

Aménagement du Riverolles à Ponsas (26) - Lot n°1



Avant-Projet

N° d'Affaire : RO-18-012

Version **3.0**

Juin 2019

SUIVI ET VISA DU DOCUMENT

Maitre d'ouvrage : COMMUNAUTE DE COMMUNES PORTE DE DROMARDECHE
 2 RUE FRANÇOISE BARRE-SINOUSI
 ZA LES ILES – BP 4
 26 241 SAINT VALLIER CEDEX
 04.27.45.20.61
 p.bouchet@portededromardeche.fr

Affaire : Aménagement du Riverolles à Ponsas (26) - Lot n°1
 RO-18-012
 Etienne CHAMPAVERE
 Avant-Projet

Emetteur : HYDRETUDES - Dauphiné Provence
 41 bis avenue des Allobroges
 26100 ROMANS SUR ISERE
 04.75.45.30.57
 contact-romans@hydretudes.com

Document : RO18-012_AVP_CCPDA_Riverolles
 Juin 2019



Indice	Date	Mise à jour	Rédigé par	Vérifié par
1	11/02/2019	V1	E.C.	B.C
2	23/05/2019	Modification suite remarques COPIL	E.C	N.P
3	18/06/2019	Modification suite remarque MO	E.C	B.C
4				
5				

SOMMAIRE

PARTIE 1.	PREAMBULE.....	6
PARTIE 2.	PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	7
2.1.	Localisation de la zone d'étude et description des lieux	7
PARTIE 3.	MODELISATION HYDRAULIQUE	12
3.1.	Hydrologie.....	12
3.2.	Construction du modèle hydraulique	14
3.2.1.	Logiciel utilisé.....	14
3.2.2.	Paramètres de la modélisation	15
3.2.3.	Données topographiques utilisées	16
3.2.4.	Adaptation du modèle	16
3.3.	Validation de la modélisation hydraulique à l'état initial	17
3.3.1.	Résultats secteur amont.....	17
3.3.2.	Résultats secteur aval.....	19
PARTIE 4.	PROJET D'AMENAGEMENT	21
4.1.	Investigations géotechniques	22
4.2.	Aménagement d'un piège à embâcles en amont de Ponsas (secteur 1)	23
4.2.1.	Scénario 1 : Piège à embâcles sur risberme	23
4.2.2.	Scénario 2 : Piège à embâcles sur le canal.....	31
4.3.	Protection de berge sur le secteur aval (secteur 2)	34
4.3.1.	Scénario 1 : Protection en enrochements.....	34
4.3.2.	Scénario 2 : Protection en techniques végétales.....	37
PARTIE 5.	IMPACTS HYDRAULIQUES DU PROJET	42
PARTIE 6.	CHIFFRAGE ESTIMATIF DES TRAVAUX.....	49
PARTIE 7.	REGLEMENTAIRE.....	51
7.1.	NOMENCLATURE EAU	51

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Situation géographique de la zone d'étude	7
Figure 2 :	Le Riverolles en amont du pont de la D500.....	8
Figure 3 :	Pont de la D500 – Amont du secteur principal de l'étude.....	8
Figure 4 :	Zone de débordement	9
Figure 5 :	Zone d'implantation du peigne	9
Figure 6 :	Vue sur le Riverolles depuis le passage à gué – Fin du secteur principal.....	10



Figure 7 : Affouillement en pied de muret - Secteur secondaire.....	10
Figure 8 : Topographie complémentaire sur la zone d'étude principal – DMN 2019.....	11
Figure 9 : Hydrogramme de crue centennale du Bancel en amont du secteur d'étude.....	13
Figure 10 : Découpage du modèle hydraulique du Riverolles à Ponsas.....	16
Figure 11 : Comparaison des modélisations ARTELIA 1D / HYDRETTUDES 1D/2D -Etat initial – Hauteurs d'eau - Q100.....	18
Figure 12 : Projet d'aménagement du piège à embâcles - Extrait étude ACB ARTELIA 2016...21	
Figure 13 : Plan d'implantation des sondages- SAGE Ingénierie.....	22
Figure 14 : Vue en plan de l'aménagement de la risberme - scénario 1.....	23
Figure 15 : Coupe en travers de la section de contrôle.....	24
Figure 16 : Coupe en travers de la risberme.....	25
Figure 17 : Caractéristiques du piège à embâcles - scénario 1.....	26
Figure 18 : Vue en plan du coude en aval de la zone d'implantation du piège à embâcles.....	27
Figure 19 : Profil en travers de l'aménagement du coude en aval de la zone d'implantation du cimetière.....	28
Figure 20 : Vue en plan de l'aménagement du canal - scénario 2.....	31
Figure 21 : Coupe en travers du canal.....	32
Figure 22 : Caractéristiques du piège à embâcles - scénario 2.....	33
Figure 23 : Protection de la rive droite par un enrochement.....	34
Figure 24 : Coupe type de la protection de berge en enrochement - secteur aval.....	36
Figure 25 : Protection de berge en génie végétal et enrochement du pied de berge.....	37
Figure 26 : Coupe type d'une fascine de Saules - Formation ATGE 2018.....	41
Figure 27 : Localisation du portail du cimetière à supprimer.....	42
Figure 28 : Modélisation hydrauliques Projet Risberme - Hauteurs d'eau pour Q100.....	43
Figure 29 : Modélisation hydrauliques Projet Risberme - Vitesses pour Q100.....	44
Figure 30 : Modélisation hydrauliques Projet canal - Hauteurs d'eau pour Q100.....	45
Figure 31 : Modélisation hydrauliques Projet Canal - Vitesses pour Q100.....	46
Figure 32 : Hydrogrammes en sortie du modèle 1D/2D amont -Q100 - 30 % d'obstruction du piège.....	47
Figure 33 : Hauteurs d'eau en sortie du modèle 1D/2D amont -Q100 - 30 % d'obstruction du piège.....	48

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Paramètres de modélisation.....	15
Tableau 2 : Conditions aux limites du modèle.....	15



Tableau 3 : Comparaison des capacités hydrauliques des ouvrages entre les modélisations ARTELIA 2016 ET HYDRETTUES 2019	19
<i>Tableau 4 : Caractéristiques du profil utilisées pour dimensionner les enrochements – secteur amont.....</i>	<i>28</i>
<i>Tableau 5 : Caractéristiques du profil utilisées pour dimensionner les enrochements – secteur aval.....</i>	<i>35</i>
<i>Tableau 6 : Valeurs des contraintes tractrices - Secteur aval.....</i>	<i>38</i>
<i>Tableau 7 : Contraintes tractrices limites en fonction de l'âge - Extrait Science Eaux & Territoires, La revue d'IRSTEA 2016.....</i>	<i>39</i>

PARTIE 1. PRÉAMBULE

Dans le cadre de l'exercice de sa compétence « GEMAPI » et au travers du Programme d'Actions de Prévention des Inondations (P.A.P.I.) labellisé début 2017, la Communauté de Communes Porte de Dromardèche est engagée dans une politique de lutte contre les inondations sur le bassin versant du Riverolles.

De par la configuration du bassin versant (fortes pentes, boisé) et du lit dans la traversée du bourg communal (nombreux murs et ponts), la commune de Ponsas est fortement impactée par les inondations du Riverolles. Les inondations de septembre 2018 (crue d'occurrence supérieure à la centennale) ont notamment touchées la quasi-totalité des maisons riveraines du cours d'eau.

Cette étude de maîtrise d'œuvre complète concerne la mise en place de l'aménagement préconisé dans le cadre de l'élaboration du PAPI sur la commune de Ponsas.

Le rapport présenté ci-après concerne l'étude d'Avant-Projet.

PARTIE 2. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

2.1. LOCALISATION DE LA ZONE D'ÉTUDE ET DESCRIPTION DES LIEUX

Le secteur couvert par la présente étude hydraulique concerne le cours d'eau du Riverolles, affluent du Rhône sur la commune de Ponsas dans le département de la Drôme.

Le secteur principal de l'étude concerne plus particulièrement la portion de cours d'eau en amont de la traversée du bourg communal entre le pont de la D500 jusqu'en aval du cimetière.

Le secteur secondaire concerne un affouillement localisé le long d'un muret d'une habitation située à la sortie du bourg.

La figure ci-après présente la situation géographique du secteur d'étude.

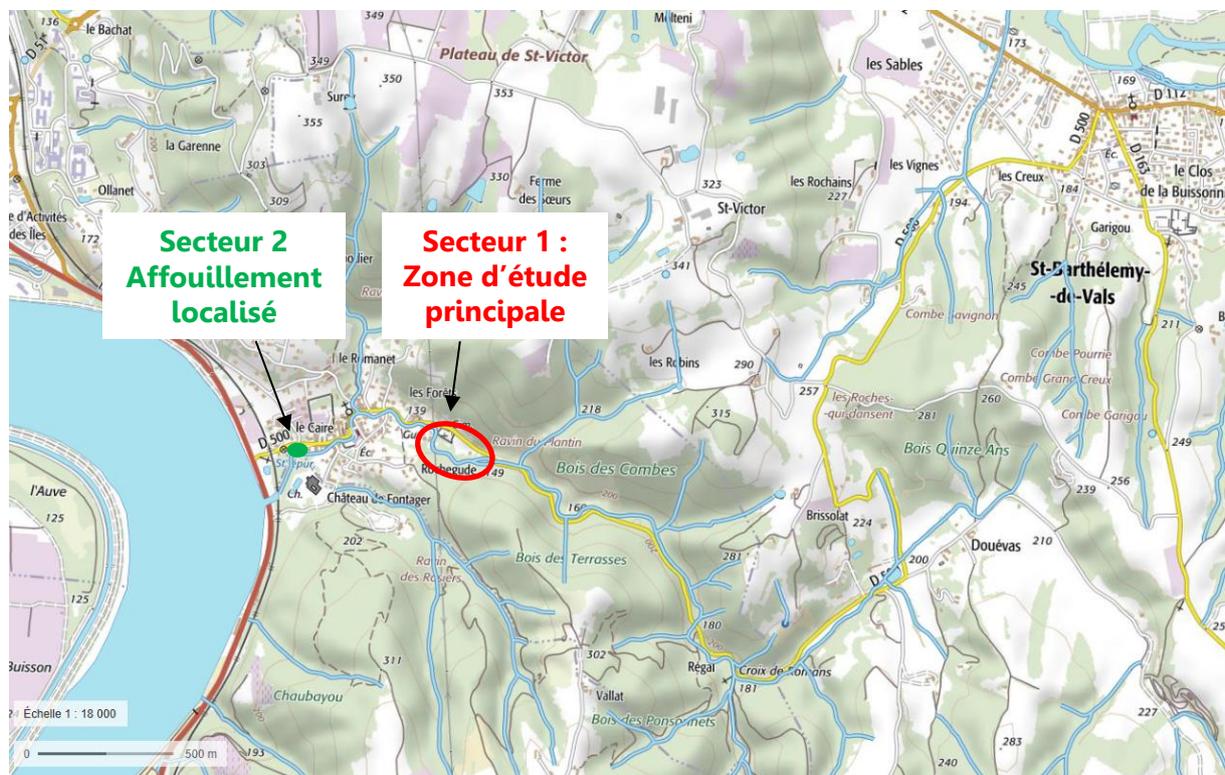


Figure 1 : Situation géographique de la zone d'étude

En amont du secteur principal, le Riverolles s'écoule sur son substratum rocheux dans un lit fortement encaissé. Son profil en long présente une pente supérieure à 7%. Le bassin versant est fortement boisé.

Sur le secteur principal, la pente du profil en long passe à 1.3 % au droit du pont de la D500 et le fond du lit est constitué de sédiments. Les parcelles en rive droite sont exploitées sous forme de vergers, de jardin et de boisement. Le cimetière est implanté dans le lit majeur le long de la D500.

En aval du secteur, à partir du passage à gué, le cours d'eau est contraint le plus souvent par des murs maçonnés sur les deux berges. De nombreux ponts permettant l'accès aux

habitations depuis la D500 traversent le cours d'eau sur l'ensemble du secteur du bourg communal.

Ci-dessous, quelques photos de la reconnaissance de terrain effectuée par notre équipe en mai 2018.



Figure 2 : Le Riverolles en amont du pont de la D500



Figure 3 : Pont de la D500 – Amont du secteur principal de l'étude



Figure 4 : Zone de débordement



Figure 5 : Zone d'implantation du peigne



Figure 6 : Vue sur le Riverolles depuis le passage à gué – Fin du secteur principal



Figure 7 : Affouillement en pied de muret - Secteur secondaire

Concernant le retour des déclarations de travaux (voir en annexe) sur la zone d'étude, seul la Très-Haute-Tension traverse la zone en aérien sur un axe nord/sud au niveau du cimetière. Sa position n'a pas d'impact sur la réalisation des travaux. On note également l'absence de réseaux souterrains.

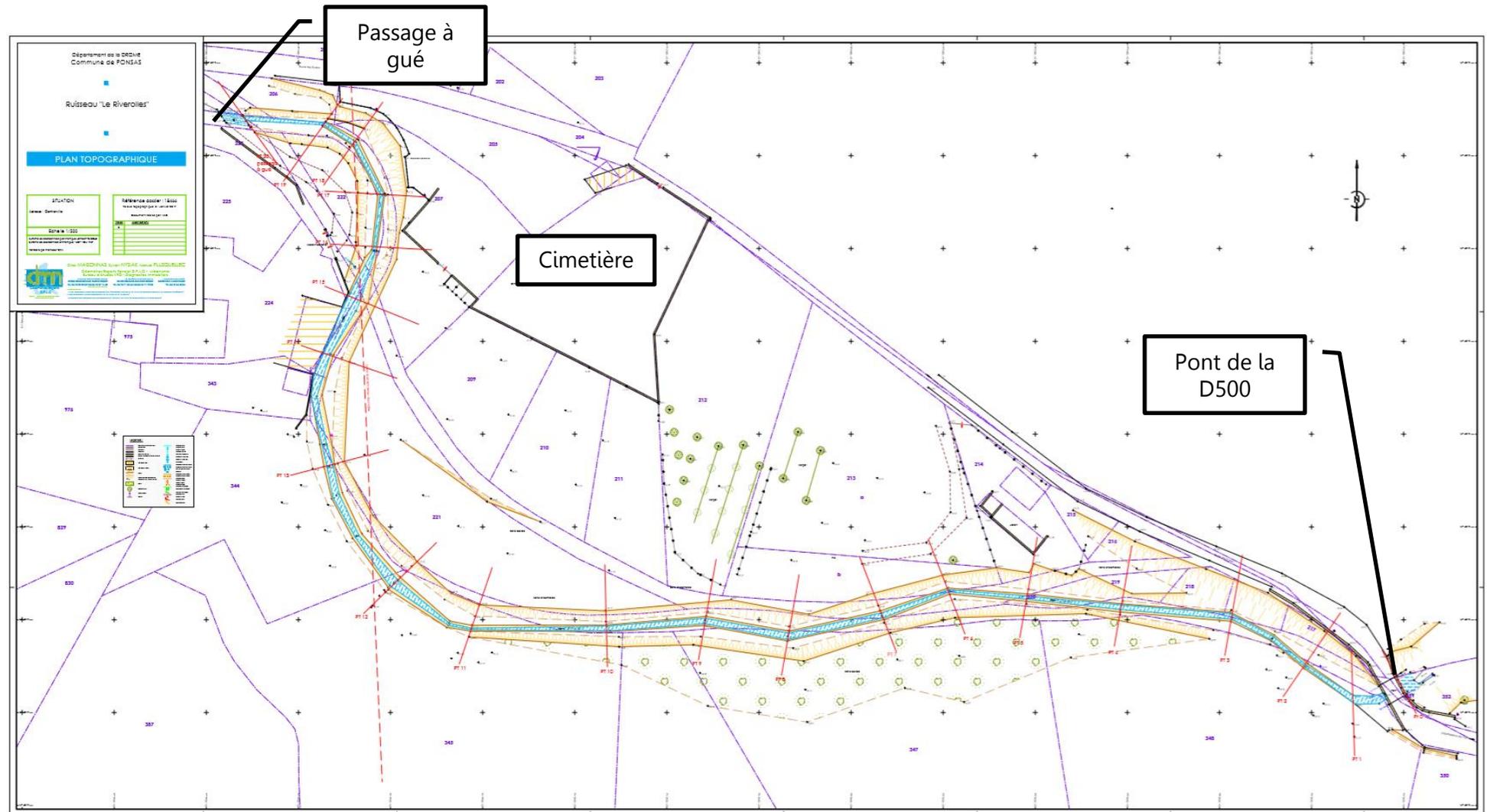


Figure 8 : Topographie complémentaire sur la zone d'étude principal – DMN 2019

PARTIE 3. MODÉLISATION HYDRAULIQUE

3.1. HYDROLOGIE

Pour rappel, l'étude GEO+ en octobre 2000 sur le « *Ruisseau de Riverolles, Aménagement de la couverture en centre-bourg de la commune de Ponsas (26)* » présente une estimation des débits Q2, Q10, Q50 et Q100 :

Débit	Q2	Q10	Q50	Q100
Riverolles au droit du kiosque à Ponsas	5.5 m ³ /s	12 m ³ /s	25.5 m ³ /s	41 m ³ /s

Cette étude estime également le temps de concentration du bassin versant de Riverolles à 2h au niveau du kiosque à Ponsas.

