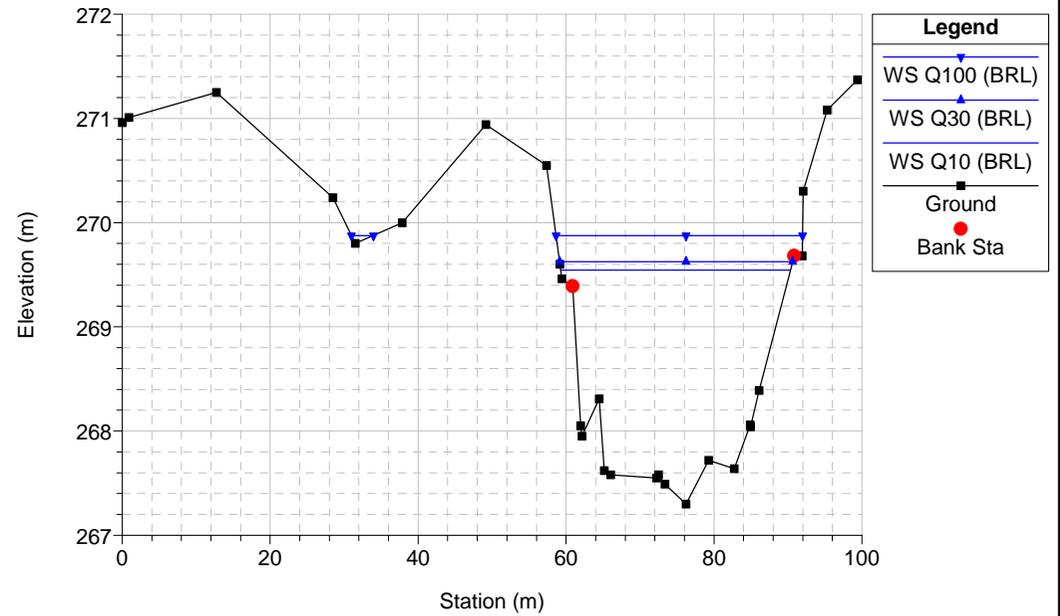
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

River = Sornin Reach = 1 RS = 13.5 BR



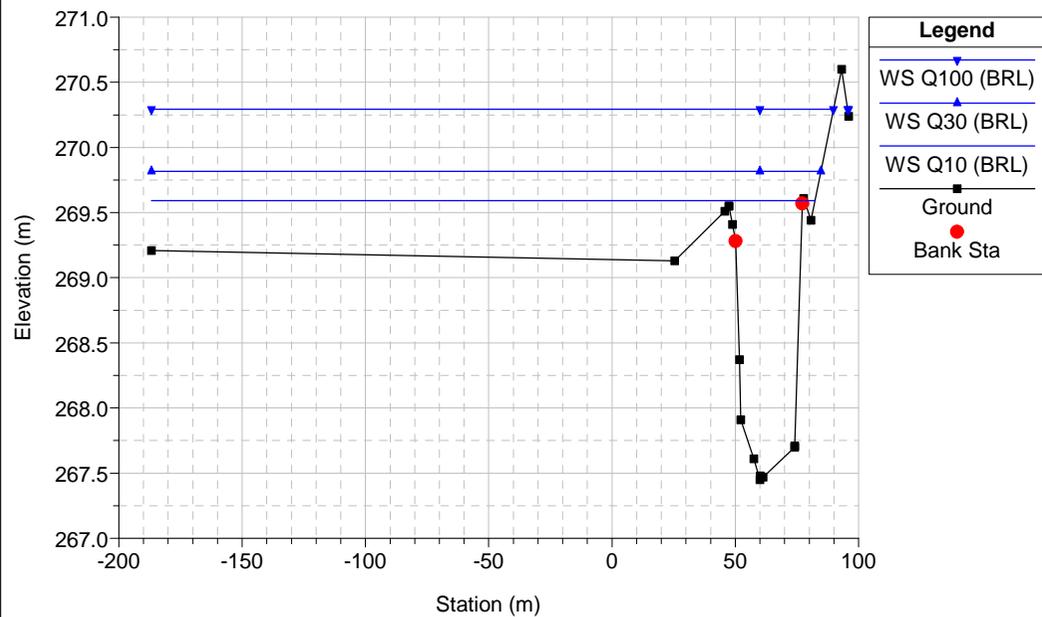
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

