

# Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

## Rapport hydraulique

### CONSULTING

SAFEGE  
Aix Métropole - Bâtiment D  
30, Avenue Henri Malacrida  
13100 AIX EN PROVENCE

Direction France Sud Outre-Mer

SAFEGE SAS - SIÈGE SOCIAL  
Parc de l'Île - 15/27 rue du Port  
92022 NANTERRE CEDEX  
[www.safège.com](http://www.safège.com)

Version : V1

Date : 21/11/2018

Rédacteur : A. BLIVET

Visa : S. BERNARD PEYRE

---

## Sommaire

1.....	Contexte et objet du document.....	4
2.....	Localisation des zones d'intervention .....	5
3.....	Etat des lieux.....	7
3.1	Mesure C09 .....	7
3.2	Mesure C10.....	8
3.3	Mesure C11 .....	10
4.....	Aléa actuel .....	13
5.....	Modélisation hydraulique .....	15
5.1	Logiciels utilisés .....	15
5.2	Description du modèle .....	16
5.2.1	Modèle 1D .....	16
5.2.2	Modèle 2D .....	17
5.3	Calage .....	18
5.4	Etat actuel .....	19
5.4.1	Zone C09.....	19
5.4.2	Zone C10.....	21
5.4.3	Zone C11.....	22
6.....	Etat projet.....	25
6.1.1	Zone C09.....	25
6.1.2	Zone C10.....	31
6.1.3	Zone C11.....	32
7.....	Proposition technique .....	37
7.1	Principes.....	37
7.2	Accès aux zones de travaux .....	38
7.2.1	Zone C09.....	38
7.2.2	Zone C10.....	40
7.2.3	Zone C11.....	41
7.3	Endiguement .....	41

## Rapport **hydraulique**

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

---

7.4	Estimation.....	42
8.....	Synthèse .....	42

### Tables des illustrations

Figure 1 : localisation des mesures envisagées .....	5
Figure 2 : localisation de l'aménagement C13 .....	5
Figure 3 : vue du lit à l'amont de la RN3 .....	7
Figure 4 : ouvrage de la RN3 (vue amont) .....	7
Figure 5 : vue à l'intérieur de l'ouvrage (vers l'amont) .....	8
Figure 6 : topographie du site (LIDAR) .....	8
Figure 7: Vue vers l'amont de la ravine (RD) .....	9
Figure 8: Vue vers l'aval (RD) .....	9
Figure 9: Ravine en contre-bas .....	10
Figure 10 : ouvrage de la zone C11 (vue de l'amont) .....	11
Figure 11 : conduite traversante (amont de l'ouvrage) .....	11
Figure 12 : aval de l'ouvrage .....	12
Figure 13 : amont de l'ouvrage .....	12
Figure 14 : aléa actuel sur les zones C09 et C10 .....	13
Figure 15 : aléa actuel sur la zone visée par la mesure C11 .....	13
Figure 16 : aléa visé par les mesures – PGRI .....	14
Figure 17 : aléa visé par la mesure C11 – PGRI .....	14
Figure 18 : étendue du modèle 1D .....	16
Figure 19 : vue en plan du modèle 1D .....	17
Figure 20 : vue en plan du modèle 2D .....	17
Figure 21 : vue 3D de la digue en rive gauche .....	18
Figure 22 : ligne d'eau au niveau de C09 - état actuel – $Q = 70 \text{ m}^3/\text{s}$ .....	19
Figure 23: C09 - état actuel - vue en plan .....	19
Figure 24 : débit de mise en charge de l'ouvrage .....	20
Figure 25 : topographie à l'amont de la RN3 (source LIDAR) .....	20
Figure 26 : Zone C10 - état initial - $Q=75 \text{ m}^3/\text{s}$ .....	21
Figure 27 : profil en long du fond du lit de la Ravine - C10 .....	22
Figure 28 : ligne d'eau au niveau de C11 - état actuel – $Q = 80 \text{ m}^3/\text{s}$ .....	22
Figure 29: C11 - vue en plan - état actuel - $Q = 80 \text{ m}^3/\text{s}$ .....	23
Figure 30 : topographie à l'aval de la RD3 .....	24
Figure 31 : profil en long repris (mesure n°1) .....	26
Figure 32 : étendue de la mesure n°1 .....	26
Figure 33: coupe amont de l'ouvrage projet .....	27
Figure 34 : coupe amont de l'ouvrage actuel .....	27
Figure 35 : mesure n°4 - C09 - profil en long .....	28
Figure 36 : mesure n°4 - C09 - vue en plan .....	28
Figure 37 : coupe type de la digue en rive droite .....	29
Figure 38: Ligne d'eau Etat projet Mesure C09 .....	30
Figure 39 : ligne d'eau projet (après mesure n°1) .....	33
Figure 40 : vue en plan de l'emprise de la structure dissipatrice .....	34
Figure 41 : profil en long du merlon projeté .....	35
Figure 42 : vue en plan du merlon projeté .....	35
Figure 43 : hauteurs du merlon par rapport au TN actuel .....	36
Figure 44: Solution alternative C09 .....	37
Figure 45: Accès à la zone de chantier C09 .....	38
Figure 46: Accès à la ravine (C09) .....	39
Figure 47: Vue de l'impasse Galilée .....	40
Figure 48: Accès à la ravine .....	40
Figure 49: Accès à la ravine via le parking du Leader Price .....	41

# 1 CONTEXTE ET OBJET DU DOCUMENT

L'étude de faisabilité hydraulique du présent marché porte sur les mesures inscrites au PAPI Le Tampon – Saint-Pierre concernant le territoire du Tampon et plus particulièrement la ravine Don Juan.

Ces mesures sont issues du PGRI Le Tampon – Saint-Pierre réalisé par SAFEGE entre 2010 et 2014.

L'étude hydraulique a pour objectif d'appréhender les écoulements afin de préciser le dimensionnement hydraulique des ouvrages, ainsi que l'incidence des aménagements afin de garantir la non-aggravation pour l'aval.

Les mesures visent au confinement des écoulements (par recalibrage et endiguement) de chacune des ravines dans la mesure où les débordements sont à l'origine des dommages potentiels.

De fait, localement, l'incidence hydraulique génèrera :

- une réduction / suppression des flux dans les axes de débordement par suppression des flux débordés
- une augmentation des débits dans le cours principal recalibré.

**Le présent document concerne les aménagements sur la ravine Don Juan, relatifs à l'action n°5.6 du PAPI, également référencés comme mesures C09, C10 et C11 du PGRI.**



## 2 LOCALISATION DES ZONES D'INTERVENTION



**Figure 1 : localisation des mesures envisagées**

La ravine Don Juan fait l'objet de trois mesures de suppression des débordements :

- C09 : suppression des débordements en **rive droite** au niveau du pont de traversée de la RN3



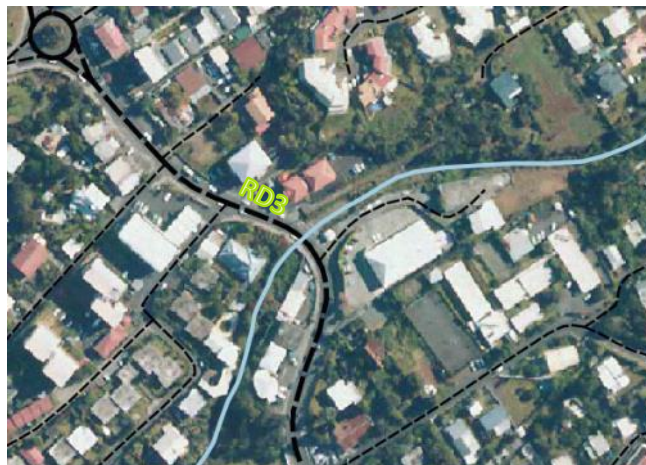
## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

- C10 : suppression des débordements en rive gauche au niveau de la digue existante



- C11 : suppression des débordements rive droite dus à l'ouvrage de traversée de la RD3 (rue Hubert Delisle)





## 3 ETAT DES LIEUX

Les zones d'intervention sont désignées par le nom de la mesure qui leur est associée.

### 3.1 Mesure C09

La photo ci-dessous montre l'état du lit à l'amont immédiat de l'ouvrage de la RN3.



Figure 3 : vue du lit à l'amont de la RN3



Figure 4 : ouvrage de la RN3 (vue amont)

Le lit est fortement encombré par la végétation.



## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan



Figure 5 : vue à l'intérieur de l'ouvrage (vers l'amont)

On note la présence de gros blocs rocheux en amont de l'ouvrage, ainsi qu'à l'intérieur de celui-ci (cf figure ci-dessus), réduisant la section d'écoulement.

## 3.2 Mesure C10

Une digue assure actuellement la protection des habitations en rive gauche de la ravine.

La figure ci-dessous présente la topographie actuelle ainsi qu'un profil en travers au niveau de la digue existante.