Conformément au souhait du maître d'ouvrage, nous nous baserons sur l'étude hydrologique d'ARTELIA en 2015 sur la « Définition des aménagements pour la prévention des inondations sur le bassin versant de la Galaure et du Riverolles et analyse coût/bénéfice » pour les débits de pointe. Ceux sont issus du modèle hydrauliques ARTELIA.

Débit	Q2 m ³ /s	Q5 m ³ /s	Q10 m ³ /s	Q20 m ³ /s	Q50 m ³ /s	Q100 m ³ /s	Q1000 m ³ /s
Riverolles amont Ponsas	4.6	9.7	12.6	16	21.8	29	52.9
Riverolles centre Ponsas	5.2	10.9	14.3	18.1	24.7	32.8	59.9
Riverolles aval Ponsas	5.6	11.7	15.2	19.3	26.4	35.1	64

Les superficies des bassins versant sont les suivantes :

- 8.64 km² pour Riverolles en amont de Ponsas
- 10.19 km² pour Riverolles centre Ponsas
- 11.15 km² pour Riverolles aval Ponsas

En revanche, les modélisations hydrauliques réalisées par ARTELIA sont réalisées en régime permanent, il n'y a donc pas d'hydrogrammes de crue mais seulement des débits de pointe.

Afin de reconstituer des hydrogrammes de crue à partir de ces valeurs de débit de pointe, nous avons calculé le temps de concentration du Riverolles à l'amont de Ponsas suivant plusieurs formules de calcul présentés dans le tableau ci-après :

Temps de concentration (h) Riverolles amont Ponsas	MEUNIER	GIANDOTTI	Général	BRGM	PASSINI	Turazza	Médiane
	2.04	2.28	1.89	2.89	1.88	1.74	1.97

Le temps de concentration retenu est la médiane soit environ 2h. Par hypothèse, la courbe de crue équivaut à une fois le temps de concentration et la période de décrue est égale à 3 fois le temps de concentration du bassin versant. La durée de l'hydrogramme de crue est de 8 heures pour le Riverolles à l'amont de Ponsas.

Les hydrogrammes de crues modélisées sont les suivants :

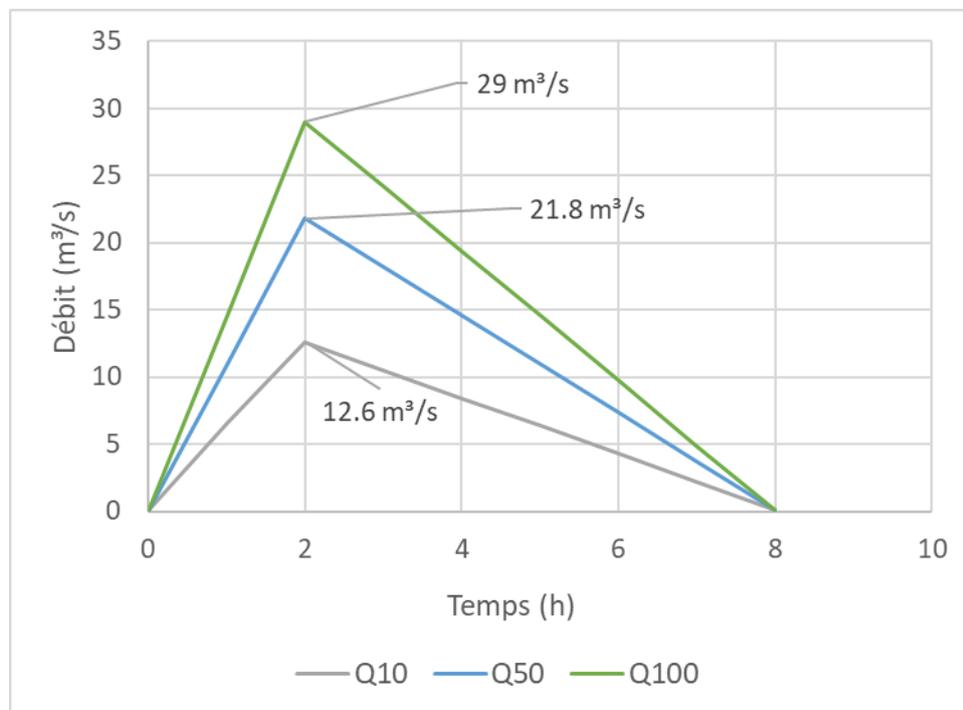


Figure 9 : Hydrogramme de crue centennale du Bancel en amont du secteur d'étude

3.2. CONSTRUCTION DU MODELE HYDRAULIQUE

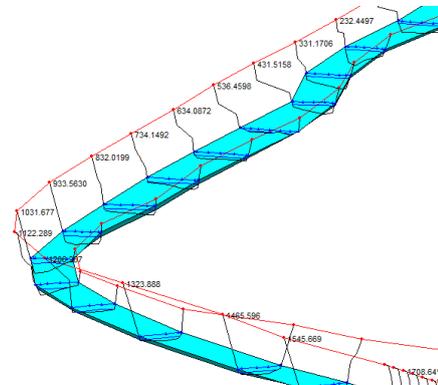
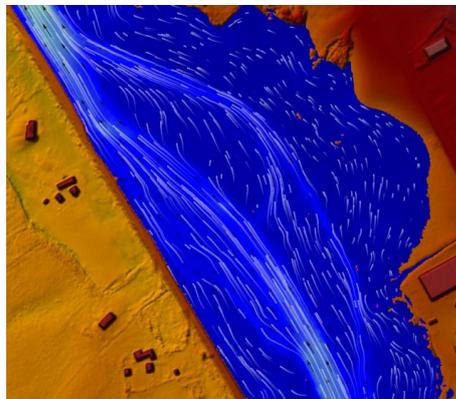
3.2.1. Logiciel utilisé

La modélisation hydraulique a été construite avec le même logiciel que celui de l'étude ACB réalisée par ARTELIA en 2016. Il s'agit du logiciel libre de droit HEC-RAS (Hydrologic Engineering Centers River Analysis System) développé par l'USACE (United States Army Corps of engineers). Il est dans le domaine public et est disponible en téléchargement gratuit sur le site de Hydrologic Engineering Center. HEC RAS résous les équations de Saint Venant 1D issues des équations de Navier et Stokes.

La version de HEC-RAS actuelle (5.0.6) de février 2016 permet de modéliser les écoulements de manière permanente ou transitoire et de manière mono ou bidimensionnelle. Le logiciel permet en outre la prise en compte des singularités hydrauliques tels que les ouvrages pont ou les seuils, le calcul du transport solide.



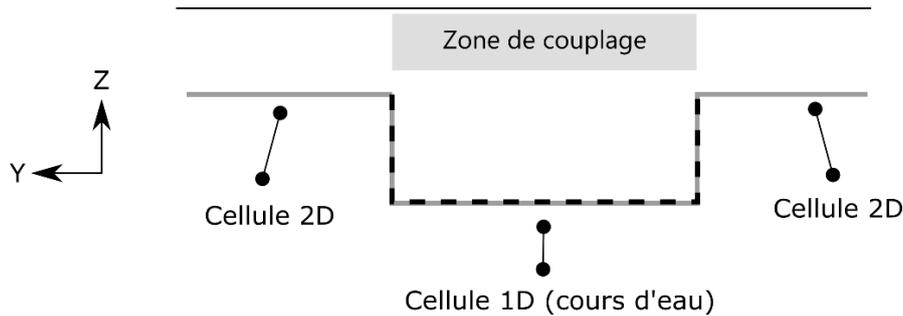
US Army Corps
of Engineers®



Pour plus d'information sur HEC RAS : <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/documentation/>

La modélisation 1D/2D se distingue en deux parties, correspondant à deux types de simulations numériques :

- **Un moteur 1D** qui a pour objectif de simuler les écoulements au sein du lit mineur. Les codes de calculs sont généralement basés sur une simplification des équations de Barré de Saint Venant (ISIS FLOW, IWRS) ou sur les équations de conservation de la masse et de la quantité de mouvement (HEC-RAS). La modélisation hydraulique via le moteur 1D permet de définir les caractéristiques hydrauliques des biefs.
- **Un moteur 2D** qui a pour objectif de simuler les écoulements en lit majeur, de part et d'autre du lit dans les limites des données LIDAR existantes. Le maillage (maillage structuré, non structuré) et le système d'équations utilisée peuvent varier de manière importante suivant les codes de calculs. La quasi-totalité des codes de calculs existants résout les équations de Barré de Saint Venant (MIKE21 du DHI, TELEMAC 2D de EDF, SWE de Shallow Water Equations). Les temps de calculs sont longs. *
- **Un code de calcul pour le couplage 1D-2D.** Les couplages envisagés (mode de jonction entre les deux moteurs précédents) diffèrent suivant les phénomènes pris en compte : échanges par les extrémités du modèle 1D (conditions aux limites) ou au contraire échanges par débordement latéral. Le nombre de codes 1D-2D existant est importants.



Les données d'entrées et le mode de construction du modèle hydraulique sont :

- **Définition des conditions aux limites** (hydrogrammes de crue amont ou apports latéraux, conditions aval).
- **Construction de la géométrie 1D/2D du modèle** (ouvrages, lit mineur, lit majeur, structures latérales pour le couplage 1D et 2D, intégration du bâti...) à partir des données topographiques terrestres en lit mineur issues des levés topographiques terrestres existants et des nouveaux levés réalisés pour la présente étude.

3.2.2. Paramètres de la modélisation

Les paramètres utilisés dans le modèle hydraulique sont les suivants :

Paramètres	Modélisation HYDRETUDES
Coefficient de Manning-Strickler: lit mineur	0.04
Coefficient de Manning-Strickler: berges	0.06 pour les ripisylves denses et 0.04

Tableau 1 : Paramètres de modélisation

Les conditions aux limites sont :

Condition limite amont	Hydrogramme de crue Q10, Q50 et Q100
Condition limite aval	Pente : 0.01 m/m

Tableau 2 : Conditions aux limites du modèle

3.2.3. Données topographiques utilisées

Le modèle hydraulique du Riverolles est construit sur la base :

- **De 32 profils en travers topographiques (DMN, 2019) dont 2 ouvrages hydrauliques (D500 et le passage à gué de la rue Rochegude) et un semis de point au droit du futur piège à embâcle (10 000 m²),**
- **Du Lidar (été/automne 2015),**
- **Du levé topo des ouvrages d'art (OUDOT et ARTELIA 2015),**
- **Du Modèle HEC-RAS ARTELIA (PT depuis Lidar).**

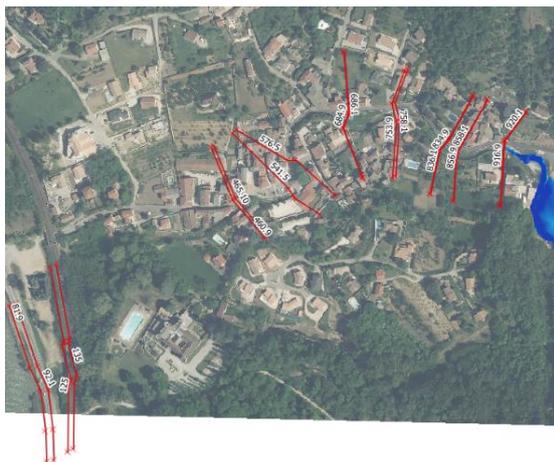
3.2.4. Adaptation du modèle

Au niveau de la traversée du bourg communal de Ponsas, le lit mineur du Riverolles comporte un certain nombre d'ouvrages d'art et de mètres linéaires de berges maçonnées surmontées ou non de murets.

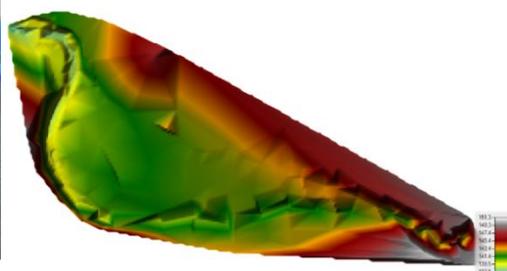
Pour faciliter la modélisation et garantir la stabilité du modèle, ce dernier a été découpé en 2 parties :

- **Secteur amont (= zone d'implantation du piège à embâcle) compris entre le pont de la D500 et le passage à gué en aval du cimetière. Ce secteur a été modélisé en 1D / 2D à l'aide du levé topographique de DMN (2019),**
- **Secteur aval compris entre le passage à gué et la confluence avec le Rhône. Sur ce secteur, le modèle 1D d'ARTELIA a été conservé.**

Le débit de sortie maximal du modèle 1D/2D amont est injecté dans le modèle 1D aval.



Modèle 1D ARTELIA ACB 2016



Modèle 1D/2D HYDRETTUDES

Figure 10 : Découpage du modèle hydraulique du Riverolles à Ponsas

3.3. VALIDATION DE LA MODELISATION HYDRAULIQUE A L'ETAT INITIAL

La simulation de l'état initial présentée ci-après a été réalisée pour une crue centennale (29 m³/s).

3.3.1. [Résultats secteur amont](#)

Les cartes des hauteurs d'eau sont présentées en page suivante. La cartographie issue de l'ACB a été placée en encart afin d'identifier les différences.

Par comparaison des zones de débordement, les résultats des deux modèles hydrauliques sont similaires.

Les limites des zones de débordement de la présente modélisation sont plus précises du fait de l'utilisation d'un MNT généré par le levé topographique de DMN et de la modélisation 2D.