River = Sornin Reach = 1 RS = 13.2



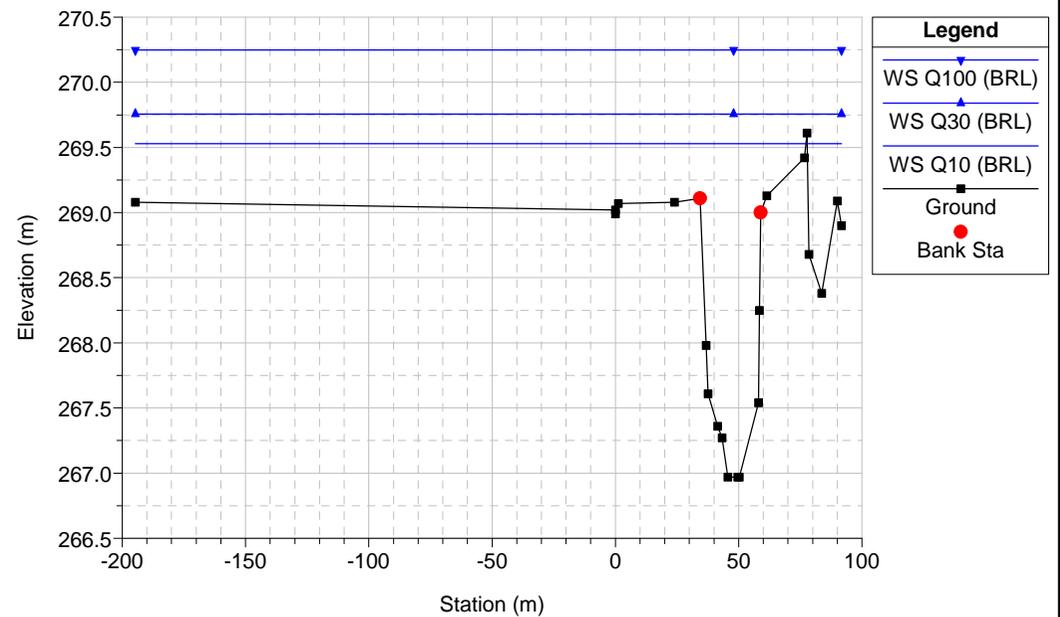
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