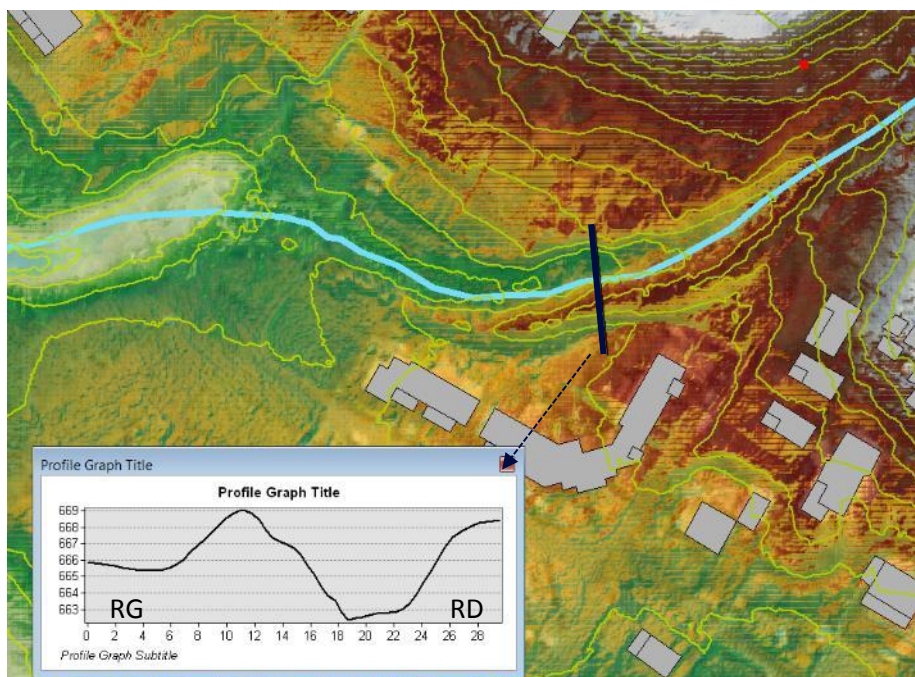


Figure 6 : topographie du site (LIDAR)



## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

La digue mesure entre 3 et 4 mètres de hauteur à l'Est et s'atténue progressivement pour se confondre avec le terrain naturel à l'ouest.



Figure 7: Vue vers l'amont de la ravine (RD)



Figure 8: Vue vers l'aval de la ravine (RD)



## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan



**Figure 9: Ravine en contre-bas**

Cette ravine est fortement encaissée et végétalisée, ce qui rend difficile l'identification des axes d'écoulement.

### 3.3 Mesure C11

Le franchissement de la ravine par la RD3 se fait par un pont, posé sur radier béton. Le fond du lit est bétonné sur plusieurs mètres à l'amont de l'ouvrage. Cet ouvrage constitue une réduction de la section d'écoulement du lit naturel. Par ailleurs, une conduite, située plusieurs mètres en amont, traverse la ravine et est soutenue sur une partie de sa longueur par un muret, réduisant également la section d'écoulement du cours d'eau.

## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan



Figure 10 : ouvrage de la zone C11 (vue de l'amont)



Figure 11 : conduite traversante (amont de l'ouvrage)

L'ouvrage de franchissement est situé sur un tronçon à forte pente ( $\approx 10\%$ ). A la liaison entre le radier béton et le lit naturel, des phénomènes d'érosion (affouillements) ont été observés, de même en pied du muret maçonné.

Les visites de terrain ont permis de remarquer la présence d'importants dépôts de roches à l'aval immédiat de l'ouvrage de la RD3, créant ainsi une contre-pente en sortie d'ouvrage.



## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan



Figure 12 : aval de l'ouvrage

De gros blocs rocheux sont aussi présents en amont immédiat de l'ouvrage, obstruant une bonne partie de la section d'écoulement (cf. photo ci-dessous).



Figure 13 : amont de l'ouvrage

## 4 ALEA ACTUEL

Sur ces trois zones, l'aléa actuel (PPRi) est présenté sur les figures ci-dessous.

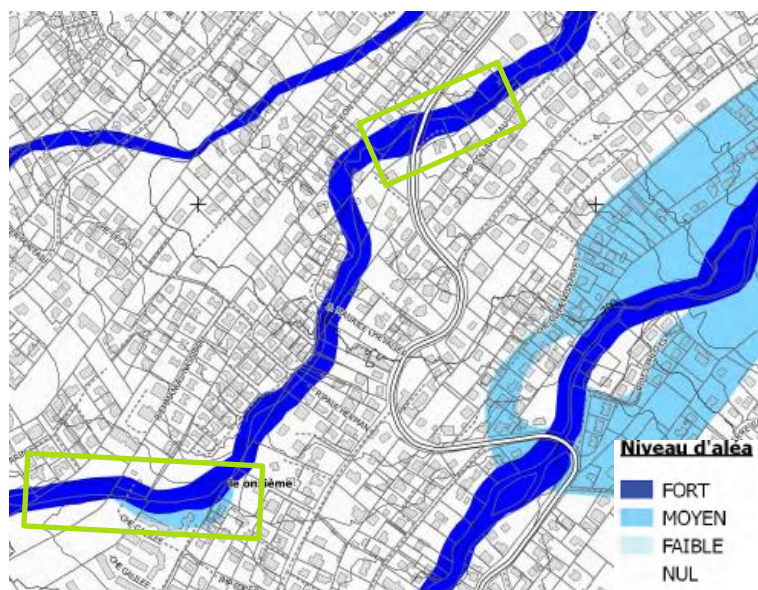


Figure 14 : aléa actuel sur les zones C09 et C10

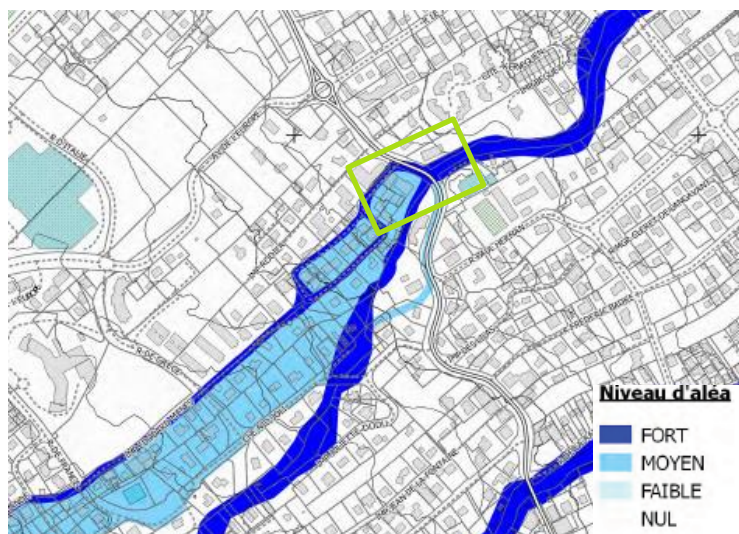


Figure 15 : aléa actuel sur la zone visée par la mesure C11

Dans le cadre du PGRI établi entre 2010 et 2014, ces mesures ont été identifiées sur la base de l'aléa risque inondation de trois zones de la ravine Don Juan :

- C09 : Une partie des débordements identifiés lors du PGRI ne revient pas à la ravine mais s'écoule vers le sud-ouest, tandis qu'une seconde partie rejoint la ravine dans la zone visée par la mesure C10.
- C10 : Sur cette portion, des débordements sont observés en rive gauche. Ces débordements ne reviennent pas dans la ravine au niveau de notre zone d'étude, mais s'écoulent vers le sud et sont récupérés à l'aval du C11.



## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

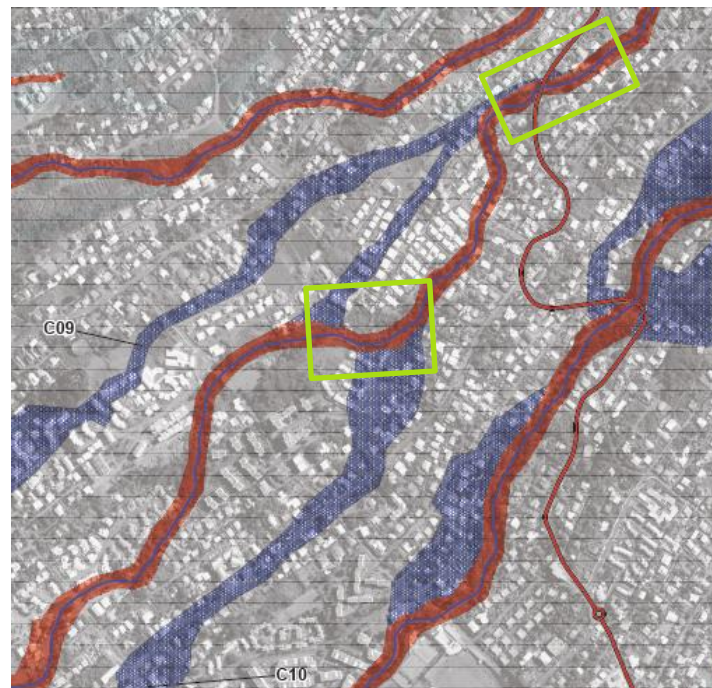


Figure 16 : aléa visé par les mesures – PGRI

- Concernant la mesure C11, le débordement identifié en rive gauche par le PGRI ne revient pas dans le lit de la ravine.