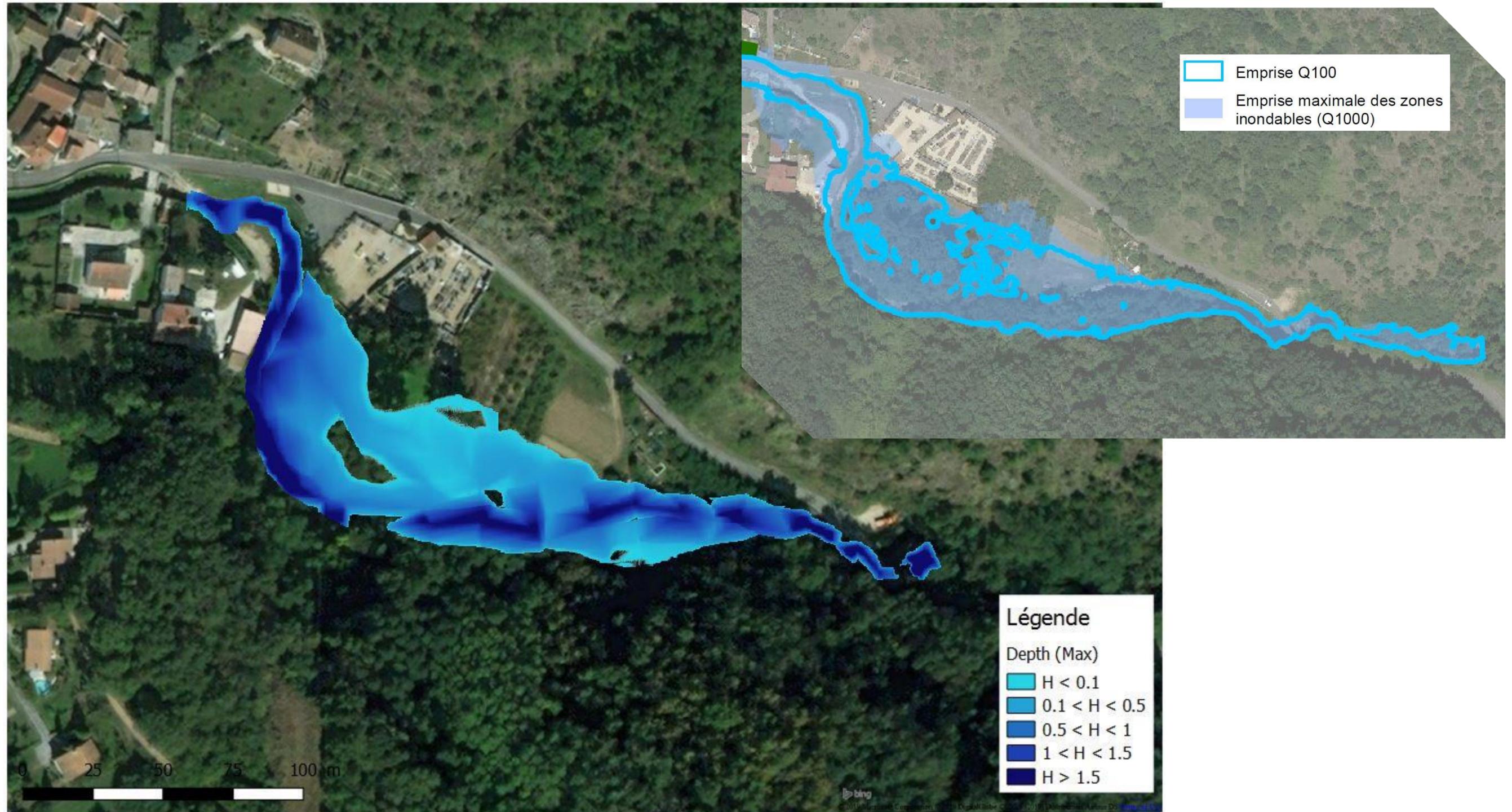
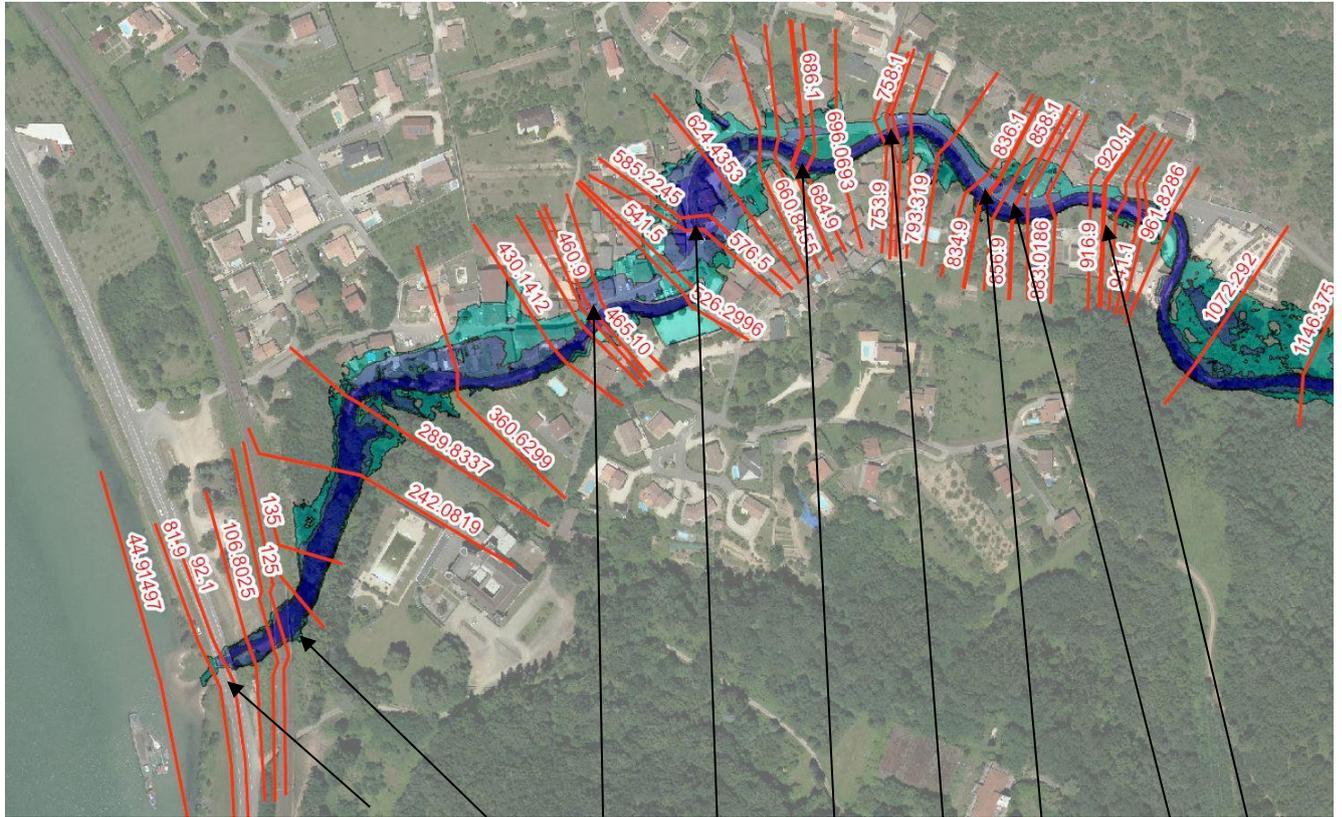


Figure 11 : Comparaison des modélisations ARTELIA 1D / HYDRETUDES 1D/2D -Etat initial – Hauteurs d'eau - Q100

3.3.2. Résultats secteur aval

Sur le secteur aval, les résultats des valeurs des hauteurs d'eau et des vitesses ont été comparées au niveau des ouvrages d'art afin de vérifier la capacité de ces derniers. Les valeurs comparatives sont présentées dans le tableau ci-dessous.



Différence de résultats modélisations ARTELIA (2016) - HYDRETTUES (2019)

Débits de référence	Numéro de pont	88	130	462	576	685.5	757	835.5	857	918
Q10	Hauteur	0	0	0	0	0	0	-0.09	-0.04	0
	Débit	0	0	0	0	0	0	-0.07	-0.07	-0.07
Q50	Hauteur	0	-0.1	0	0.01	0.01	0.01	-0.07	-0.05	-0.01
	Débit	0	0	0	-0.32	0	0	0.78	-0.27	-0.27
Q100	Hauteur	0	0	0	0	0	0.02	-0.01	-0.01	-0.03
	Débit	0	0	0	-0.24	0	0	0.09	-0.16	-0.41

Tableau 3 : Comparaison des capacités hydrauliques des ouvrages entre les modélisations ARTELIA 2016 ET HYDRETTUES 2019

Les résultats des valeurs des hauteurs d'eau et des vitesses pour les deux modélisations sont joints en annexe.

 **A noter**

Les résultats de la modélisation hydraulique réalisée dans le cadre de cette étude pour la crue centennale sont similaires aux résultats de l'étude de l'ACB d'ARTELIA 2016.

Le modèle hydraulique d'Hydrétudes est validé.

PARTIE 4. PROJET D'AMÉNAGEMENT

Le projet initial issu de l'ACB de 2016 prévoit la mise en place d'un piège à embâcles positionné à l'amont immédiat de la traversée urbaine de Ponsas dans l'objectif de garantir un fonctionnement optimum des ouvrages d'art existants plus en aval.

Le piège à embâcles est constitué par un alignement de pieux métalliques régulièrement espacés et positionnés sur une risberme abaissée en extrados du cours d'eau. Pour fixer la zone de débordement, il est nécessaire d'accentuer le coude de la rivière pour que l'extrados soit très marqué. La berge est abaissée en rive droite pour être inondable à partir de la crue décennale.

L'appui d'un géotechnicien est nécessaire afin de définir la section des pieux du piège à embâcles et les dispositions d'ancrages de ces derniers.

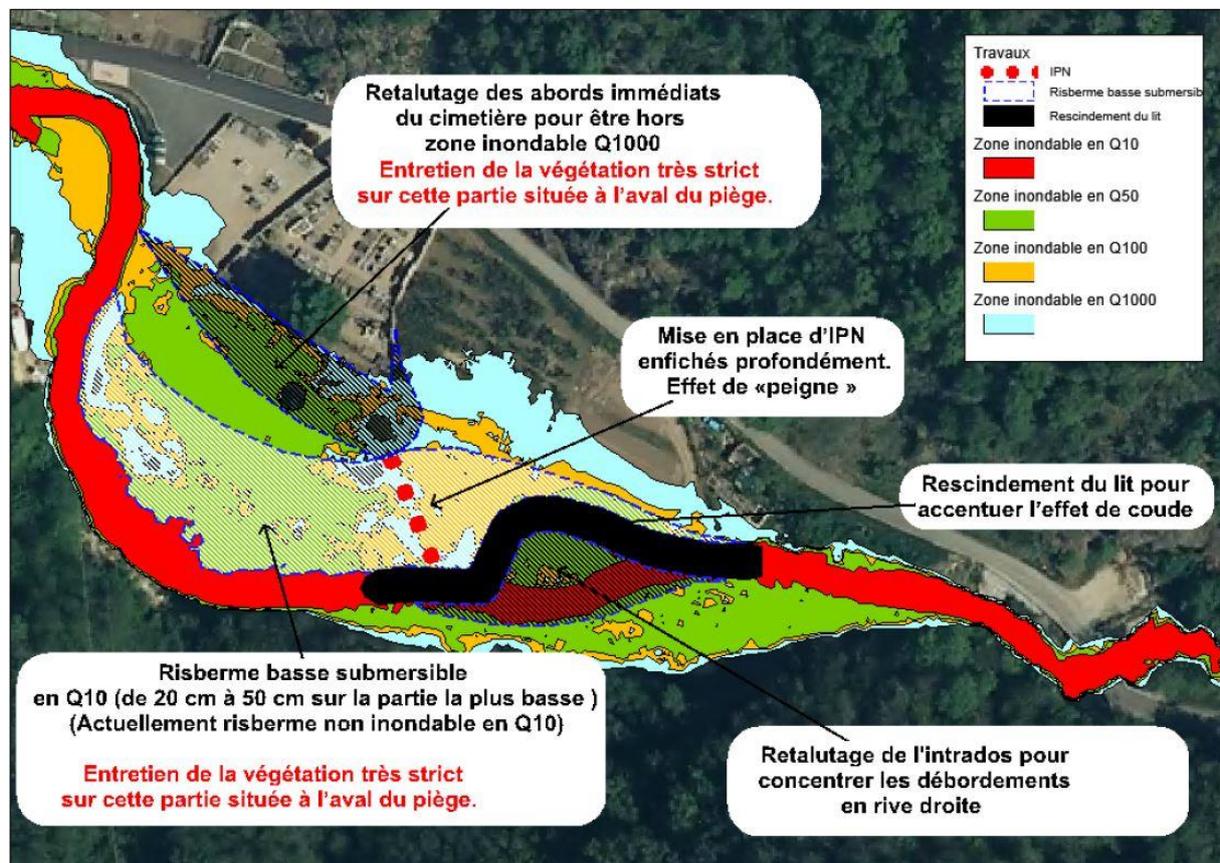


Figure 12 : Projet d'aménagement du piège à embâcles - Extrait étude ACB ARTELIA 2016

4.1. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

Le bureau d'étude SAGE Ingénierie a été mandaté pour réaliser une mission d'étude géotechnique jusqu'à la phase G2 PRO selon la classification de l'Union Syndicale Géotechnique. Cette étude doit permettre de dimensionner les profils métalliques du piège à embâcles et les dispositions nécessaires à assurer leur ancrage pour la crue d'occurrence centennale

Des reconnaissances géotechniques ont été effectuées au niveau de la zone pressentie pour l'implantation du piège :

- 1 sondage destructif avec essais pressiométriques, noté SP1 ;
- 2 sondages à la pelle mécanique, notés TP1 et TP2 ;
- 1 panneau électrique, noté PE1.

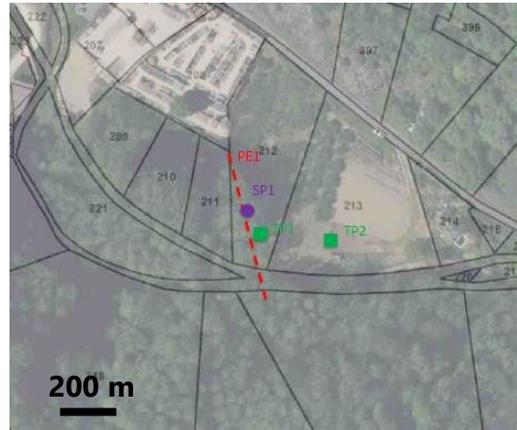


Figure 13 : Plan d'implantation des sondages-SAGE Ingénierie

Prof.	Cote NGF	Lithologie
0	0	
1	-1	Sable fin beige clair
2	-2	
3.00 m	-3	
4	-4	Alluvions sableuses brun-roux
5	-5	
6	-6	
7	-7	
8	-8	
9	-9	
10.00 m	-10	Rocher ou bloc

D'après les reconnaissances géotechniques, la lithologie rencontrée est la suivante :

- de 0 à 3.00 m : **Sable fin beige clair peu compact ;**
- de 3.00 à 10.00 m : **Galets et graviers dans matrice sableuse de couleur brun-roux, très compacts, saturés ;**
- de 10 à 10.10 m : Rocher ou blocs.

Après analyse de l'ensemble des données, il en ressort les principes constructifs suivants :

- Les talus de déblais définitifs exécutés dans des terrains à dominante sableuse devront être réalisés selon **une pente de 2H/1V maximum ;**
- L'ancrage devra être assuré au sein des alluvions sablo-graveleuses très compactes rencontrées **à partir de 3m/TN.**

4.2. AMENAGEMENT D'UN PIEGE A EMBACLES EN AMONT DE PONSAS (SECTEUR 1)

Sur le secteur en amont du bourg communal de Ponsas, les scénarios proposés sont les suivants :

- Scénario 1 - La création d'une zone débordement contrôlée et d'une risberme en rive droite sur laquelle est implanté un piège à embâcles ;
- Scénario 2 – Pour optimiser les volumes de terrassement et la longueur du piège à embâcles, la risberme est remplacée par un canal.

4.2.1. Scénario 1 : Piège à embâcles sur risberme

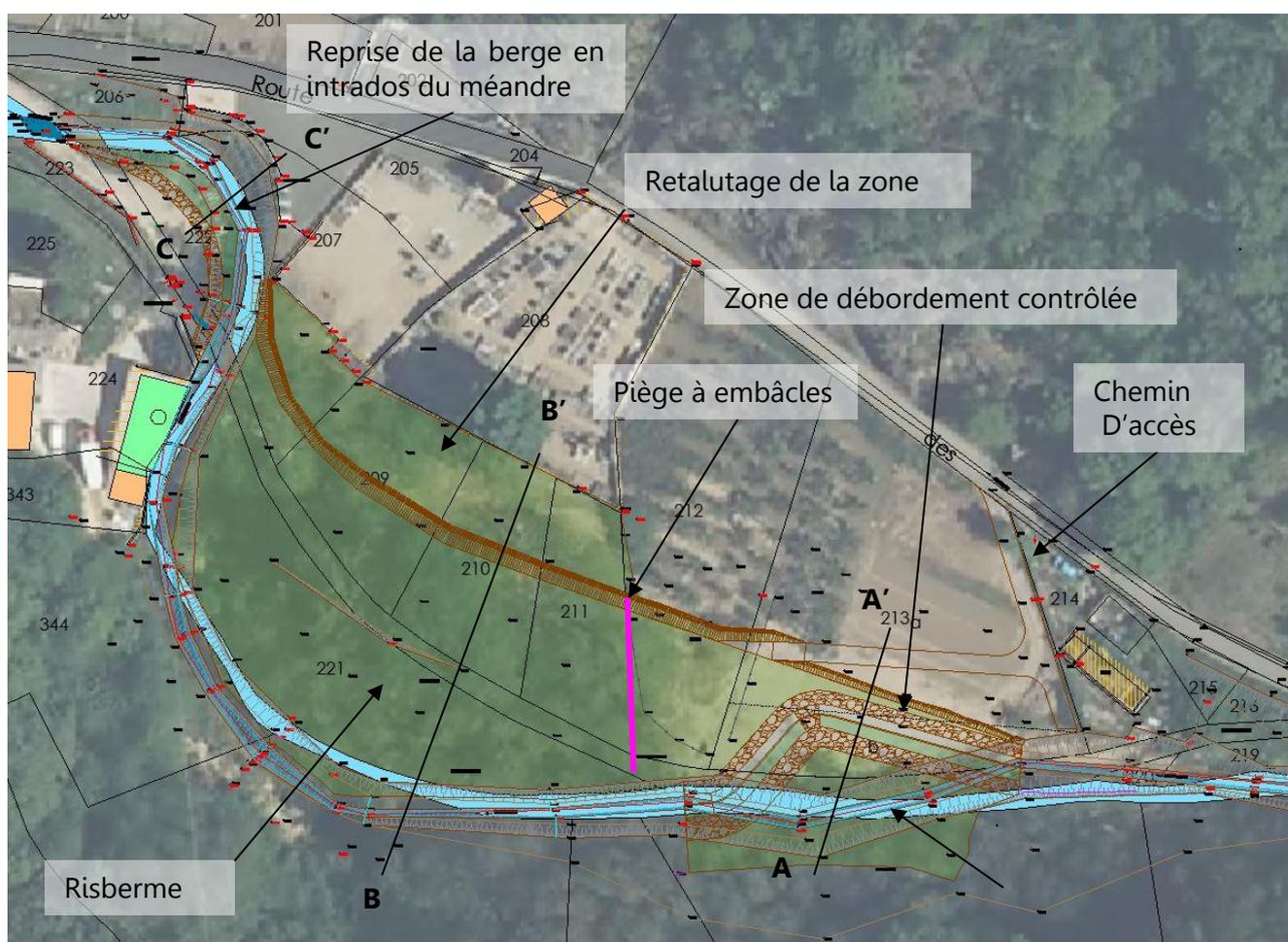
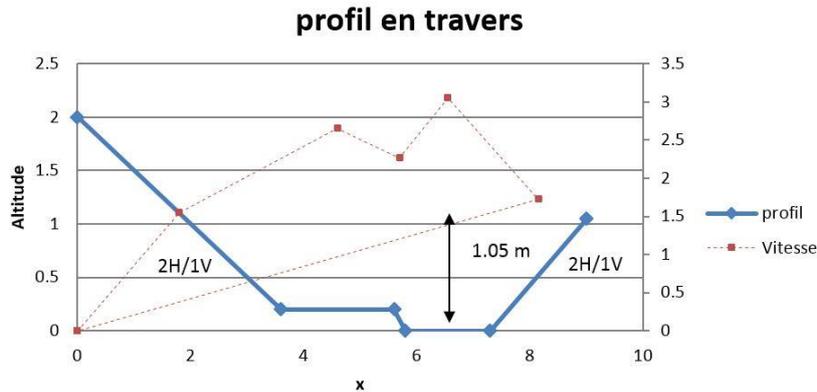


Figure 14 : Vue en plan de l'aménagement de la risberme - scénario 1

Zone de débordement contrôlée (coupe AA') :

Afin de contrôler le secteur où interviendront les débordements à partir de la crue décennale, il est proposé de dévoyer le lit mineur sur 60 ml pour former une « chicane » comportant deux coudes à angles serrés.