River = Sornin Reach = 1 RS = 13

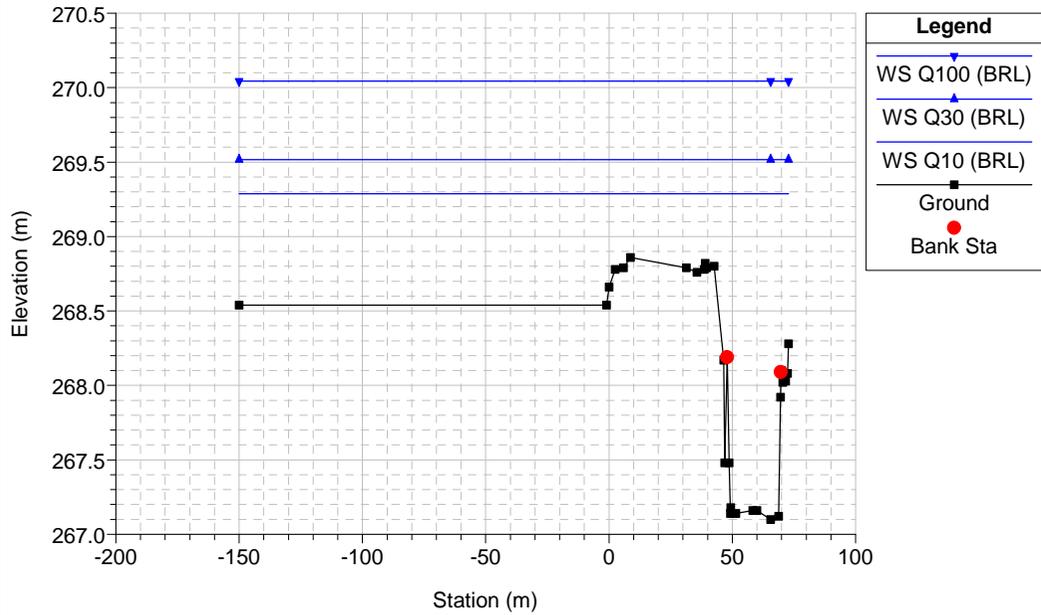


Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009

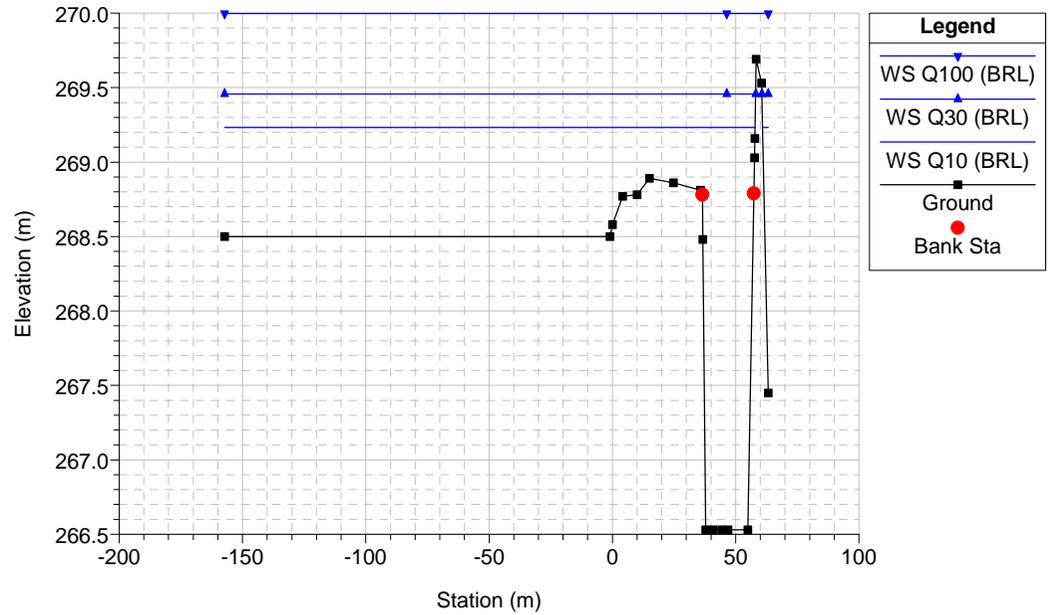
River = Sornin Reach = 1 RS = 12



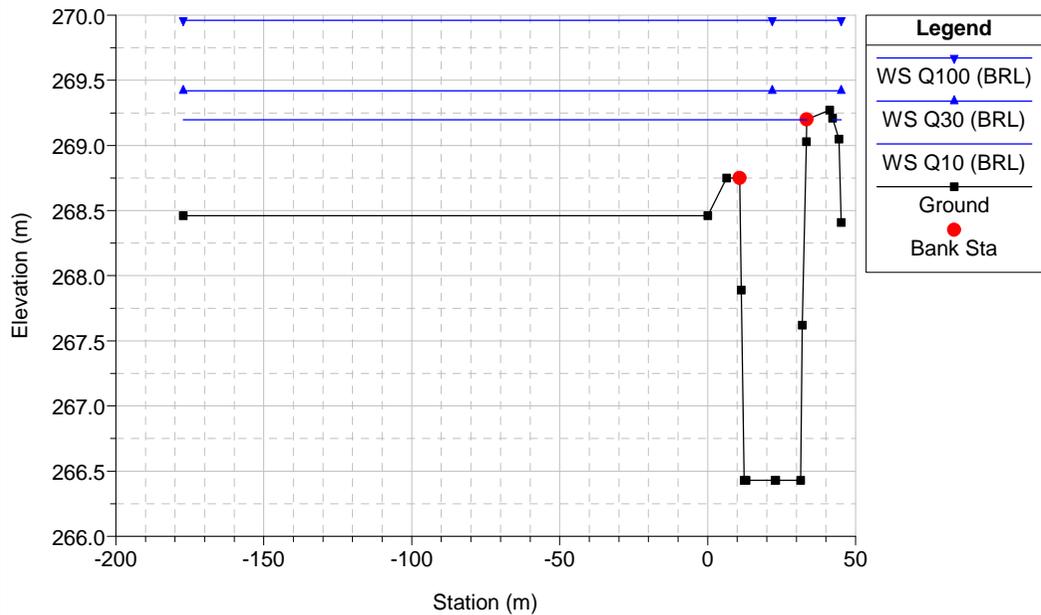