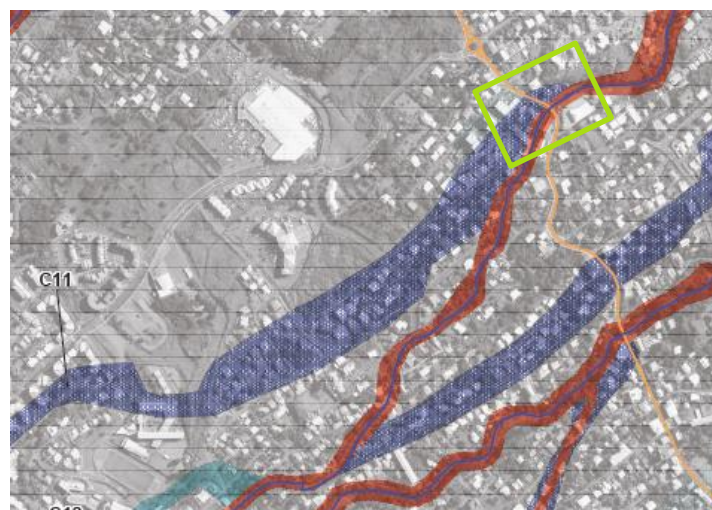
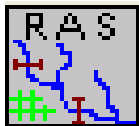


Figure 17 : aléa visé par la mesure C11 – PGRI

## 5 MODELISATION HYDRAULIQUE

Le modèle a été construit à l'aide du logiciel HEC-RAS, et s'est appuyé sur le LIDAR transmis par la ville du Tampon.

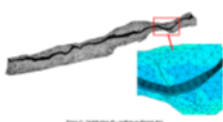
### 5.1 Logiciels utilisés



**HEC RAS 5.0** : Le modèle construit est un modèle uni-dimensionnel, constitué d'une succession de profils en travers dont la bathymétrie s'appuie sur les relevés LIDAR.

Le logiciel HEC RAS gère les écoulements fluviaux, torrentiels et mixtes.

La procédure de calcul est basée sur la résolution de l'équation d'énergie unidimensionnelle. Les pertes d'énergie sont évaluées par frottement (équation de Manning) et la contraction / expansion des écoulements. Les équations de mouvement peuvent être utilisées dans des situations où le profil de la surface de l'eau est rapidement varié. Ces situations comprennent les calculs en régime mixtes (par exemple les ressauts hydrauliques), et les singularités hydrauliques (ponts, seuil, ouvrage de franchissement, confluence...).



**TELEMAC** : Le système TELEMAC est un ensemble de logiciels aux éléments finis dédiés aux écoulements à surface libre.

TELEMAC 2D traite les écoulements non permanents à surface libre. Il résout, par une méthode d'éléments finis sur des maillages non structurés constitués d'éléments triangulaires, les équations de Barré de Saint-Venant à deux dimensions horizontales d'espace. Ces équations expriment en tout point du domaine de calcul la conservation de la masse (équation de continuité) et la conservation de la quantité de mouvement dans les deux directions d'espace horizontales (équations dynamiques).

*Une modélisation Telemac 2D a été utilisée pour représenter l'écoulement dans le tronçon C10, afin de représenter plus finement les grandeurs bi-dimensionnelles et les changements de direction de l'écoulement.*



## 5.2 Description du modèle

### 5.2.1 Modèle 1D

L'emprise du modèle 1D couvre les 3 zones visées par les mesures C09, C10 et C11.



**Figure 18 : étendue du modèle 1D**

Le modèle est constitué d'environ 200 profils en travers, sur un linéaire d'environ 2.6 km. Les profils en travers s'appuient sur les données LIDAR (dalles de 0.5 x 0.5 m).



## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

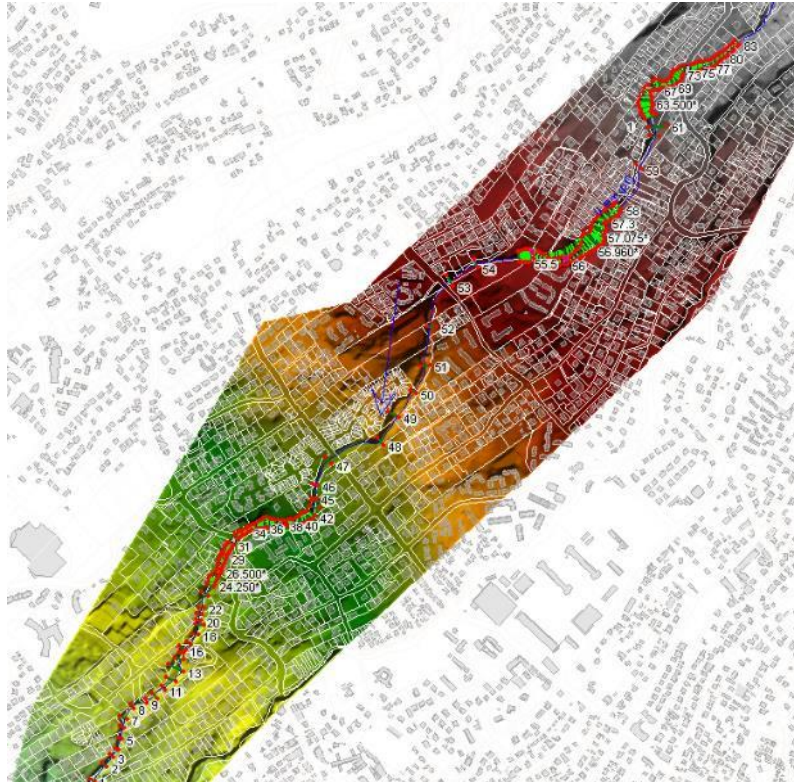


Figure 19 : vue en plan du modèle 1D

#### 5.2.2 Modèle 2D

Ce modèle a été complété, pour la zone C10, par un modèle bi-dimensionnel TELEMAC2D, couvrant la zone d'intervention C10 jusqu'à la route du boulevard Michel Debré.

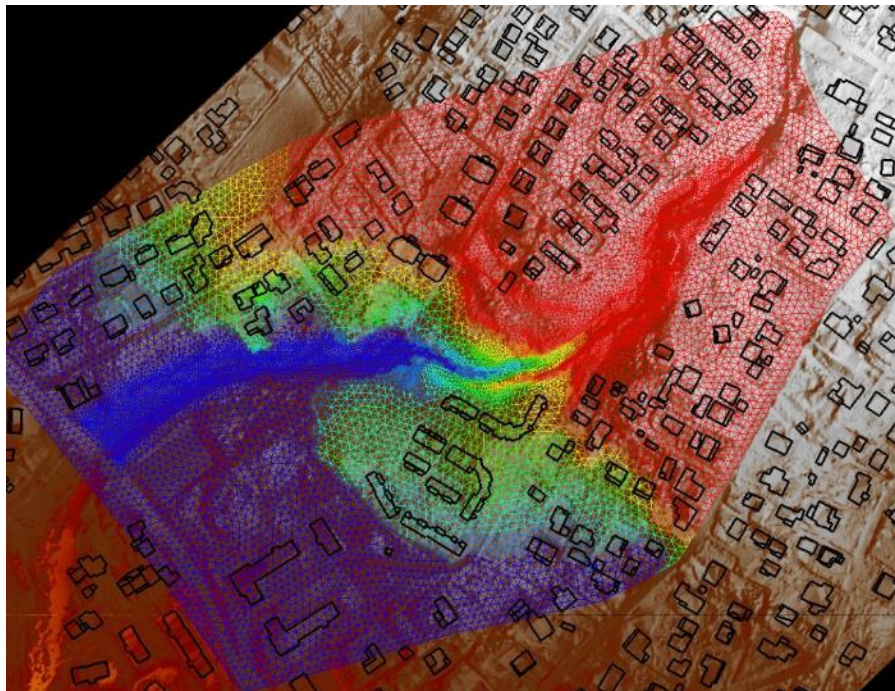


Figure 20 : vue en plan du modèle 2D

Il est composé de 21 830 mailles et s'étend sur 18 ha.

## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

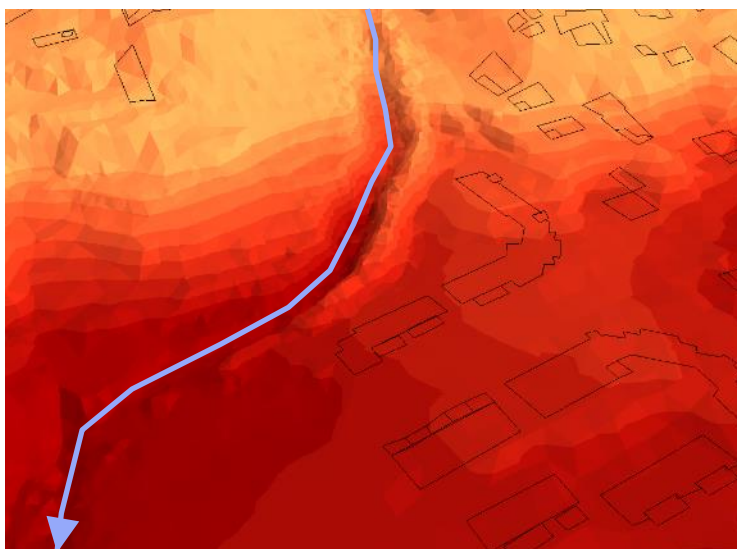


Figure 21 : vue 3D de la digue en rive gauche

## 5.3 Calage

La modélisation a été effectuée pour le débit de la **crue centennale** pour chaque tronçon, qui sera le débit de dimensionnement de l'état projet. Ces débits sont rappelés ci-dessous :

Mesure	Débit centennial
C09	70 m³/s
C10	75 m³/s
C11	80 m³/s

La configuration du lit est soumise à de fortes variabilités selon l'encombrement de la végétation. Il est admis que le débit de dimensionnement est légèrement débordant sur les linéaires identifiés. De plus, la pente moyenne de la ravine Don Juan étant de 7-8% sur le linéaire étudié, l'écoulement est torrentiel sur la majorité du linéaire, et se traduit donc par de fortes vitesses ainsi qu'un nombre de Froude nettement supérieur à 1.

Le calage du modèle a été effectué par réglage du **paramètre de rugosité du lit mineur K** (Strickler), afin de représenter l'écoulement naturel (pour des nombres de Froude de l'ordre de 1.2 à 2 en régime torrentiel) et les débordements constatés.



#### A noter

*La modélisation est utilisée en vue de dimensionner l'aménagement pour le débit de projet. Ce débit est ainsi maintenu dans le lit sur tout le linéaire : on ne représente donc pas la perte de débit provoquée par les divers débordements qui ont lieu en amont par exemple. Le débit centennial est donc le débit circulant sur tout le linéaire modélisé.*

Le coefficient de rugosité (coefficient de Strickler) retenu pour le lit mineur est **K = 15 m<sup>1/3</sup>/s**.

## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

## 5.4 Etat actuel

### 5.4.1 Zone C09

La pente du lit dans cette zone s'avère, en moyenne, moins forte qu'à l'aval, 3%. L'écoulement est donc fluvial sur la majeure partie du linéaire concerné par l'aménagement. La figure ci-dessous présente la ligne d'eau en état actuel.

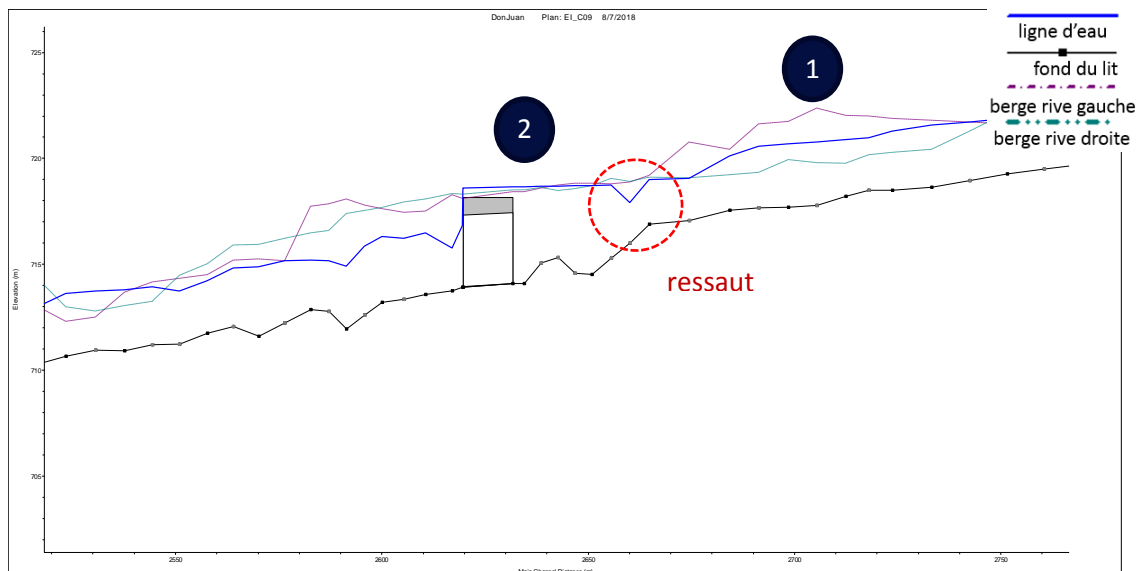


Figure 22 : ligne d'eau au niveau de C09 - état actuel –  $Q = 70 \text{ m}^3/\text{s}$

L'ouvrage contraignant la section d'écoulement est submergé (environ 60 cm au dessus du niveau de la route) et provoque des débordements à l'amont de la RN3.

De plus on observe la formation d'un ressaut à l'amont de l'ouvrage, lorsque l'écoulement n'est pas encore sous l'influence aval du pont, au changement brusque de pente. Les zones de débordements identifiées en crue centennale sont localisées sur la figure ci-dessous.

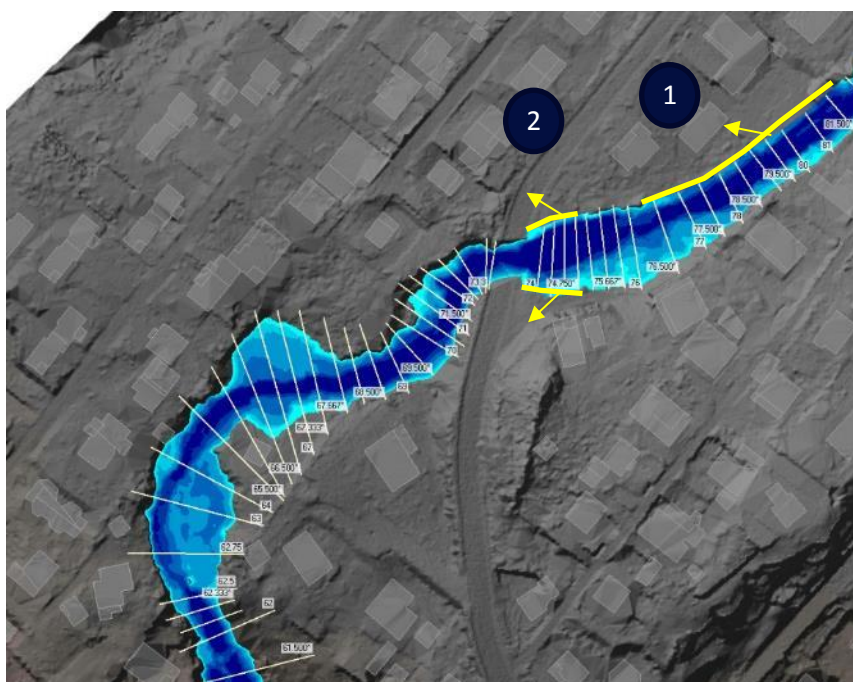


Figure 23: C09 - état actuel - vue en plan



## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

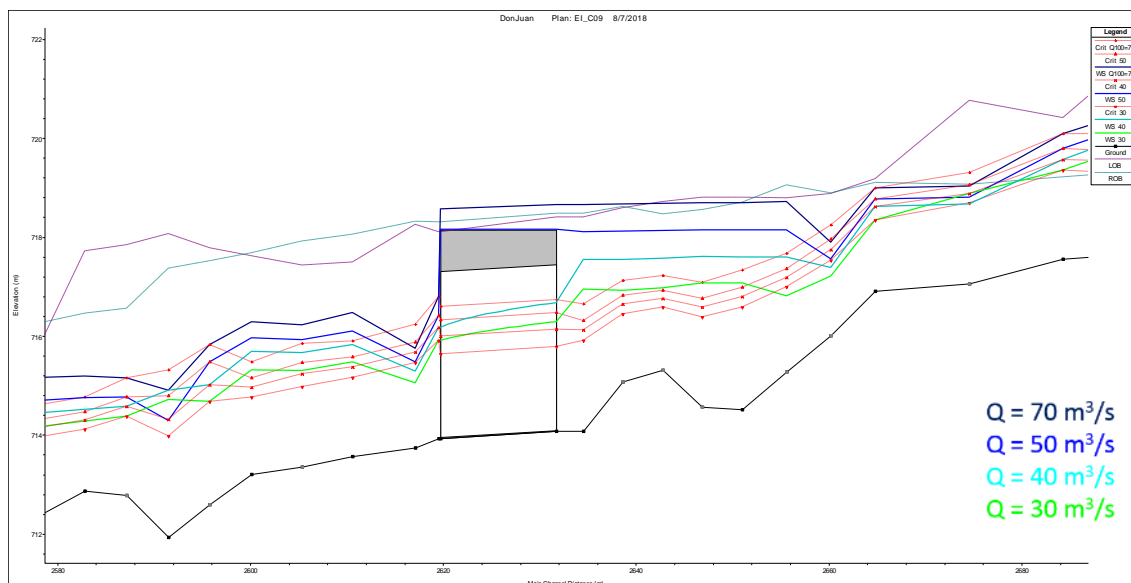


Figure 24 : débit de mise en charge de l'ouvrage

L'ouvrage actuel est mis en charge pour un débit compris entre 40 et 50 m³/s.