Sur l'ensemble du tronçon dévoyé, la berge en rive droite est abaissée afin de forcer les débordements sur l'extrados du premier coude. Le profil en travers de la section de contrôle est le suivant :



Le profil en travers de la section de contrôle est similaire au profil actuel du Riverolles sur le secteur.

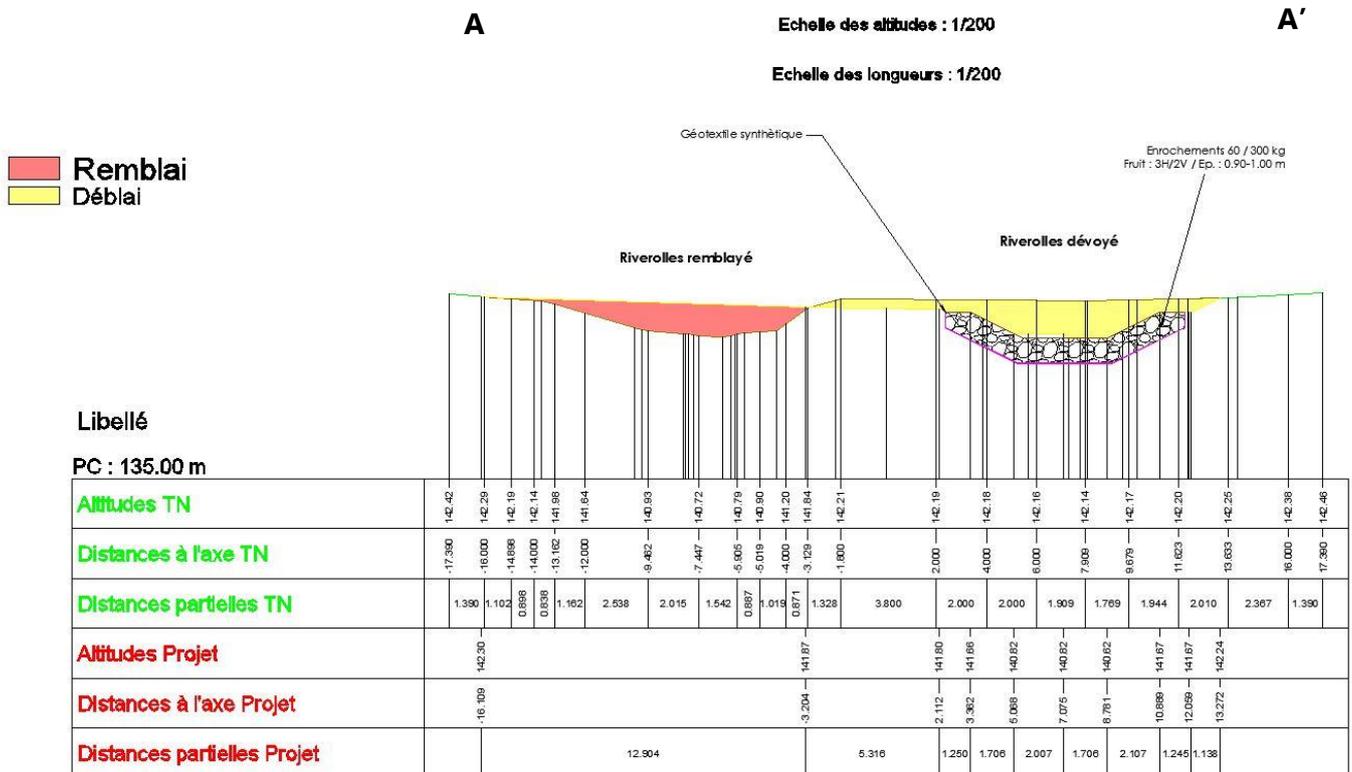


Figure 15 : Coupe en travers de la section de contrôle

Le fruit des berges en rives droite et gauche est de 2H/1V. Les berges seront protégées par un enrochement libre constitué de blocs 60/300 kg. Le sabot du seuil aval en enrochement devra avoir une profondeur de 1.30 m et une largeur de 1.90 m (voir dimensionnement des enrochements ci-dessous).

Les enrochements en crête de berge en rive droite pourront être éventuellement percolés au béton pour fixer la section de contrôle (à étudier en phase projet).

Risberme et remodelage de la zone (coupe BB')

La risberme est créée dans l'intrados du méandre en rive droite et nécessite le décapage d'une surface de 3650 m². La pente longitudinale est de -1.8 % (similaire à la pente du TN) et la pente latérale de -1 %.

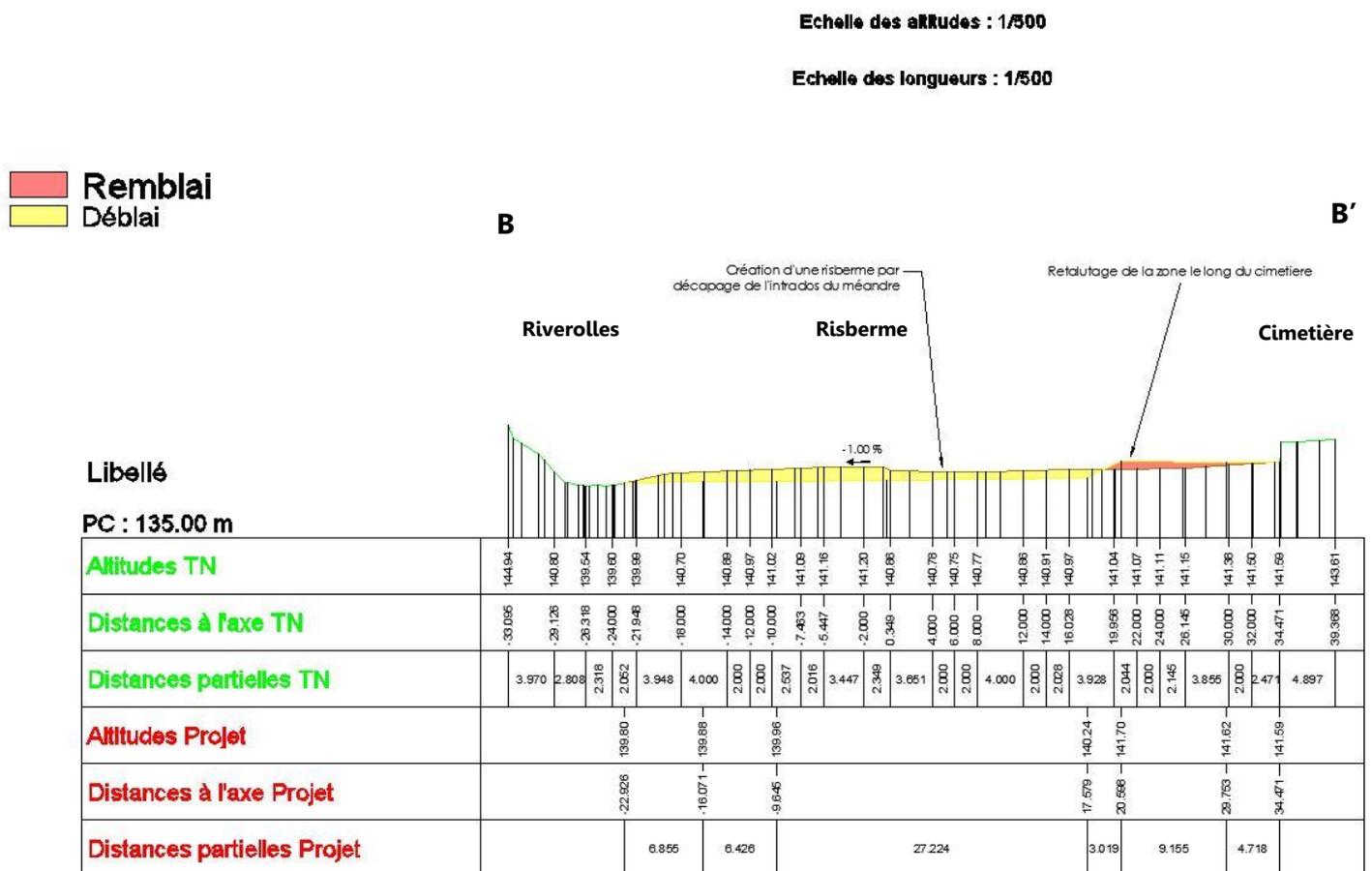


Figure 16 : Coupe en travers de la risberme

Afin de protéger le cimetière contre les écoulements, une bande de 1000 m² située le long du mur maçonné est retalutée à l'altitude du pied du mur.

Piège a embâcles

Le piège a embâcle sera constitué de pieux métalliques de diamètre 20 cm avec un espacement d'1.00 mètre entre chaque pieux. **Les pieux devront être ancrés d'1.00 m au minimum dans l'horizon de « Galets et graviers dans matrice sableuse de couleur brun-roux, très compacts ».**

Les pieux seront mis en œuvre de la manière suivante :

- Un forage/tubage (méthode ODEX) de Ø300 mm sera effectué à l'emplacement de chaque pieux ;
- Un coulis de béton sera injecté dans et en périphérie des pieux.

Les caractéristiques du piège à embâcles pour le scénario 1 sont les suivantes :

Caractéristiques du piège à embâcles	
Scénario 1- Risberme	
Longueur du piège	30 m
Altitude de risberme au droit du piège	140.85 m NGF / 140.93 m NGF
Caractéristique des pieux	
- Section	Circulaire
- Diamètre	0.20 m
- Largeur de l'Espacement	1.00 m
- Hauteur en surface	1.50 m
- Profondeur d'ancrage	4.00m
- Hauteur totale	5.50 m
Hauteur d'eau max.	0.40 m
Vitesse max.	3.40 m/s

Figure 17 : Caractéristiques du piège à embâcles - scénario 1

Reprise de l'intrados du méandre en aval du cimetière (coupe CC')

L'intrados du méandre sera repris dans la contraction entre le mur du cimetière et celui de l'habitation afin de faciliter les écoulements et réduire les débordements sur la partie amont.

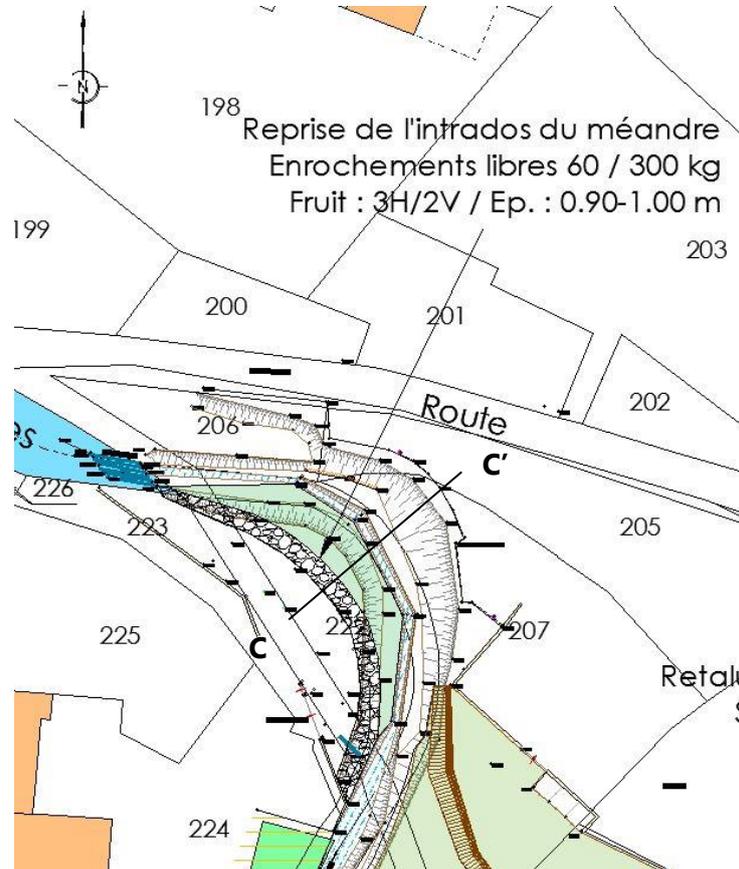


Figure 18 : Vue en plan du coude en aval de la zone d'implantation du piège à embâcles

La reprise de l'intrados du coude comprend :

- La création d'une risberme en rive gauche ;
- Le retalutage de la berge en 3H/2V ;
- La mise en œuvre d'enrochements libres 60/300 KG avec un fruit de 3H/2V y compris la bèche d'ancrage sur une profondeur de 1.30 m et une longueur de 1.90 m.