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
 River = Sornin Reach = 1 RS = 7



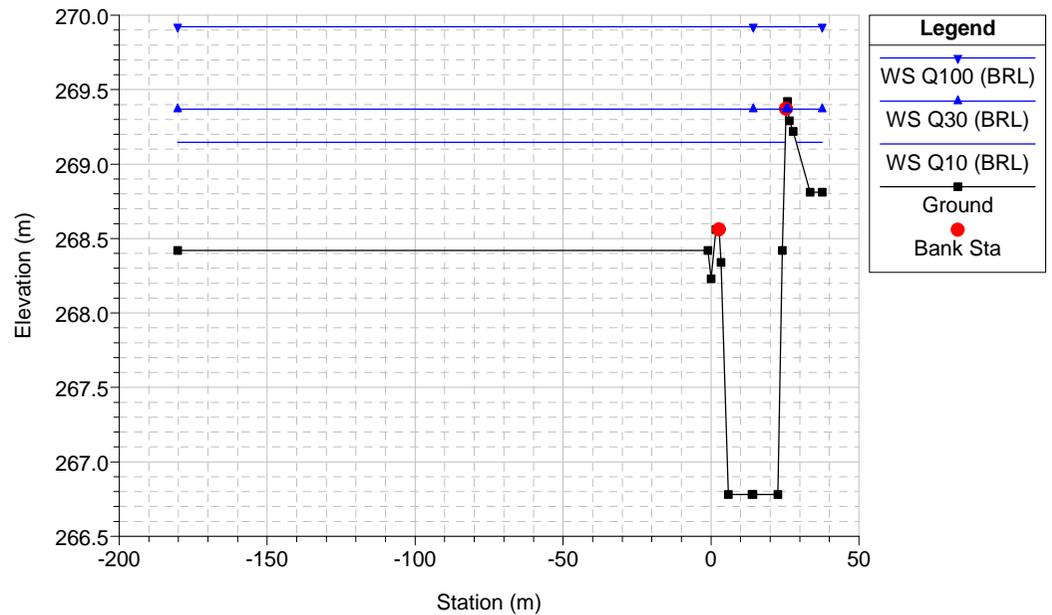
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
 River = Sornin Reach = 1 RS = 6