Les zones de débordements sont observées à l'amont du pont, et se propagent en aval de la RN3. Le débordement n°1 n'est pas provoqué par l'influence du pont mais par la section du lit mineur insuffisante. En effet, sur ce tronçon situé plus en amont, le niveau de la berge rive droite est nettement inférieur à celui de la berge rive gauche et il est largement en-dessous du niveau d'eau de la crue centennale (jusqu'à 1.3 m).

Les débordements sont observés pour des débits compris entre 20 et 30 m³/s.

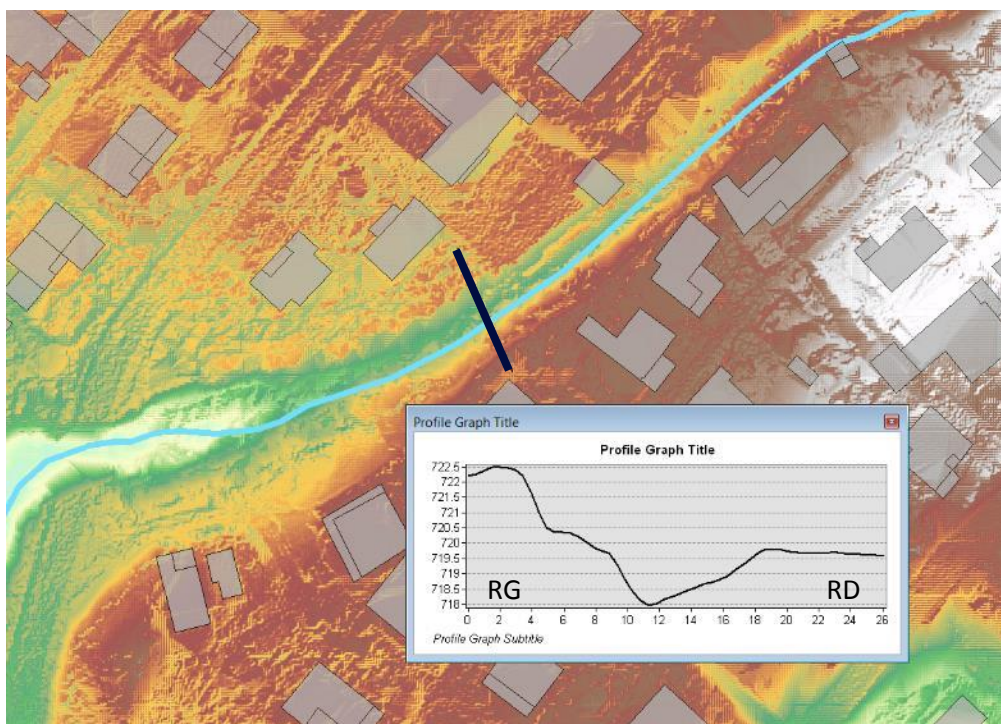


Figure 25 : topographie à l'amont de la RN3 (source LIDAR)

## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

#### 5.4.2 Zone C10

La pente du tronçon dans cette zone est d'environ 8 - 9 %.

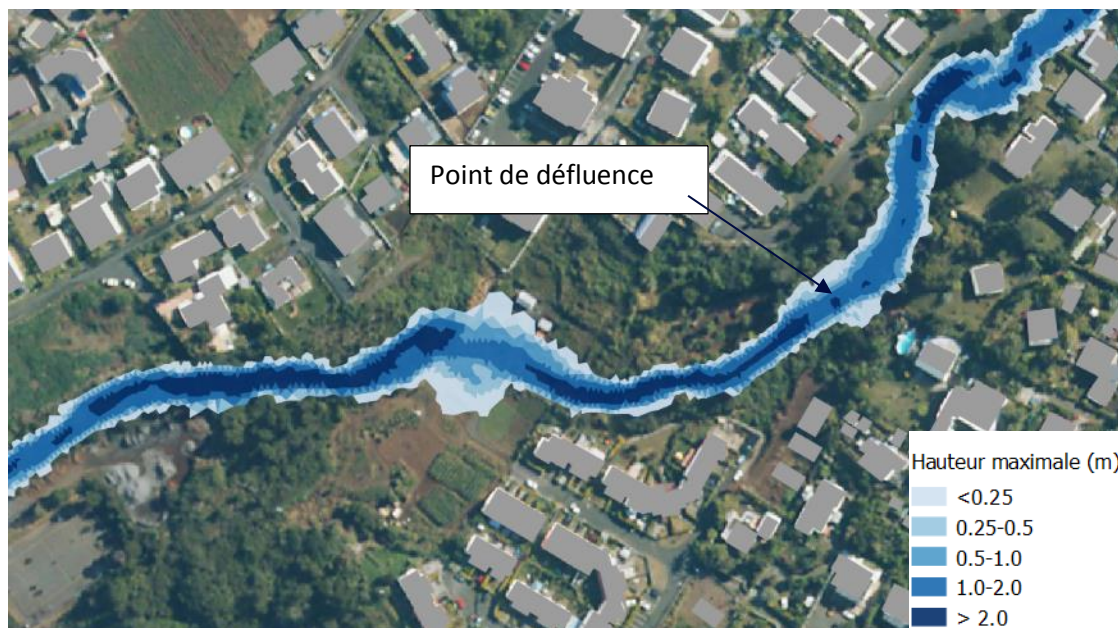


Figure 26 : Zone C10 - état initial -  $Q=75 \text{ m}^3/\text{s}$

Le modèle bi-dimensionnel montre ainsi des débordements en rive gauche, qui restent cependant contenus par la topographie actuelle dans une zone sans enjeu.

Ces débordements ont lieu à l'aval de la digue. Juste à l'aval de ce débordement, le lit de la ravine forme une chute de 3 à 4 m.

Au droit de la zone d'enjeu (résidence Copernic et Galilée) le talweg en arrière digue n'est pas mobilisé.

Nous associons les désordres au pied de la résidence à un risque d'alimentation du bras secondaire au point de défluence en amont de la zone d'enjeux.

## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

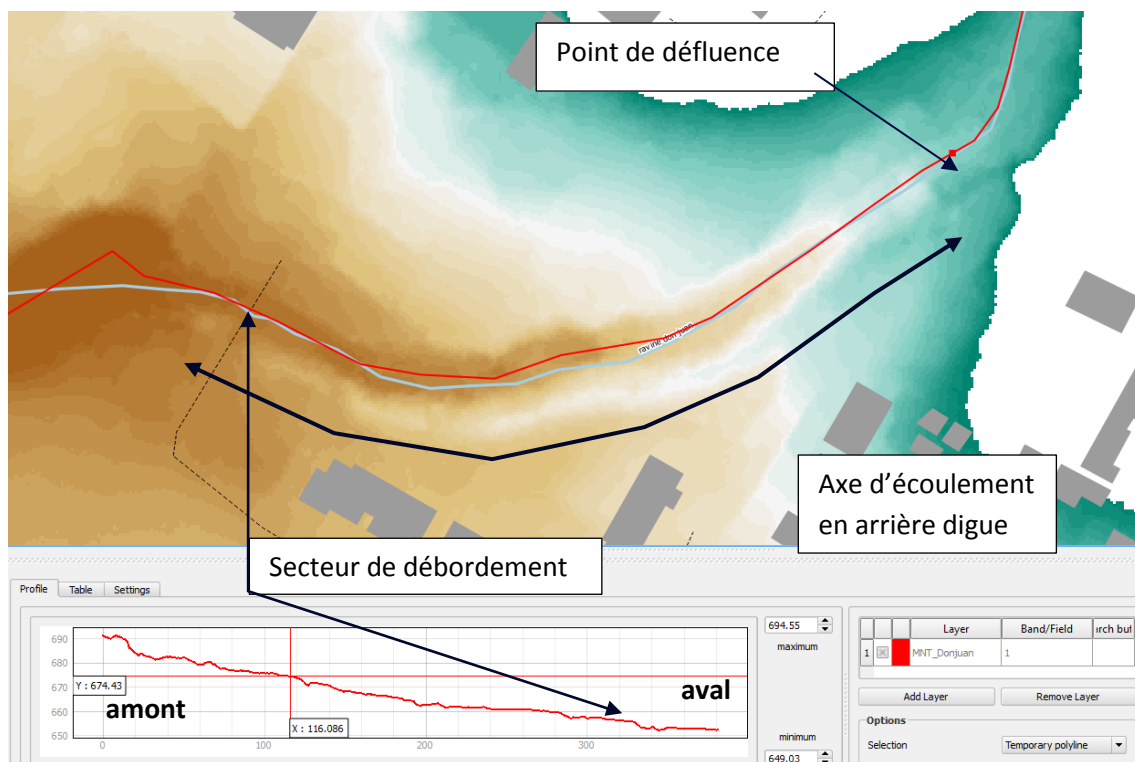


Figure 27 : profil en long du fond du lit de la Ravine - C10

#### 5.4.3 Zone C11

Le tronçon de ravine visé par la mesure C11 se caractérise par une mise en vitesse importante sous l'ouvrage, due à l'augmentation de la pente en amont de l'ouvrage ainsi qu'un radier béton. A l'aval immédiat de l'ouvrage, la pente se réduit sur un substrat naturel, favorisant ainsi le passage d'un écoulement torrentiel (fortes vitesses, hauteur d'eau réduite) à un écoulement fluvial (vitesses plus réduites, hauteur d'eau plus grande).

La figure suivante présente la ligne d'eau pour le débit  $Q=80 \text{ m}^3/\text{s}$ , en état initial.

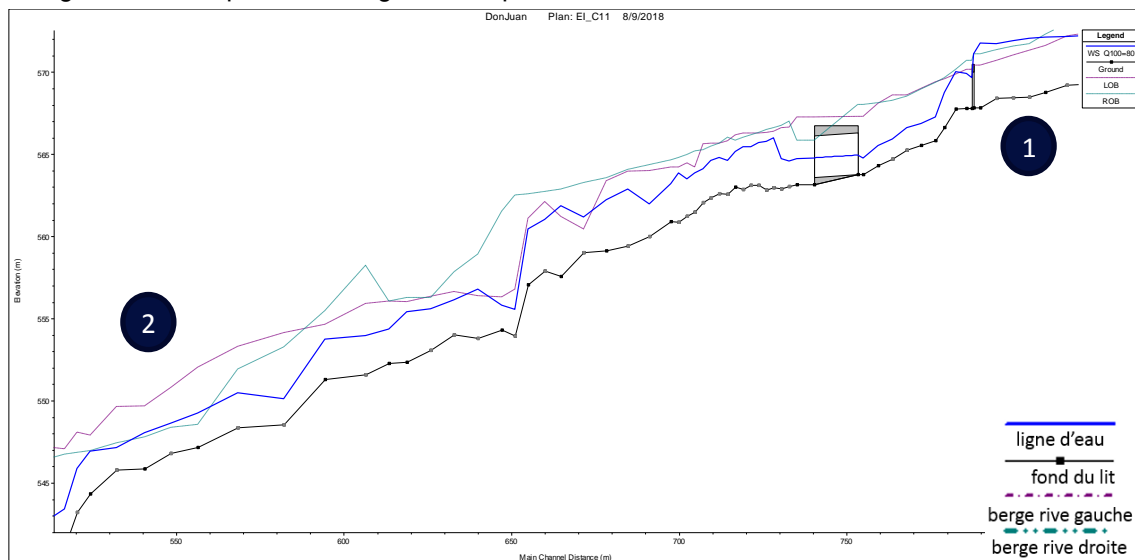


Figure 28 : ligne d'eau au niveau de C11 - état actuel –  $Q = 80 \text{ m}^3/\text{s}$



## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

La conduite en amont posée sur un replat avant une chute contribue à contrôler les écoulements et favoriser les débordements rive droite et gauche, et ceci, sans même considérer d'embâcles. On constate ainsi que le radier béton ainsi que la forte pente à l'amont de l'ouvrage provoque une mise en vitesse importante de l'écoulement, et permet ainsi le passage en régime torrentiel (faible hauteur d'eau et forte vitesse).

Cela induit néanmoins la **formation d'un ressaut hydraulique**, qui traduit la perte de vitesse subie par l'écoulement dû au changement de pente et de rugosité (béton → sol rocheux et végétation).

Ce ressaut se forme une dizaine de mètres après l'ouvrage et traduit le passage d'un régime torrentiel à fluvial (dissipation d'énergie et augmentation de la hauteur d'eau). Cependant la présence d'amas rocheux, repérés lors des visites à l'aval immédiat de l'ouvrage (cf paragraphe 3) **et non représentés sur les données LIDAR**, est caractéristique de la présence de ce ressaut et est susceptible de renforcer et pérenniser ce ressaut plus en amont, à la sortie de l'ouvrage, voire à l'intérieur de celui-ci.

La forte turbulence provoquée peut ainsi endommager la structure de l'ouvrage.

La figure ci-après permet de localiser les débordements identifiés par la modélisation en vue en plan.



Figure 29: C11 - vue en plan - état actuel -  $Q = 80 \text{ m}^3/\text{s}$



## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

Le débordement n°1, en rive gauche et rive droite, est dû à la présence de la conduite traversante ainsi qu'à la géométrie du lit mineur (moins profond qu'en amont).

Le débordement n°2 a lieu en rive droite, bien en aval de l'ouvrage hydraulique, tandis qu'en rive gauche, les eaux sortent du lit mineur mais sont rapidement contenues par la topographie du lit majeur, et retournent ensuite dans la ravine.

En rive droite, la topographie forme une dépression dans ce qui semble être un ancien bras de la ravine comme le montre la figure ci-après.



Figure 30 : topographie à l'aval de la RD3

## 6 ETAT PROJET

### 6.1.1 Zone C09

Les mesures de la zone C09 visent à supprimer les débordements provoqués d'une part par le rétrécissement de section au niveau de l'ouvrage, ainsi que par le niveau bas de la berge en rive droite, sur un tronçon plus amont.

Nom	Description	Linéaire	Remarques
Mesure 1	Déroctage du lit mineur et modification du profil en long		Efficacité pour les crues fréquentes
Mesure 2	Elargissement de l'OH d'1m de part et d'autre de la ravine		Efficacité pour les crues rares
Mesure 3	Reprise du radier de l'OH et amélioration de l'entonnement		Radier inférieur + roches/sédiments obstruant la section d'écoulement et l'entonnement
Mesure 4	Création d'une digue/merlon en rive droite	L = 75 m	

Tableau 1 : mesures - zone C09



#### A noter

*Au vu de l'influence prédominante de l'ouvrage sur les écoulements amont sur 35 m, le déroctage du lit mineur n'a qu'une influence modérée lors du passage de la crue centennale, la ligne d'eau amont étant tenue sur une trentaine de mètres par l'influence de l'ouvrage. Néanmoins ce déroctage apparaît nécessaire pour des crues plus fréquentes et permet d'améliorer l'entonnement dans l'ouvrage.*

## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

#### Mesure 1 :

La mesure n°1 consiste à modéliser la pente du lit mineur du cours d'eau, au moyen d'un déroctage du lit mineur, permettant de lisser la pente (retrait des gros blocs rocheux et comblement des trous). Cette mesure s'étend sur environ 50 mètres en amont de l'ouvrage de la RN3.

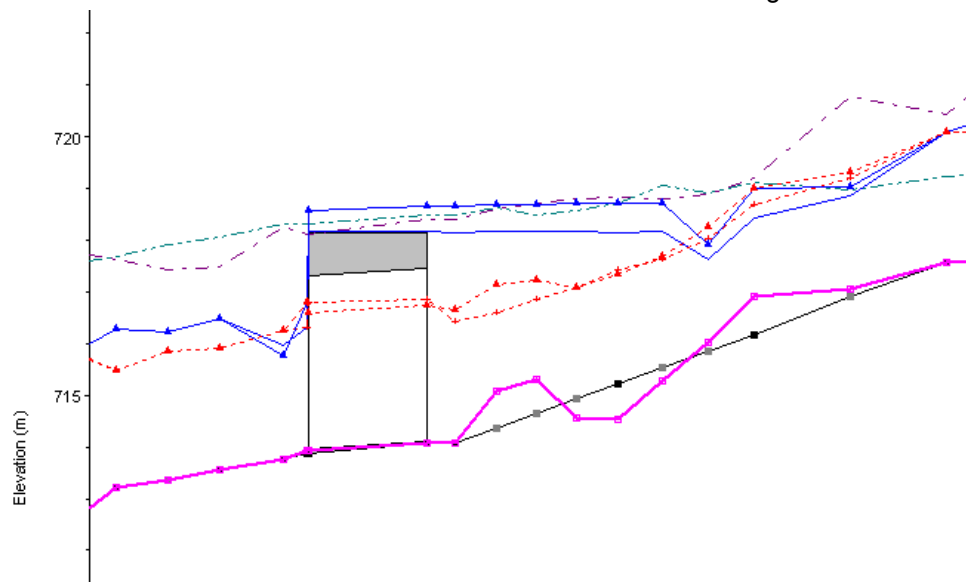


Figure 31 : profil en long repris (mesure n°1)

L'estimation des déblais générés est d'environ **140 m<sup>3</sup>**.