Le profil en travers type est présenté ci-dessous :

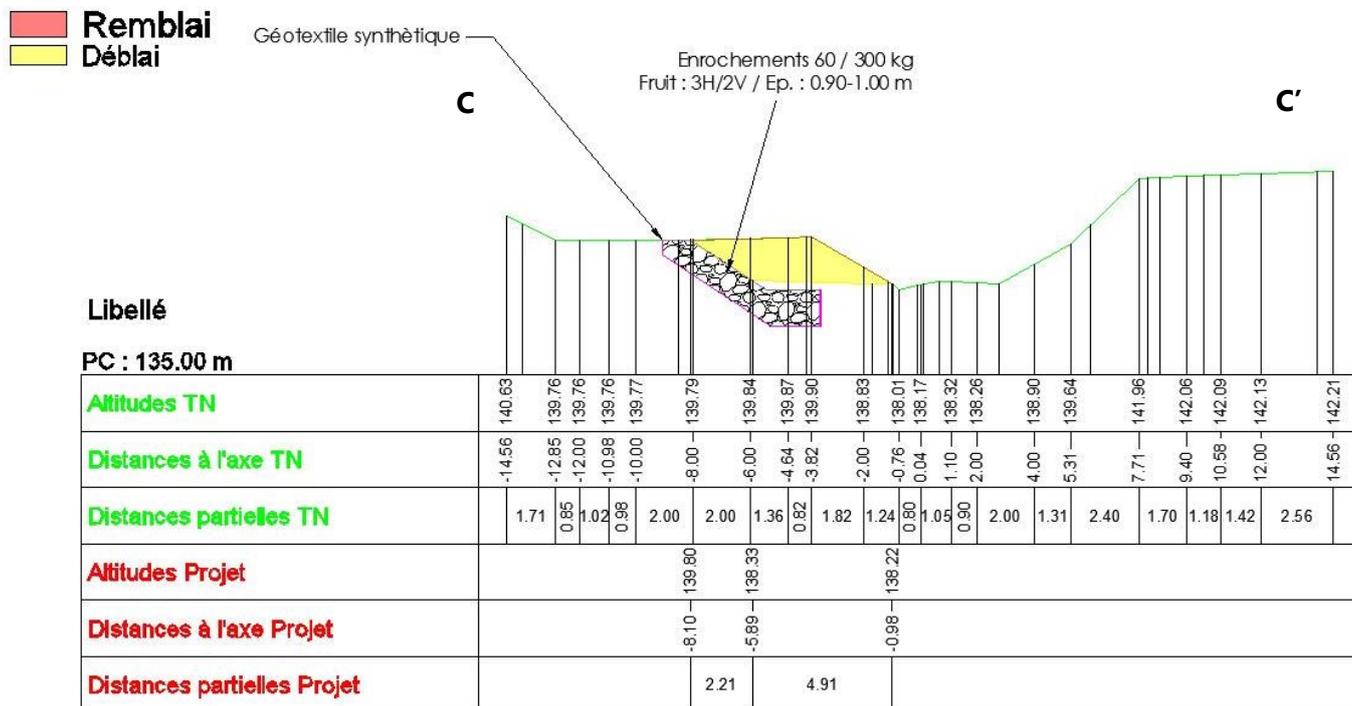


Figure 19 : Profil en travers de l'aménagement du coude en aval de la zone d'implantation du cimetière

Dimensionnement des enrochements

Les enrochements ont été dimensionnés en tenant compte des caractéristiques dimensionnelles et hydrauliques suivantes :

Caractéristiques hydrauliques Profil au droit du premier coude	
Débit de la crue de projet (Q100)	29 m ³ /s
Pente du profil en long	-0.94 %
Hauteur d'eau max. pour la crue de projet au niveau du profil	1.50 m
Vitesse max.	3.6 m/s

Tableau 4 : Caractéristiques du profil utilisées pour dimensionner les enrochements – secteur amont

Calcul de la blocométrie des enrochements en berge

La blocométrie des enrochements à mettre en œuvre sur le secteur est estimée à partir des formules du CEMAGREF et de LANE.

Formule CEMAGREF

$$D \geq \frac{A}{s-1} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

A=	1.2	Coefficient de turbulence
S=	2.7 t/m³	Densité du granite
V=	3.6 m/s	Vitesse maximale

Terme correctif, formule de LANE (pour enrochements en berge) :

$$\mu = \cos \theta \cdot \sqrt{1 - \frac{\text{tg}^2 \theta}{\text{tg}^2 \varphi}} = 0.774$$

Angle de pose	Θ	= 26.6°
Angle de frottement	φ	= 45°

D moyen calculé	0.45 m
D moyen retenu	0.50 m

Dimensions des blocs

Volume	0.065 m³
Poids	0.177 T

Terme correctif (pour enrochements sur seuil) :

$$\mu = \cos \theta \cdot \left(1 - \frac{\text{tg} \theta}{\text{tg} \varphi} \right) = 0.960$$

Angle d'inclinaison du seuil	1.6°	0.028 (en radian)
Angle de frottement entre alluvions et enrochements	35.0°	0.611 (en radian)

Formule CEMAGREF

$$D \geq \frac{A}{s-1} \cdot \frac{V^2}{2g}$$

A= **1.2** (coeff. de turbulence)

D moyen calculé	0.49 m
D moyen retenu	0.50 m

Dimensions des blocs

Volume	0.1 m3
Poids	177 kg

Nous proposons de retenir la même blocométrie pour la réalisation des protections de berge et des seuils en enrochements libres. Les ouvrages seront constitués de blocs 60/300 kg (classe normée) avec un poids moyen de 170-180 kg.

Profondeur d'affouillement :

La profondeur d'affouillement est calculée par la formule de Ramette. Celle-ci est préconisée dans le guide technique SETRA de juillet 2007 ; notons que le guide fait état d'ordre de grandeur sécuritaire des résultats de cette formule ;

$$P_a = 0,73 \left(\frac{Q}{L\sqrt{d_{50}}} \right)^{2/3} - Y_0$$

P_a = profondeur des fonds perturbés à débit Q (en m)

$q = Q/L$ débit liquide par unité de largeur L du lit mineur du cours d'eau (en m³/s)

d = diamètre moyen des sédiments (en mm) : ici nous retiendrons $d=20$ mm.

La profondeur théorique d'affouillement retenue est de 1.3 m. Le sabot des enrochements devra avoir une profondeur de 1.30 m et une largeur de 1.9 m.

4.2.2. Scénario 2 : Piège à embâcles sur le canal

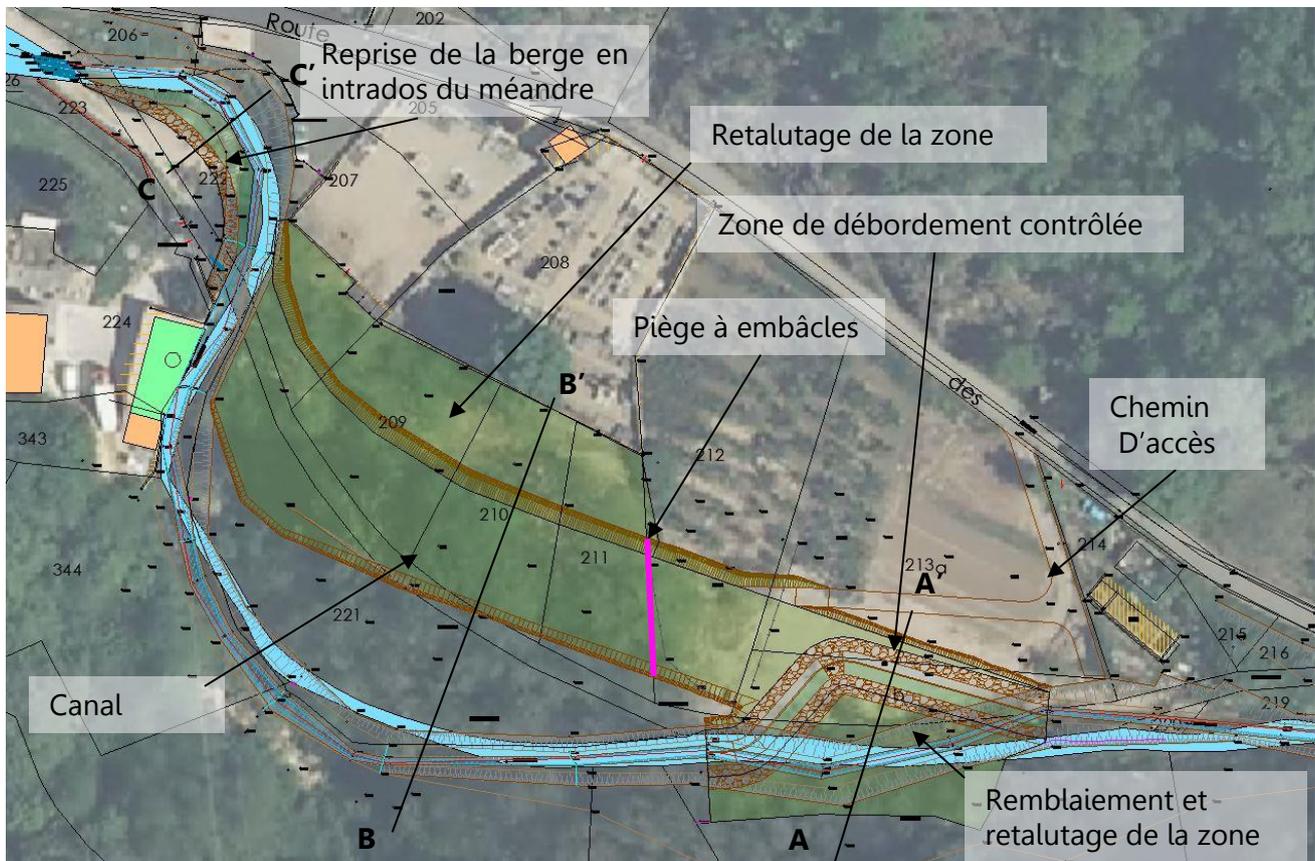


Figure 20 : Vue en plan de l'aménagement du canal - scénario 2

Dans ce scénario d'aménagement, la zone de débordement contrôlée est conservée et la risberme est remplacée par un canal enherbé. Les caractéristiques de la zone de débordements contrôlés et le dimensionnement des enrochements sont présentés dans le scénario 1 ci-dessus.

Canal et remodelage de la zone (coupe BB')

Le canal est créé dans l'intrados du méandre en rive droite sur une largeur de 16 m en fond, une profondeur moyenne de 1.00 m et une longueur de 110 ml. La surface nécessaire à sa réalisation est de 2200 m². La pente moyenne longitudinale est de -1.9 %.

Les caractéristiques du piège à embâcles pour le scénario 2 sont les suivantes :

Caractéristiques du piège à embâcles	
Scénario 2- Canal	
Longueur du piège	21 m
Altitude de risberme au droit du piège	140.74 m NGF / 140.85 m NGF
Caractéristique des pieux	
- Section	Circulaire
- Diamètre	0.20 m
- Largeur de l'Espacement	1.00 m
- Hauteur en surface	1.60 m
- Profondeur d'ancrage	4.00 m
- Hauteur totale	5.60 m
Hauteur d'eau max.	0.60 m
Vitesse max.	3.80 m/s

Figure 22 : Caractéristiques du piège à embâcles - scénario 2

4.3. PROTECTION DE BERGE SUR LE SECTEUR AVAL (SECTEUR 2)

Sur le secteur aval, les scénarios proposés sont :

- La mise en œuvre d'une protection de berge exclusivement en enrochement ;
- La mise en œuvre d'une protection de berge en génie végétale.

4.3.1. Scénario 1 : Protection en enrochements

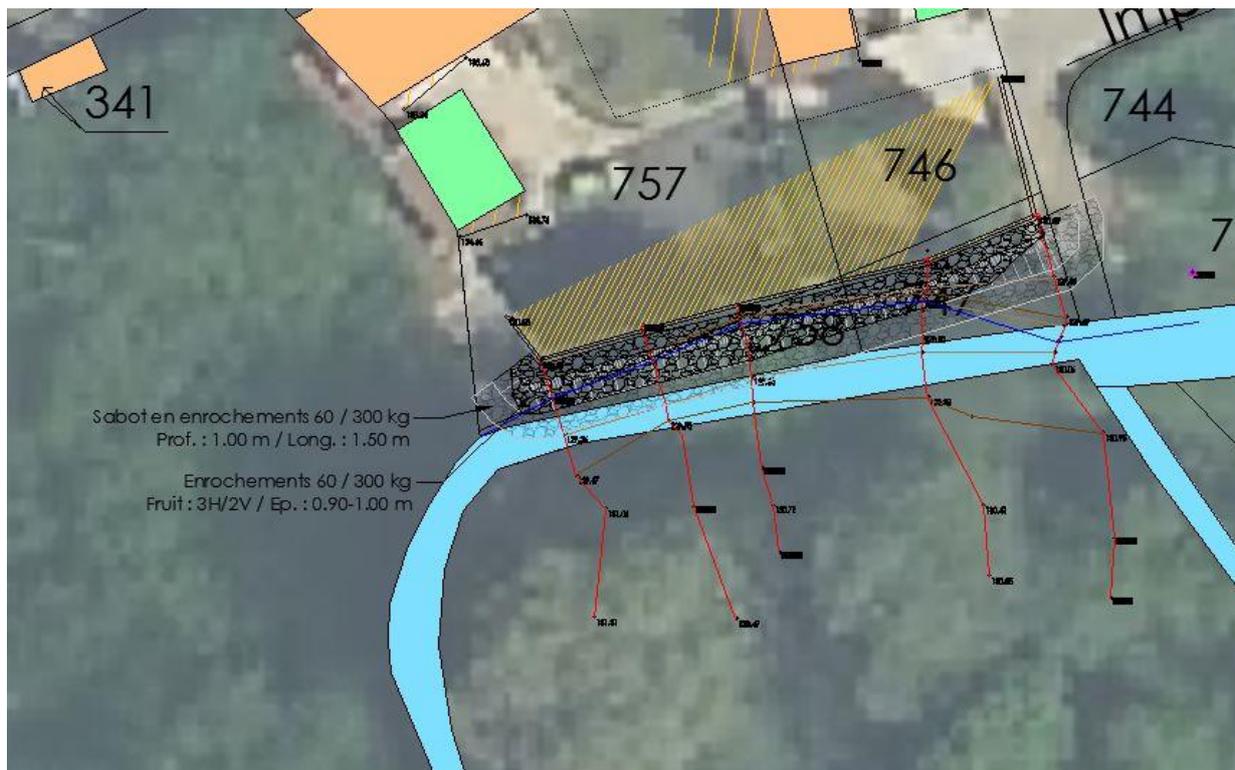


Figure 23 : Protection de la rive droite par un enrochement

Les enrochements ont été dimensionnés en tenant compte des caractéristiques dimensionnelles et hydrauliques suivantes :

Caractéristiques hydrauliques	
Débit de la crue de projet (Q100)	35.1 m ³ /s
Pente du profil en long	-1.03 %
Hauteur d'eau max. pour la crue de projet	1.99 m
Vitesse max.	1.8 m/s

Tableau 5 : Caractéristiques du profil utilisées pour dimensionner les enrochements – secteur aval

Calcul de la blocométrie des enrochements en berge

La blocométrie des enrochements à mettre en œuvre sur le secteur est estimée à partir des formules du CEMAGREF et de LANE.

De par les faibles vitesses et la faible pente, la blocométrie calculée est inférieure à 10 kg.

Pour des raisons de mise en œuvre, la blocométrie proposée est la classe de blocs 60 /300 KG en granite.

Les protections de berge en enrochements libres seront constituées de blocs 60/300 kg avec un poids moyens de 120 kg Pour les berges présentant un fruit supérieur à 3H/2V, les enrochements devront être liaisonnés au béton.

Profondeur d'affouillement :

La profondeur d'affouillement est calculée par la formule de Ramette. Celle-ci est préconisée dans le guide technique SETRA de juillet 2007 ; notons que le guide fait état d'ordre de grandeur sécuritaire des résultats de cette formule ;

$$P_a = 0,73 \left(\frac{Q}{L\sqrt{d_{50}}} \right)^{2/3} - Y_0$$

P_a = profondeur des fonds perturbés à débit Q (en m)

$q = Q/L$ débit liquide par unité de largeur L du lit mineur du cours d'eau (en m³/s)

d = diamètre moyen des sédiments (en mm) : ici nous retiendrons $d=20$ mm.

La profondeur théorique d'affouillement retenue est de 1.0 m. Le sabot des enrochements devra avoir une profondeur de 1.00 m et une largeur de 1.50 m.