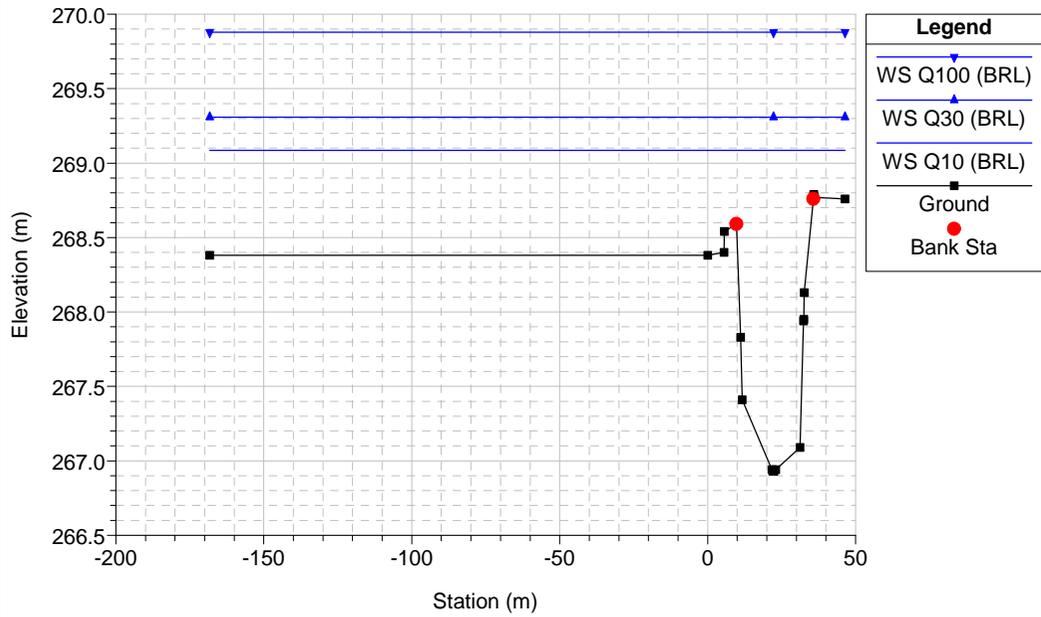
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
 River = Sornin Reach = 1 RS = 5



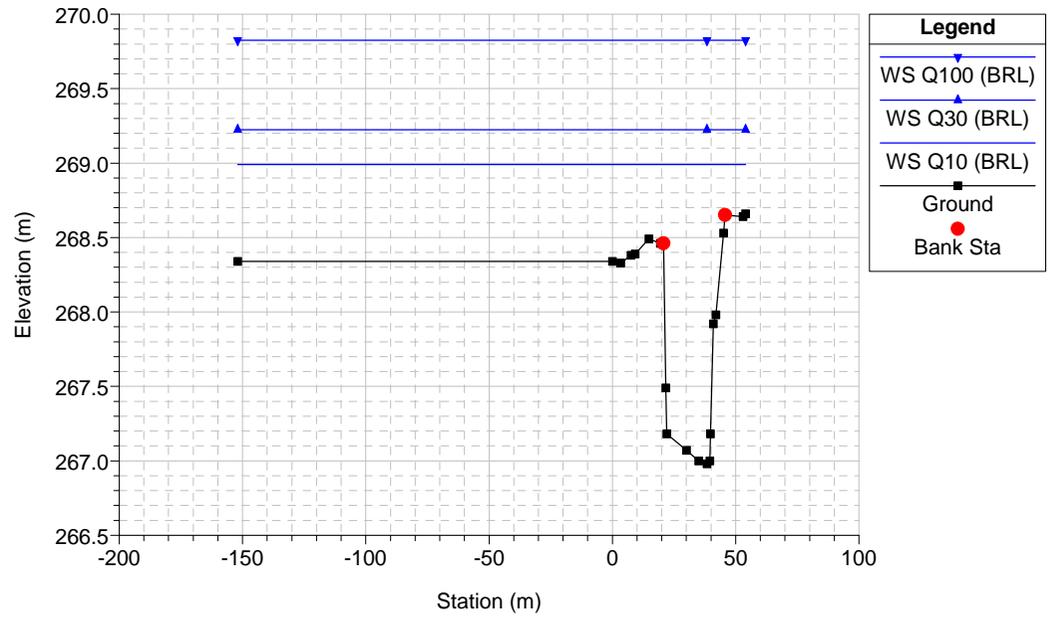
Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
 River = Sornin Reach = 1 RS = 4



Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
 River = Sornin Reach = 1 RS = 3



Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
 River = Sornin Reach = 1 RS = 2



Le Sornin à Charlieu Plan: EA Calage 11/03/2009
 River = Sornin Reach = 1 RS = 1