Descriptif des ouvrages

Sur ce secteur, l'aménagement préconisé est le suivant :

- Dévoisement du lit d'étiage en rive gauche en conservant la pente actuelle ;
- Création d'un sabot en enrochements 60 /300 KG sur 35 ml, profondeur : 1.00 et largeur 1.50 m ;
- Création d'une protection de berge en enrochement 60/ 300 kg sur 35 ml avec un fruit de 3h/2V, sur une épaisseur de 0.90-1.00 m s ;
- Re-végétalisation de l'ensemble des surfaces remaniées par enherbement ;

La coupe type de l'aménagement est présentée ci-dessous :

LE RIVEROLLES

Profil en travers n°: 4

Echelle des longueurs : 1/100

Echelle des altitudes : 1/100

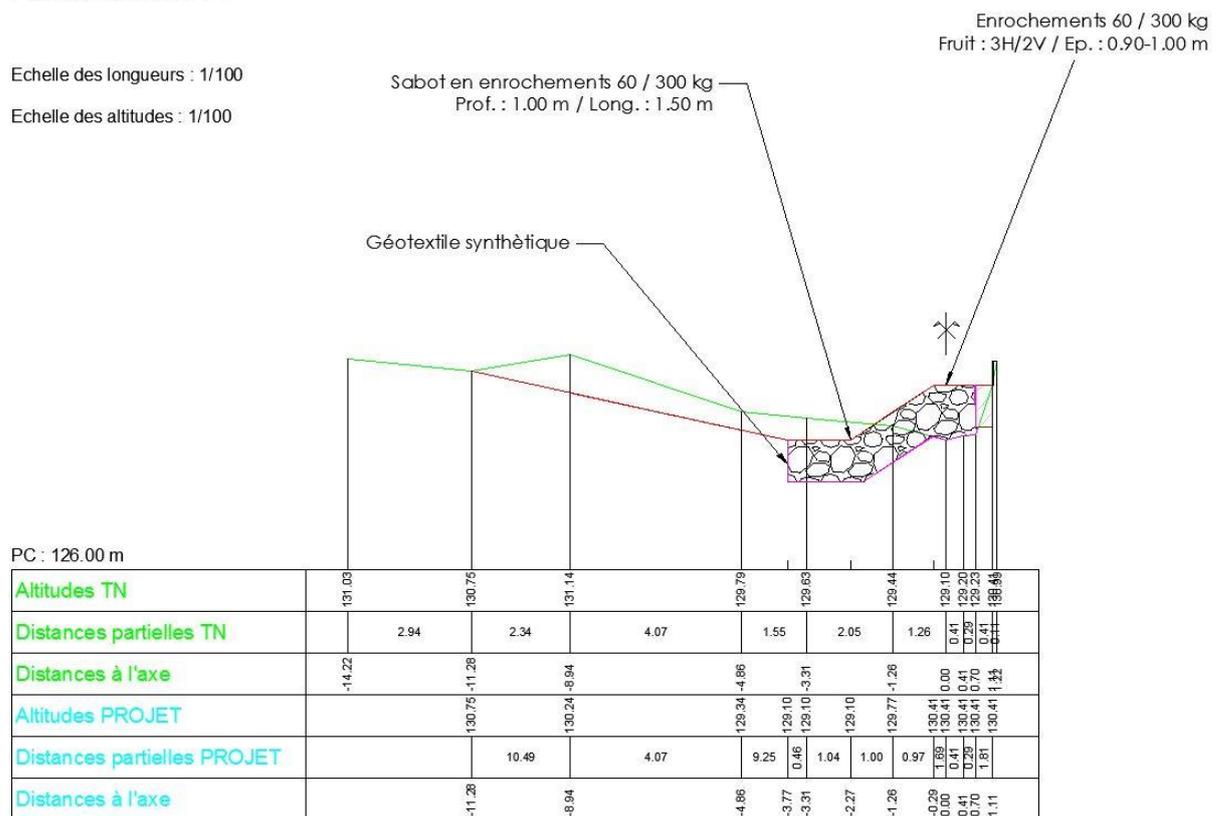


Figure 24 : Coupe type de la protection de berge en enrochement - secteur aval

4.3.2. Scénario 2 : Protection en techniques végétales

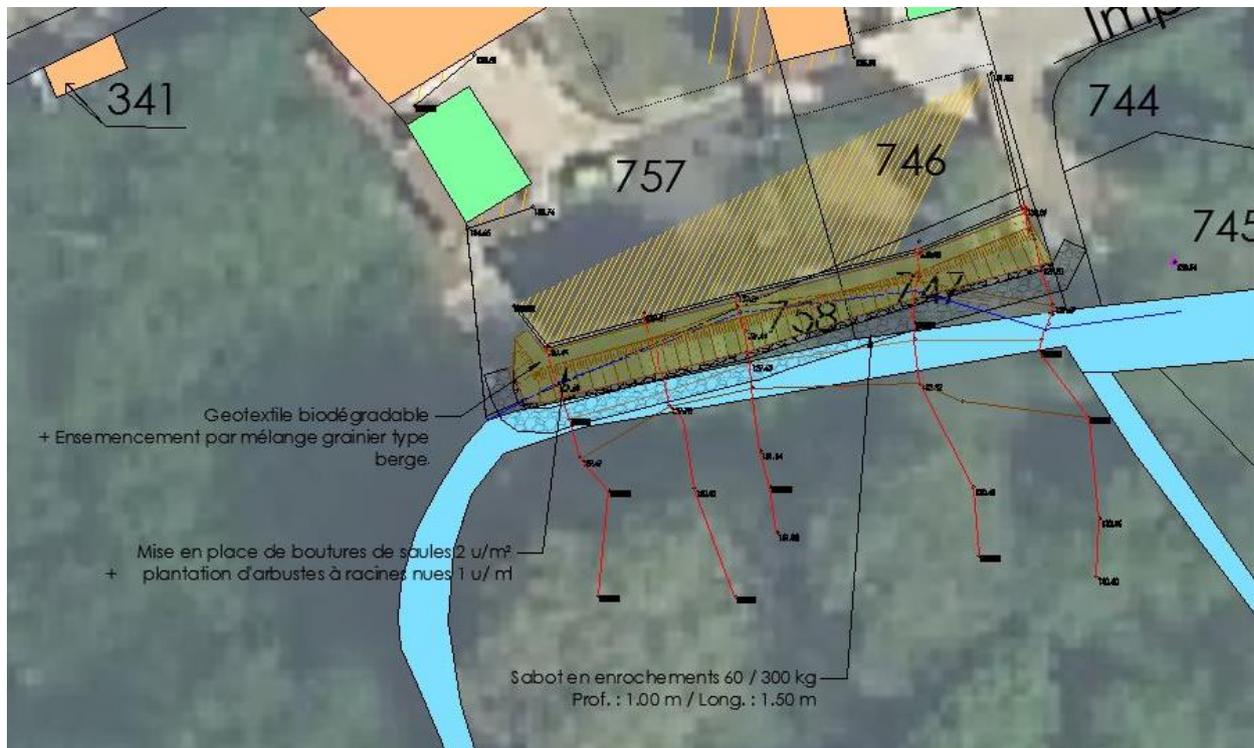


Figure 25 : Protection de berge en génie végétal et enrochement du pied de berge

Le choix et l'utilisation des techniques végétales sont conditionnées par l'estimation de la contrainte tractrice sur le secteur d'étude.

A partir des calculs hydrauliques précédents, nous pouvons calculer les contraintes tractrices dans le cours d'eau.

La contrainte tractrice sur le fond du lit s'estime à partir de la formule suivante (source Génialp 2014) :

$$\tau = \rho \cdot g \cdot R \cdot j$$

Où :

- τ = la contrainte tractrice ($\text{N} \cdot \text{m}^{-2}$) ;
- ρ = la masse volumique de l'eau ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) ;
- g = l'accélération de pesanteur ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$) ;
- R = le rayon hydraulique (m) ;
- j = la perte de charge linéaire (adimensionnel).

Cette valeur est ensuite pondérée suivant un coefficient de sinuosité :

- 1,1 : Peu sinueux
- 1,35 : Moyennement sinueux
- 1,7 : Très sinueux

La contrainte tractrice en berge est ensuite calculée à partir de la contrainte tractrice de fond pondérée et du terme correctif de la formule de Lane (voir enrochement) :

$$\tau_{\beta} = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \beta}{\sin^2 \varphi}} \times \tau$$

Où :

- τ_{β} = la contrainte tractrice critique sur une pente d'angle β avec l'horizontale (N.m^{-2}) ;
- φ = l'angle de frottement interne du sol (°) ;
- τ = la contrainte tractrice moyenne exercée par le fluide sur la paroi (N.m^{-2}).

Les valeurs des contraintes tractrices sur le secteur d'étude sont les suivantes :

Sinuosité	Contrainte tractrice de fond (N.m^{-2})	Contrainte tractrice critique (N.m^{-2})
Peu sinueux	49	74
Moyennement sinueux	60	90
Très sinueux	75	113

Tableau 6 : Valeurs des contraintes tractrices - Secteur aval

Sur le secteur aval, la valeur retenue de la contrainte tractrice critique en berge est de 90 N.m^{-2} .

Cette valeur de contrainte tractrice rend la mise en place de méthodes végétales possible si l'on suit l'abaque suivante qui rappelle les valeurs bibliographiques des contraintes admissibles pour des techniques végétales :

❶ Récapitulatif des valeurs limites de contraintes tractrices en fonction de l'âge. Les nouvelles valeurs limites sont en gras et les valeurs de rupture d'ouvrage sont soulignées. Les chiffres entre parenthèse renvoient aux références d'où sont issues les valeurs. Les lettres renvoient au cours d'eau concerné.

Techniques	Contrainte tractrice [N/m ²]					
	Moins de 1 an après la réalisation	1 à 2 ans après la réalisation	3 à 4 ans après la réalisation	5 à 6 ans après la réalisation	3 à 4 ans après la réalisation	9 ans et plus après la réalisation
Plantation d'hélophytes	5 ⁽⁸⁾		30 ⁽⁸⁾			
Ensemencement	20 ⁽²⁾	30 ⁽²⁾	100 ⁽⁶⁾			
Fascine d'hélophytes	30 ⁽⁸⁾	30 ⁽²⁾	60 ⁽⁸⁾			
Clayonnage et tressage	10 ^{(2) (8)}	120 ⁽⁹⁾	120 ^{(1) (5) (9)}			
Bouture	75 ⁽⁷⁾	150 ⁽¹⁾	165 ⁽¹⁾			
Saule jeune (moins de 2 ans)	100 ⁽⁴⁾		140 ⁽⁷⁾			800 (20 ans) ⁽⁷⁾
Lit de plants et plançons jusqu'en pied de berge	108 ^(h)	134 ^(h)	150 ^(h)			
Lit de plants et plançons avec fascine de saule en pied de berge	141 ⁽ⁱ⁾	172 ⁽ⁱ⁾	116 ^(f) (rupture fascine)			
Lit de plants et plançons avec enrochement en pied de berge	196 ^(b) ; 37 ^(k)	204 ^(b)	212 ^(b)			77 ^(a)
Fascine de saule en pied de berge	141 ⁽ⁱ⁾ ; 50 ^(k)	240 ⁽⁹⁾ ; 116 ^(f)	> 300 ⁽⁷⁾			98 ^(a)
Couche de branches à rejets avec enrochement en pied de berge	244 ^(c)	300 ^{(2) (7) (9)}	450 ⁽²⁾	51 ^(a)		
Caisson en bois végétalisé	500 ⁽²⁾	600 ⁽²⁾	600 ⁽²⁾	153 ^(g)	109 ^(d) ; 381 ⁽ⁱ⁾	98 ^(a)
Enrochement végétalisé	200 ⁽⁸⁾	300 ⁽²⁾	350 ⁽²⁾			
Enrochement nu	250 ⁽⁸⁾	250 ⁽⁸⁾	250 ⁽⁸⁾			

1 : (Faber, 2004) ; 2 : (Venti *et al.*, 2003) ; 3 : (Florineth, 1982, 1995) ; 4 : (Adam *et al.*, 2008) ; 5 : (Gerstgraser, 1998) ; 6 : (Witzig, 1970) ; 7 : (Lachat, 1994) ; 8 : (Schiechl et Stern, 1996) ; 9 : (Gerstgraser, 2000).

a : Arve ; b : Avançon d'Anzeindaz ; c : Bens ; d : Dadon ; e : Gelon ; f : Guiers vif ; g : Néphaz ; h : Pamphiot ; i : Petite Gryonne ; j : Volane ; k : Isère.

Tableau 7 : Contraintes tractrices limites en fonction de l'âge - Extrait Science Eaux & Territoires, La revue d'IRSTEA 2016

Sur le secteur aval, la protection de berge en génie végétal sera une protection mixte constituée :

- d'un enrochement en pied de berge 60/300 kg anti-affouillement ;
- De boutures de saule plantées au travers d'un géotextile biodégradable coco sur la partie supérieure ;
- De plants d'arbustes à racines nues sur le haut de berge.

Descriptif des ouvrages

Sur ce secteur, l'aménagement préconisé est le suivant :

- Dévoisement du lit d'étiage en rive gauche en conservant la pente actuelle ;
- Création d'un sabot en enrochements 60 /300 KG sur 40 ml, profondeur : 1.00 et largeur 1.50 m ;
- Retalutage de la berge en 2H/1V, mise en œuvre de géotextile biodégradable 900 gr/m² ;
- Plantation de boutures de saules à 2-3 unités / m² ;
- Plantation d'espèces ligneuses en haut de berge à 1 unité / ml ;
- Re-végétalisation de l'ensemble des surfaces remaniées par mélange grainier adapté;

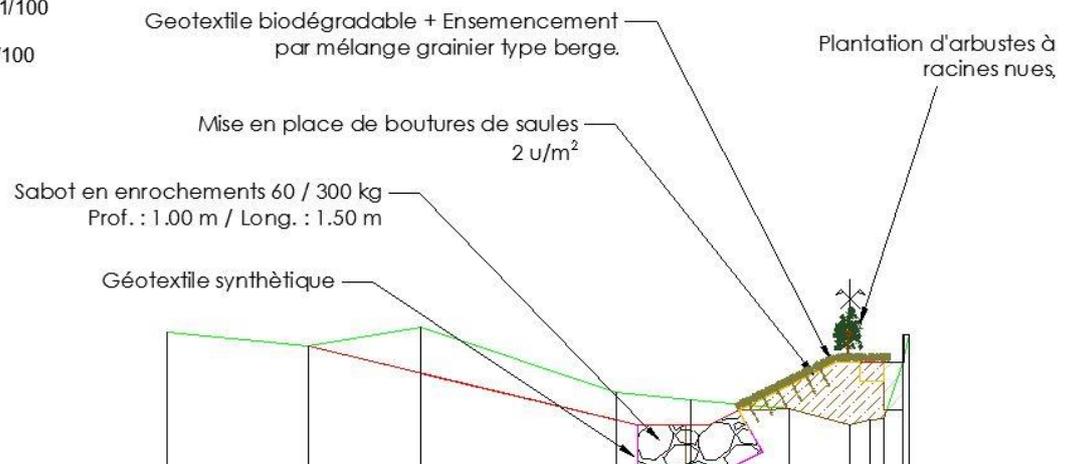
La coupe type de l'aménagement est présentée ci-dessous :

LE RIVEROLLES

Profil en travers n°: 4

Echelle des longueurs : 1/100

Echelle des altitudes : 1/100



PC : 126.00 m

Altitudes TN	131.03	130.75	131.14	129.79	129.63	129.44	129.10	129.20	129.23	129.46
Distances partielles TN		2.94	2.34	4.07	1.55	2.05	1.26	0.41	0.29	0.41
Distances à l'axe	-14.22	-11.28	-8.94	-4.86	-3.31	-1.26	0.00	0.41	0.70	1.11
Altitudes PROJET		130.75	130.19	129.20	129.10	129.63	130.41	130.41	130.41	130.41
Distances partielles PROJET			10.49	4.07	8.59	1.11	1.66	0.97	1.69	0.41
Distances à l'axe		-11.28	-8.94	-4.86	-4.42	-3.31	-2.52	-1.26	0.29	0.41

Le sabot en enrochement pourra être remplacé par une fascine de Saules sur 40 ml.

La fascine de Saules sera constituée :

- D'un double alignement en quinconce de pieux bois, battus mécaniquement, Ø 8-12 cm, longueur > 1.5 m, espacement entre pieux de 60 cm, espacement entre alignements de 40 cm ;
- D'un empilement de branches de saules et de matériaux terreux positionné entre les pieux et fixé au moyen de fil de fer recuit (Ø > 3 mm). Le branches de saules de (Ø 2-4 cm, longueur > 2.00m, 25 pces/ml) seront capables de rejeter.

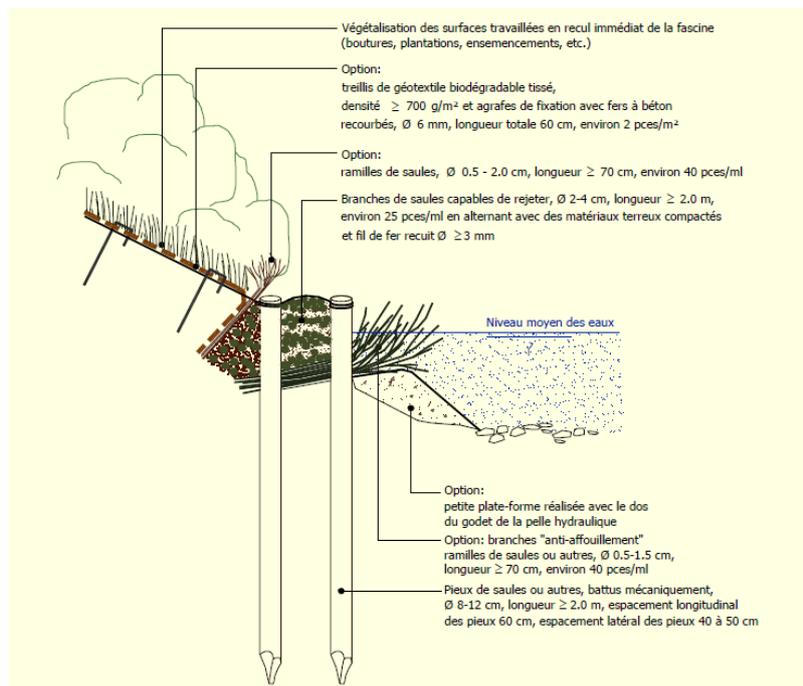


Figure 26 : Coupe type d'une fascine de Saules - Formation ATGE 2018

Le Riverolles est un cours d'eau non pérenne. Il conviendra donc de choisir les espèces de saules les moins gourmandes en eau (Salix elaeagnos, Salix Purpurea, Salix caprea)

PARTIE 5.IMPACTS HYDRAULIQUES DU PROJET

L'état initial et les scénarios d'aménagement ont été modélisés pour la crue centennale.

Pour l'ensemble des modélisations hydrauliques, le portail du nouveau cimetière a été remplacé par un mur.



Figure 27 : Localisation du portail du cimetière à supprimer

Les modélisations des scénarios d'aménagement comprennent l'obstruction totale du piège à embâcles sur 30 % de la longueur.

Les résultats des modélisations pour la crue centennale sont présentés en page suivante.

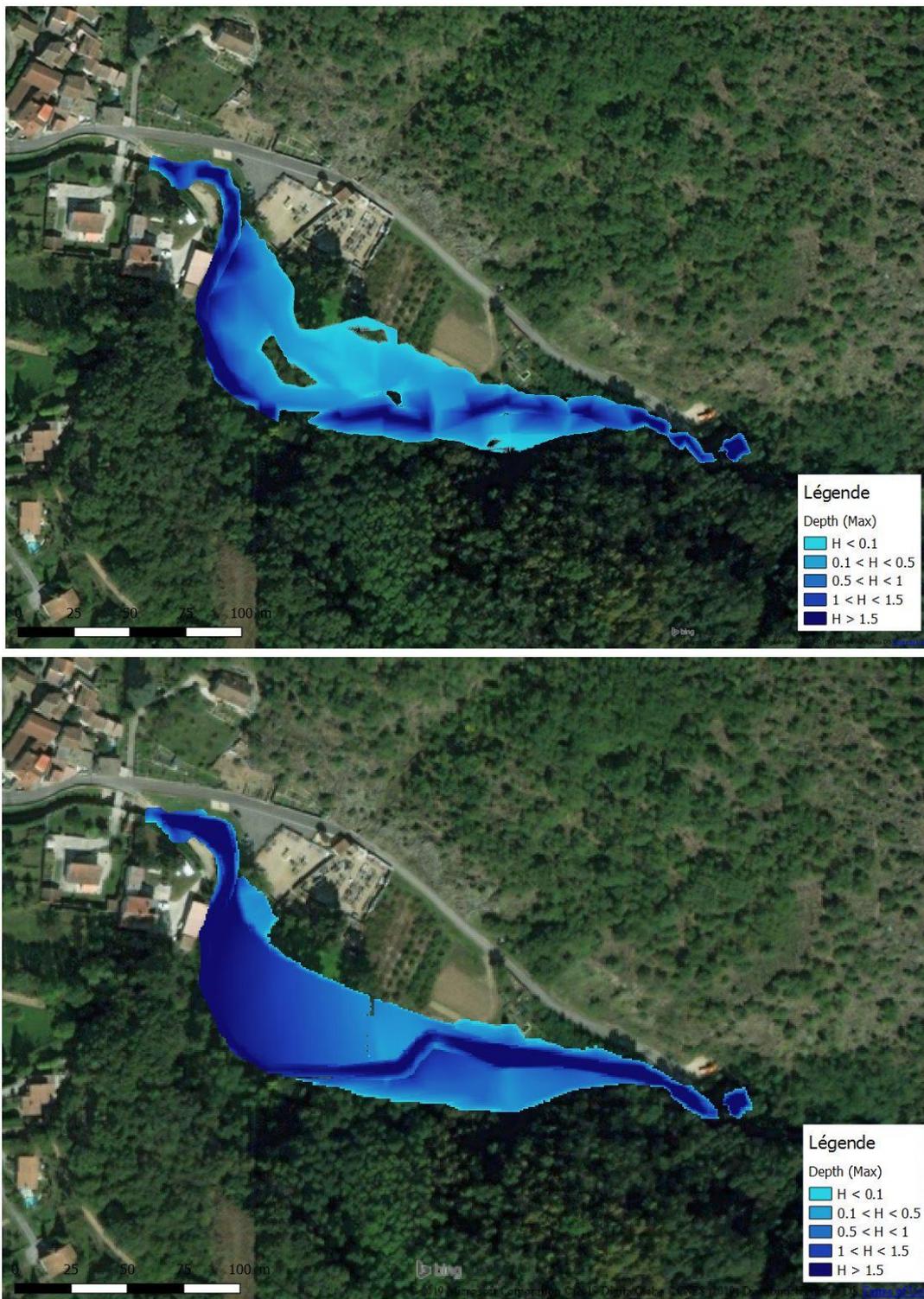
Scénario 1 : Piège à embâcles sur risberme

Figure 28 : Modélisation hydrauliques Projet Risberme - Hauteurs d'eau pour Q100

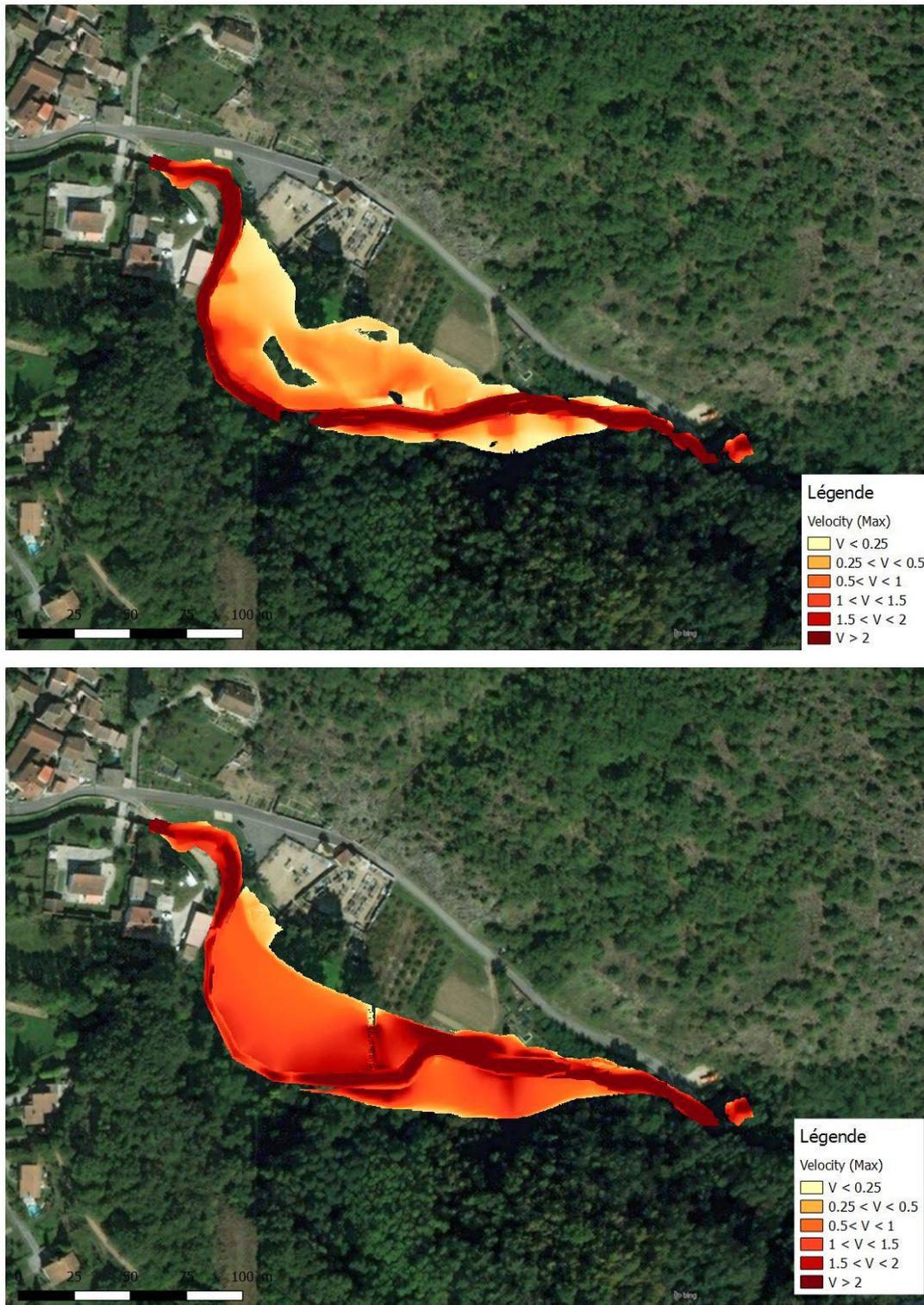


Figure 29 : Modélisation hydrauliques Projet Risberme - Vitesses pour Q100

Les débordements en phase projet sont similaires aux débordements à l'état initial. On note une légère réduction des débordements en rive droite au niveau du cimetière.

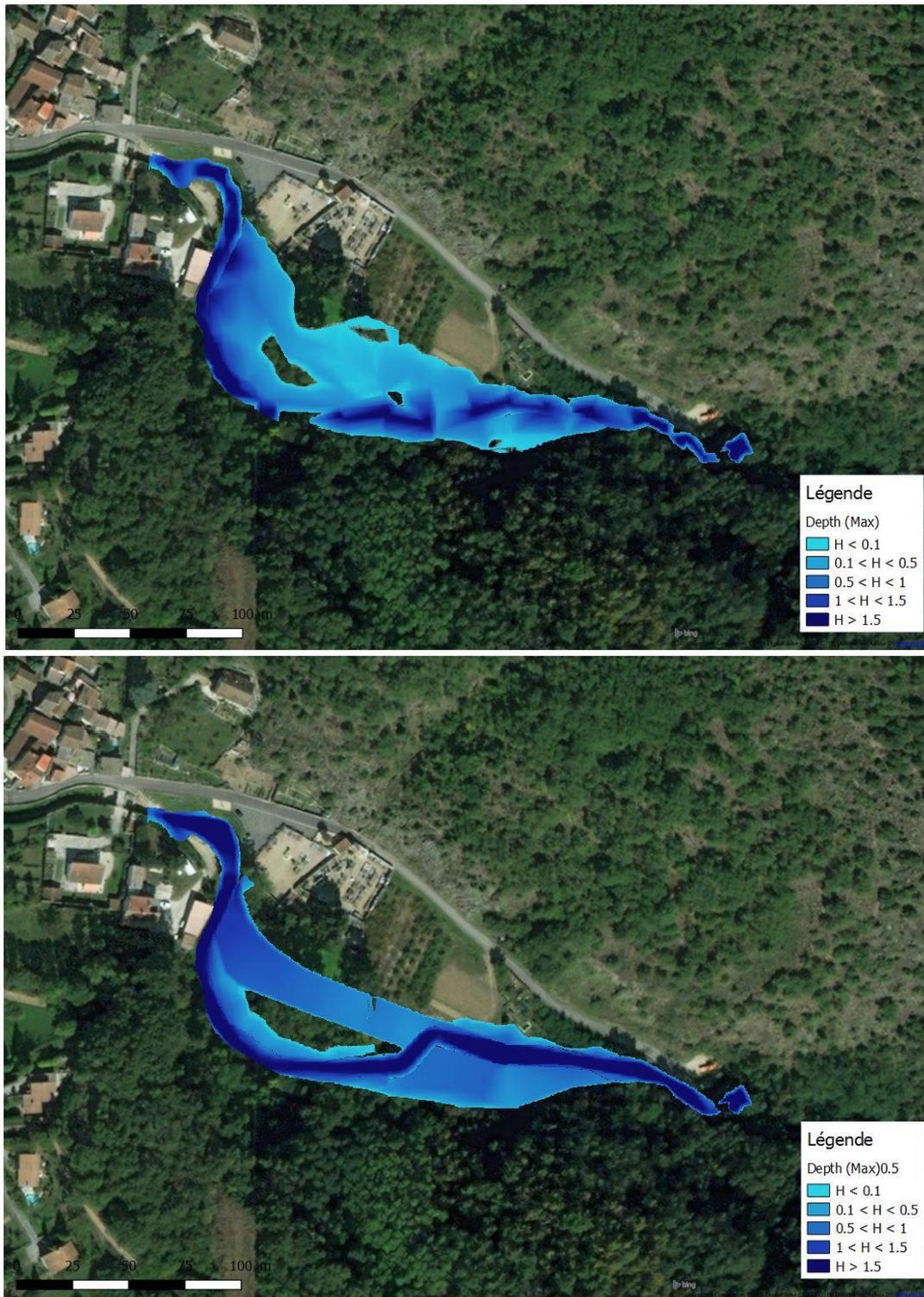
Scénario 2 : Piège à embâcles sur canal

Figure 30 : Modélisation hydrauliques Projet canal - Hauteurs d'eau pour Q100

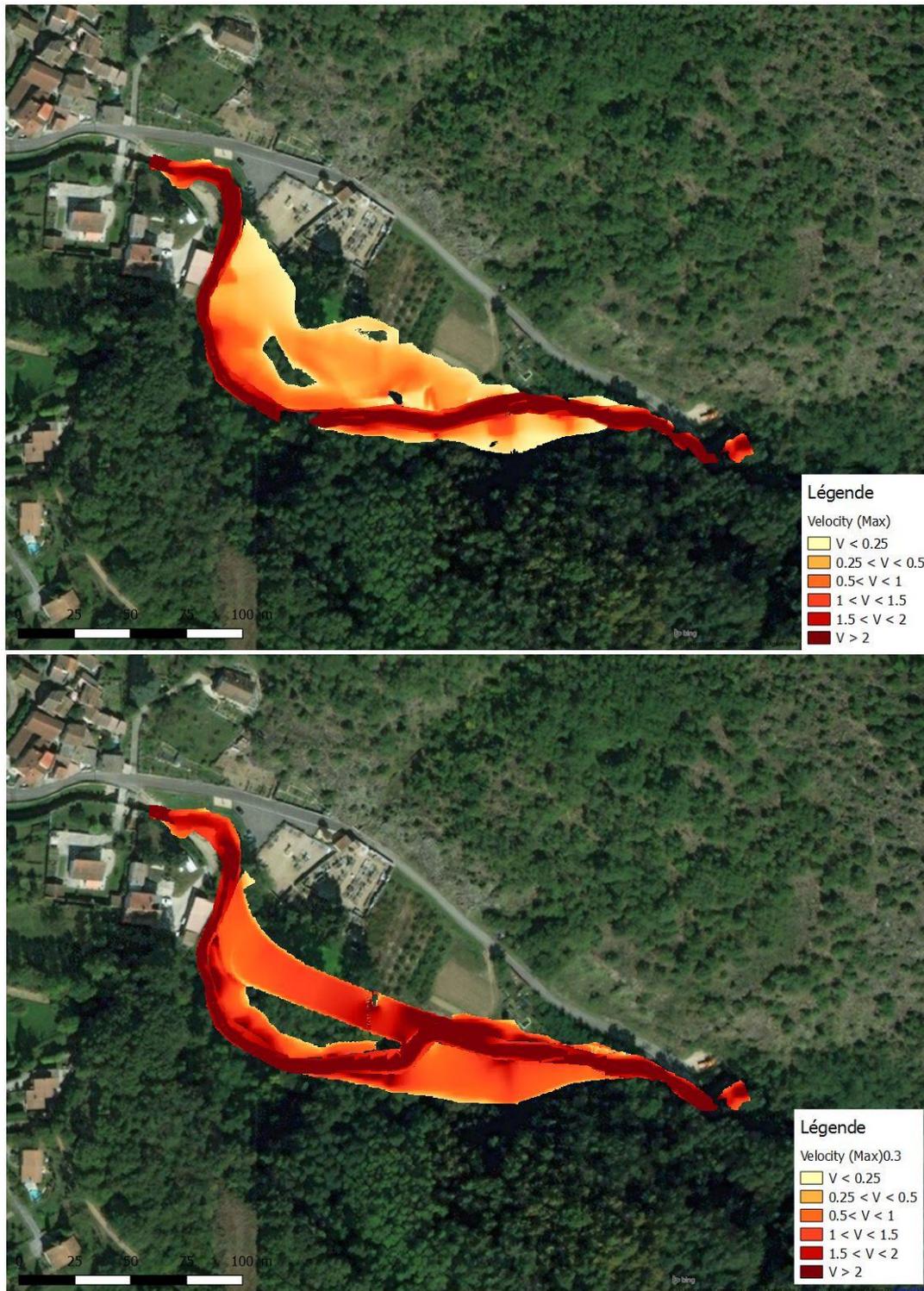


Figure 31 : Modélisation hydrauliques Projet Canal - Vitesses pour Q100

Les débordements en phase projet sont réduits par rapport aux débordements à l'état initial. On note une forte réduction des débordements en rive droite au niveau du cimetière.

Hydrogramme en sortie du modèle 1D/2D amont

Les hydrogrammes en sortie du modèle 1D/2D pour l'état initial et les deux scénarios d'aménagement sont représentés ci-dessous :

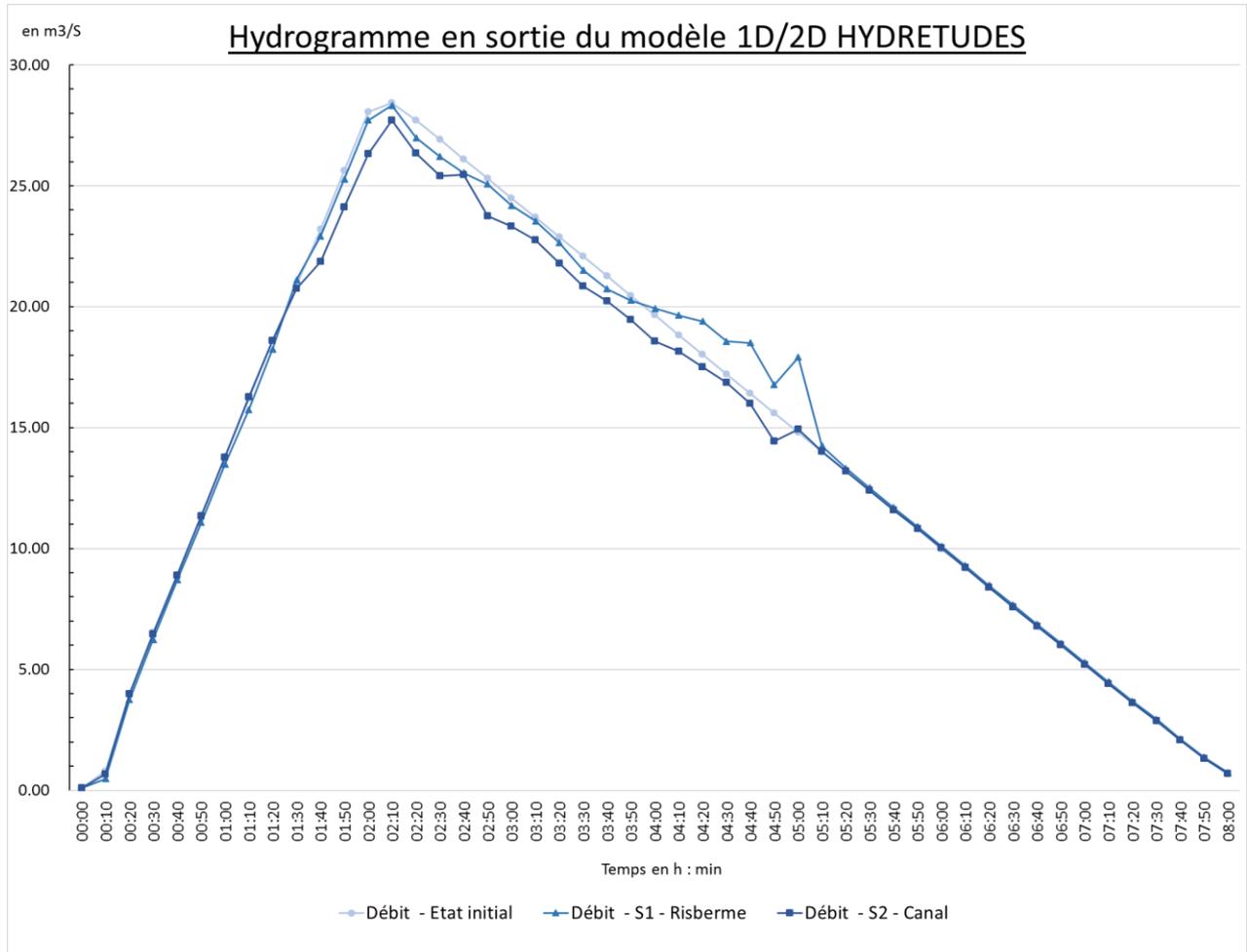


Figure 32 : Hydrogrammes en sortie du modèle 1D/2D amont -Q100 - 30 % d'obstruction du piège

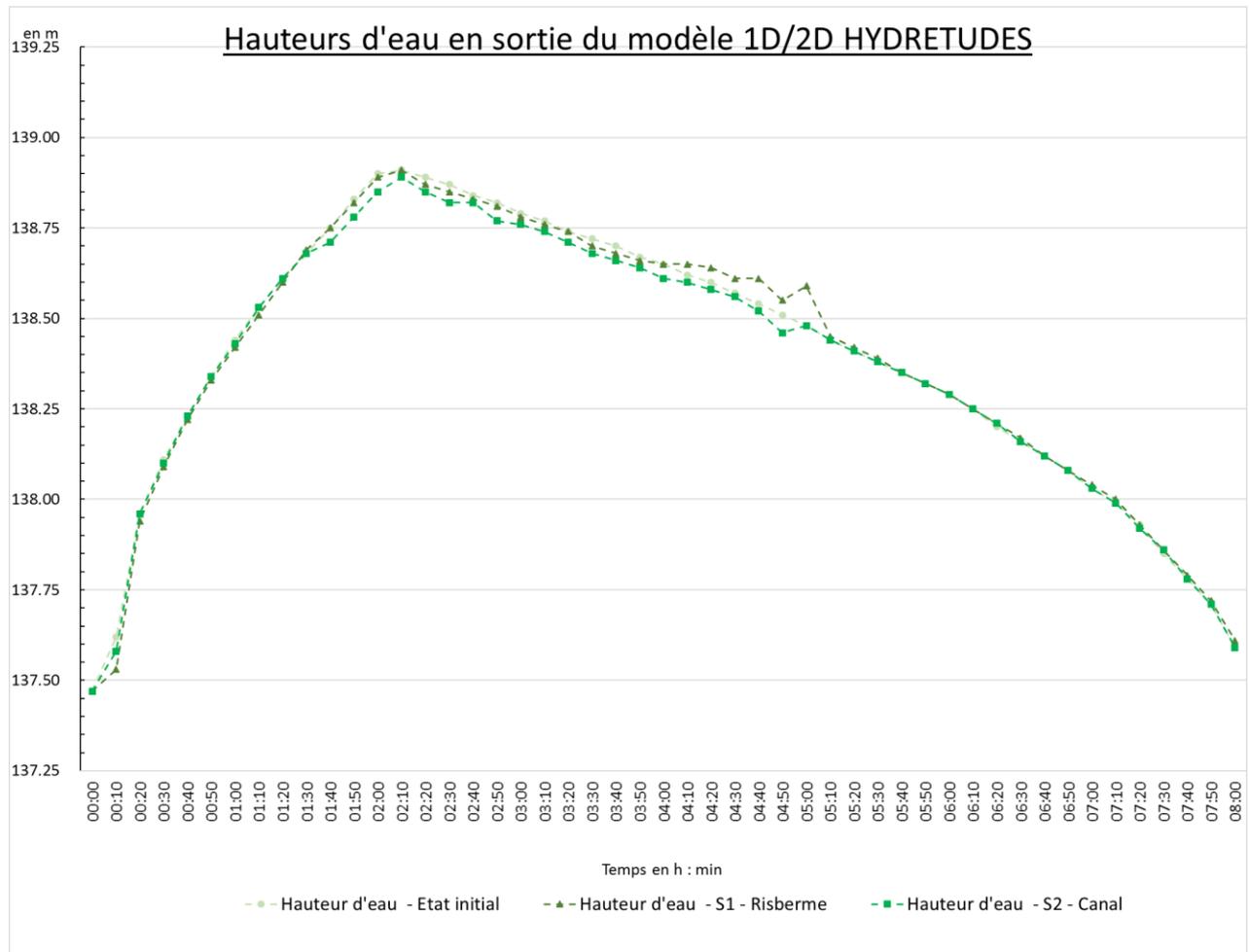


Figure 33 : Hauteurs d'eau en sortie du modèle 1D/2D amont -Q100 - 30 % d'obstruction du piège

Pour rappel, l'hydrogramme pour la crue d'occurrence centennale en sortie du modèle 1D/2D (Hydrétudes, 2019) est injecté en amont du modèle 1D (ARTELIA 2016) pour l'état initial et chaque scénario d'aménagement.

On peut constater les éléments suivants :

- Les hydrogrammes pour les différents états sont similaires ;
- Pour le scénario 1 « Risberme », les valeurs de débits et de hauteurs d'eau sont plus faibles (Etat initial : 28.42 m³/s / Scénario 1 : 28.32 m³/s) au niveau du pic de crue mais légèrement supérieur en décrue ;
- Pour le scénario 2 « Canal », les valeurs de débits et de hauteurs d'eau sont globalement plus faibles que les valeurs de l'état initial (Pic de crue à l'Etat initial : 28.42 m³/s / Scénario 2 : 27.7 m³/s);

De par la nature de l'aménagement et la faible longueur du linéaire aménagé, l'aménagement d'un piège à embâcles n'impactera pas les écoulements sur la partie aval.

PARTIE 6. CHIFFRAGE ESTIMATIF DES TRAVAUX

Le tableau ci-dessous présente, pour chaque secteur, le chiffrage estimatif des travaux. Le détail des prix est donné en annexe. **Les prix utilisés se situent dans des fourchettes normales à hautes établies à la date de rédaction du présent rapport. Aucune visibilité concernant l'évolution des prix n'est assurée.**

Pour rappel, le pré-chiffrage des travaux au stade de l'étude de faisabilité s'élevait à 270 000 euros H.T.

Nous prendrons alors en considération le coût d'objectif suivant :

Chiffrages estimatifs Secteur Amont Piège à embâcles		
Libellé	Scénario 1 Piège à embâcles Sur risberme	Scénario 2 Piège à embâcles Sur canal
1- Travaux préparatoires	92 900.00 € H.T.	77 900.00 € H.T.
2- Terrassements	85 300.00 € H.T.	58 500.00 € H.T.
3- Géotextiles et Geosynthétiques	1 900.00 € H.T.	1 900.00 € H.T.
4- Enrochements	43 500.00 € H.T.	43 500.00 € H.T.
5- Techniques végétales	14 800.00 € H.T.	11 500.00 € H.T.
6- Génie civil - Béton	6 000.00 € H.T.	6 000.00 € H.T.
7- Ouvrages spéciaux – Piège à embâcles	40 000.00 € H.T.	30 000.00 € H.T.
8- Dossier des ouvrages exécutés	1 000.00 € H.T.	1 000.00 € H.T.
Total H.T.	285 400 € H.T.	230 300.00 € H.T.
Imprévus 10%	28 540.00 €	23 030.00 €
Total H.T.	313 940 € H.T.	253 330 € H.T.
T.V.A. 20.00 %	62 788.00 €	50 666.00 €
TOTAL TRAVAUX T.T.C	376 728 € T.T.C	303 996.00 € T.T.C

Chiffrages estimatifs Secteur Aval Protection de la berge en rive droite		
Libellé	Scénario 1 Protection de berge en enrochements	Scénario 2 Protection de berge en génie végétal
1- Travaux préparatoires	13 900.00 € H.T.	13 900.00 € H.T.
2- Terrassements	9 000.00 € H.T.	6 100.00 € H.T.
3- Géotextiles et Geosynthétiques	600.00 € H.T.	1 100.00 € H.T.
4- Enrochements	9 800.00 € H.T.	4 800.00 € H.T.
5- Techniques végétales	400.00 € H.T.	1700.00 € H.T.
6- Génie civil - Béton	500.00 € H.T.	500.00 € H.T.
7- Dossier des ouvrages exécutés	1 000.00 € H.T.	1 000.00 € H.T.
Total H.T.	35 200.00 € H.T.	29 100.00 € H.T.
Imprévus 10%	3 520.00 €	2 910.00 €
Total H.T.	38 720.00 € H.T.	32 010.00 € H.T.
T.V.A. 20.00 %	7 040.00 €	6 402.00 €
TOTAL TRAVAUX T.T.C	42 240 € T.T.C	38 412.00 € T.T.C

Les chiffrages ne comprennent pas les frais d'acquisition des parcelles.

Concernant le scénario 2 « Protection de berge en génie végétal », le sabot en enrochement peut être remplacé par une fascine de saules sur 40 ml à 110 euros / ml. La moins-value est estimée à - 400 euros (4800 €-(40 ml x 110 €/ml) = -400 €).

PARTIE 7. REGLEMENTAIRE

7.1. NOMENCLATURE EAU

Après consultation des services de la police de l'eau, le projet est soumis à autorisation car les travaux sont concernés par la rubrique 3.1.2.0.

- 3.1.2.0 - Installations, ouvrages, travaux ou activités conduisant à modifier le profil en long ou le profil en travers du lit mineur d'un cours d'eau, à l'exclusion de ceux visés à la rubrique 3.1.4.0 ou conduisant à la dérivation d'un cours d'eau :

- Sur une longueur de cours d'eau supérieure ou égale à 100 m(A).
- Sur une longueur de cours d'eau inférieure à 100m (D).

Le lit mineur d'un cours d'eau est l'espace recouvert par les eaux coulant à pleins bords avant débordement.

La longueur totale aménagée est de 253 ml pour le scénario 1 et 134 ml pour le scénario 2 (Zone de débordements contrôlés = 60 ml + sortie du canal et enrochement rive gauche = 74ml)

- 3.1.4.0 - Consolidation ou protection des berges, à l'exclusion des canaux artificiels, par des techniques autres que végétales vivantes :
 - Sur une longueur supérieure ou égale à 200m (A) ;
 - Supérieure ou égale à 20 m mais inférieure à 200m (D)

La longueur totale de berge protégée par des enrochements est de 170 ml pour les deux scénarios

- 3.1.5.0 - Installations, ouvrages, travaux ou activités, dans le lit mineur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères, les zones de croissance ou les zones d'alimentation de la faune piscicole, des crustacés et des batraciens ou dans le lit majeur d'un cours d'eau, étant de nature à détruire les frayères de brochet :
 - Destruction de plus de 200 m² de frayères (A) ;
 - Dans les autres cas (D)

L'AFB confirme qu'il n'y a pas de présence de population piscicole sur l'amont du Riverolles, néanmoins au niveau du secteur d'étude, durant les périodes en eau, des poissons remontent depuis le Rhône. Les travaux peuvent donc impacter des zones visées par cette rubrique.

- 3.2.2.0 -Installations, ouvrages, remblais dans le lit majeur d'un cours d'eau :
 - 1° Surface soustraite supérieure ou égale à 10 000 m²

- 2° Surface soustraite supérieure ou égale à 400 m² et inférieure à 10 000 m²

Au sens de la présente rubrique, le lit majeur du cours d'eau est la zone naturellement inondable par la plus forte crue connue ou par la crue centennale si celle-ci est supérieure. La surface soustraite est la surface soustraite à l'expansion des crues du fait de l'existence de l'installation ou ouvrage, y compris la surface occupée par l'installation, l'ouvrage ou le remblai dans le lit majeur.

La surface soustraite est de 450 m² pour le scénario 1 et 420 m² pour le scénario 2. A noter que les nouvelles surfaces inondées sont de 1250 m² pour le scénario 1 et 850 m² pour le scénario 2.

•Défrichage : la superficie à défricher est de 4850 m² pour les deux scénarios d'aménagement. Elle devra être compensée à 1/1.

NOS DOMAINES D'ACTIVITÉS

UNE EXPERTISE DE L'EAU COMPLETE ET UN ACCOMPAGNEMENT SUR MESURE

Rivières, lacs et torrents

Prévention, prévision, protection, gestion du risque inondation, expertise post crue, gestion de crise.

Gestion sédimentaire.

Réalisation d'ouvrages de protection des biens et des personnes (barrages, digues, ouvrages de franchissement).

Environnement et écologie

Renaturation & valorisation des cours d'eau et milieux associés.

Développement durable.

Protection des milieux.

Continuité écologique.

Réseaux

Production, stockage & distribution d'eau potable.

Assainissement & épuration des eaux usées.

Gestion des eaux pluviales.

Conception et gestion des aménagements d'irrigation et d'enneigement.

Topographie

Topographie de rivières, de réseaux.

Récolement.

Contact :

contact@hydretudes.com

www.hydretudes.com



Flashez et visitez notre site

Saint-Pierre
de la Réunion