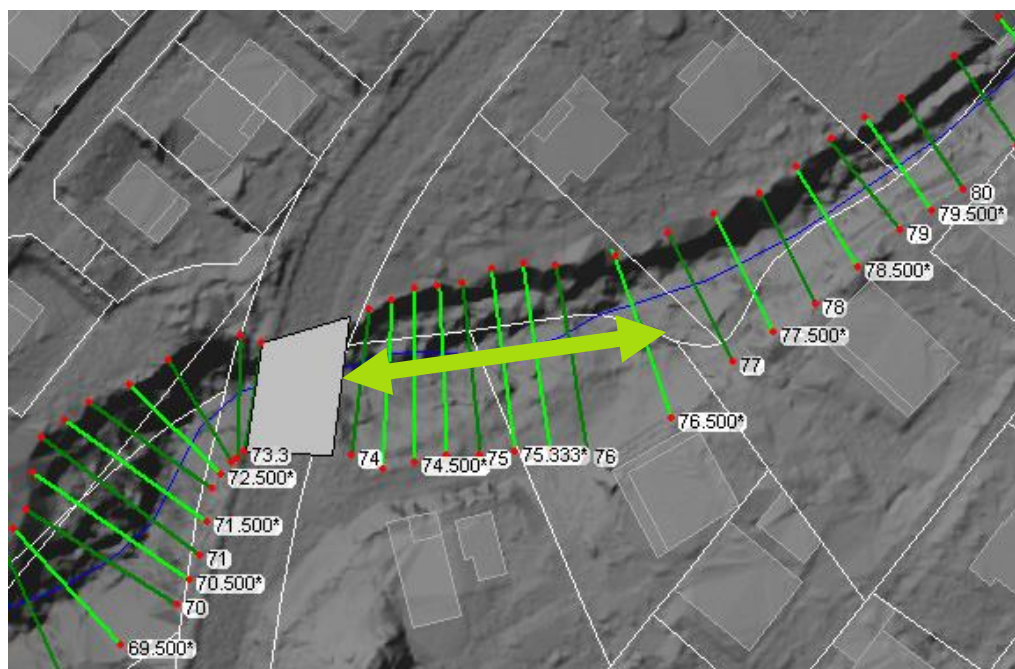


Figure 32 : étendue de la mesure n°1



## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

#### Mesure 2 :

L'ouvrage actuel est un pont maçonné de 3.5 m de hauteur et environ 4.3 m de largeur. La longueur est d'environ 12 m.

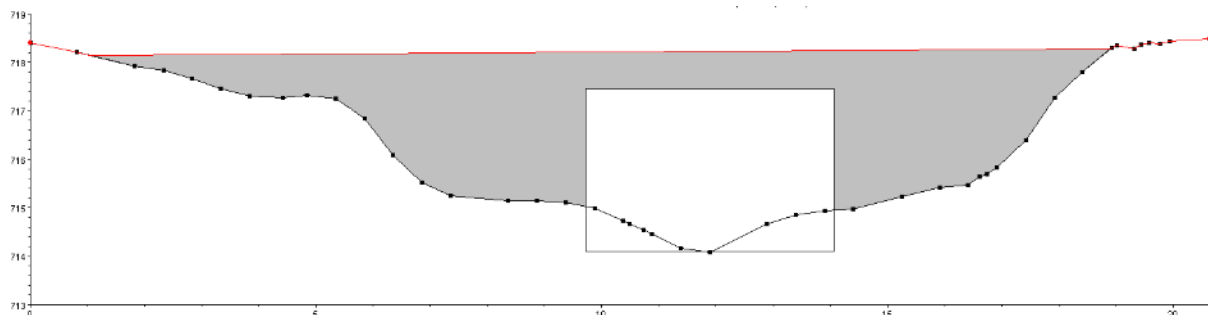


Figure 34 : coupe amont de l'ouvrage actuel

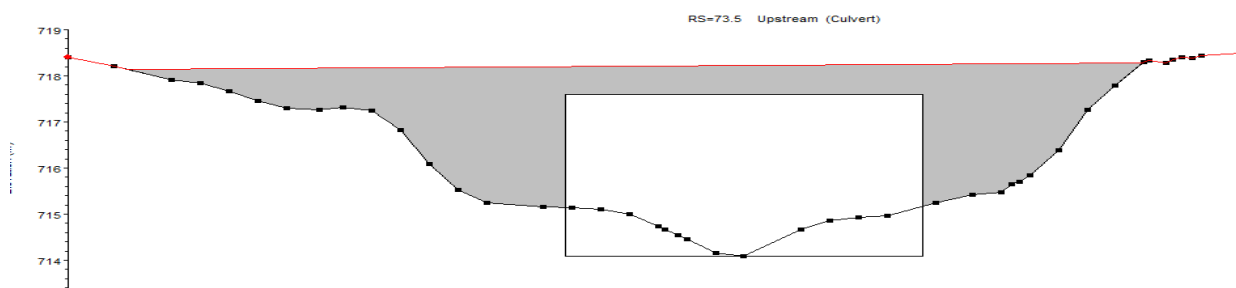


Figure 33: coupe amont de l'ouvrage projet

La mesure 2 consiste à élargir l'ouvrage existant, actuellement sous dimensionné pour la crue centennale. L'élargissement d'un tel ouvrage nécessite une reprise complète. Le modèle fait apparaître qu'un élargissement de 1m de chaque côté serait suffisant. Les dimensions finales de l'ouvrage devront être à minima 3.5m de hauteur par 6.3m de large.

#### Mesure 3 :

La mesure n°3 consiste à reprendre le radier de l'ouvrage, aujourd'hui en terre, afin d'augmenter sa capacité. Les sédiments et dépôts de roches obstruant la section d'écoulement devront être retirés.

#### Mesure 4 :

Cette mesure vise à supprimer les débordements sur le tronçon plus en amont (débordement n°1) par la création en rive droite d'une digue en mur moellon sur un linéaire d'environ 75 m.

## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

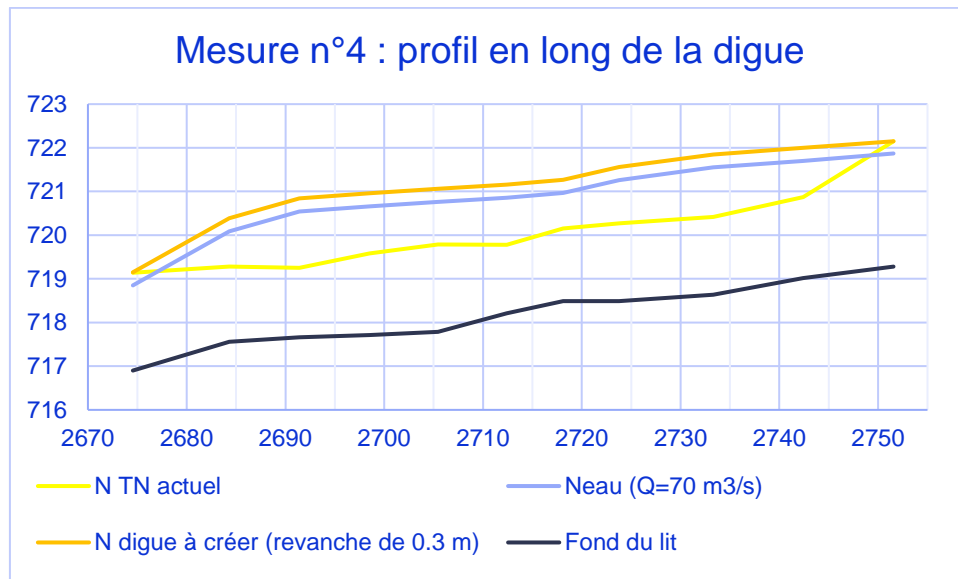


Figure 35 : mesure n°4 - C09 - profil en long

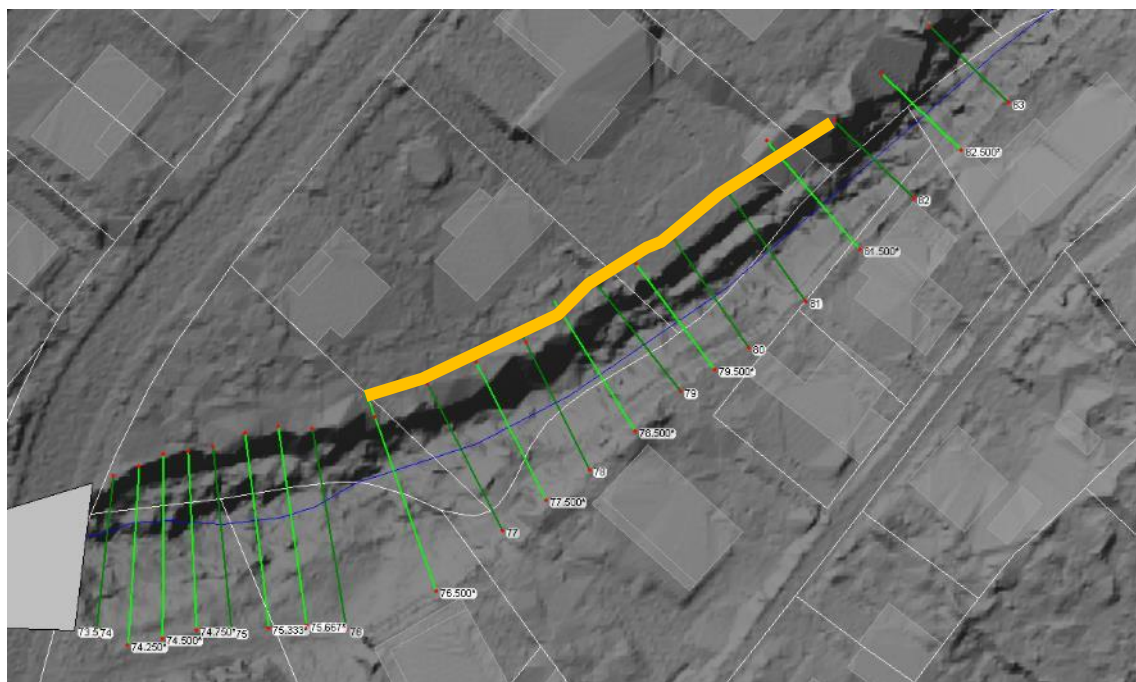


Figure 36 : mesure n°4 - C09 - vue en plan

La digue créée mesure au maximum 1,5 m de hauteur par rapport au terrain naturel en rive droite. La crête de digue a été définie de manière à garder une revanche de 30 cm en situation de crue centennale.



## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

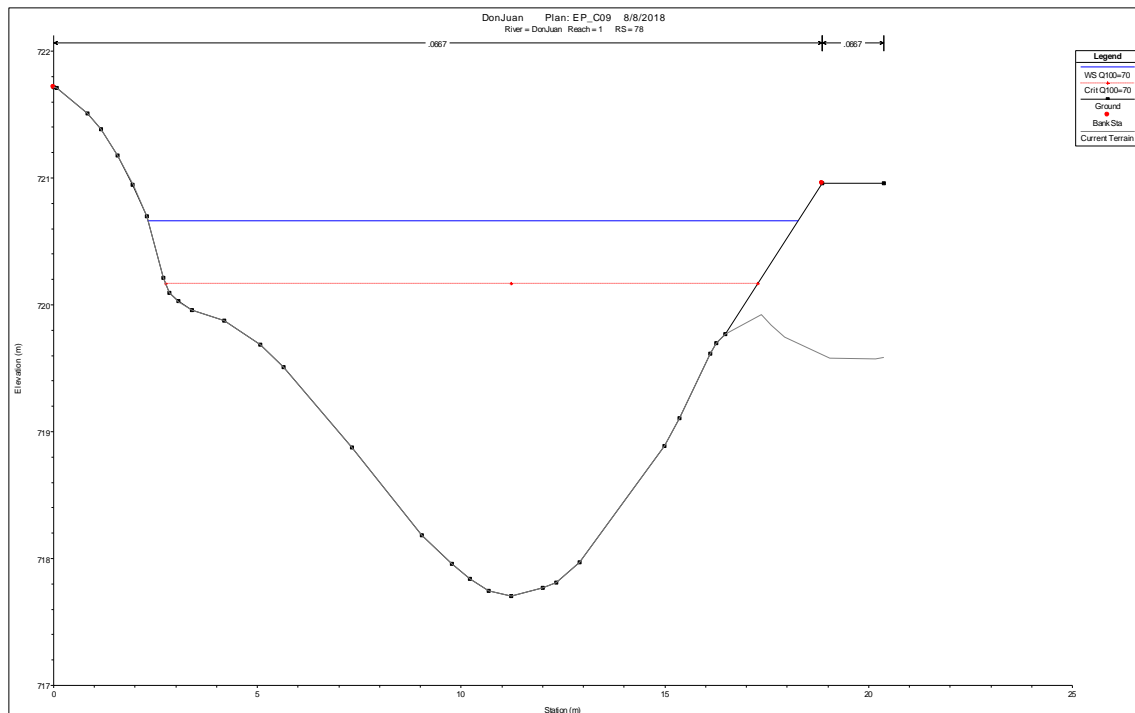


Figure 37 : coupe type de la digue en rive droite

## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

#### Impact sur la ligne d'eau de l'ensemble des mesures :

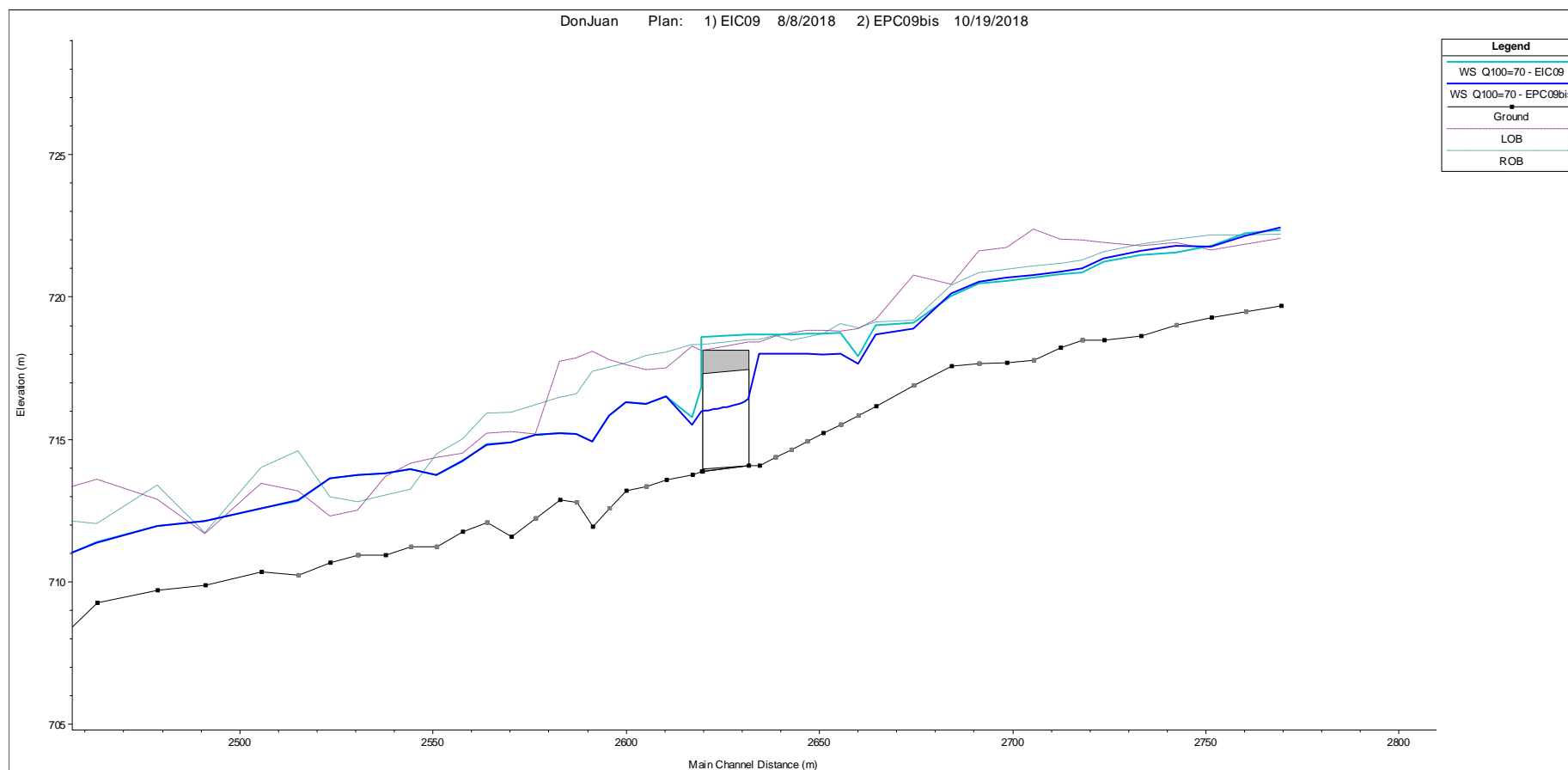


Figure 38: Ligne d'eau Etat projet Mesure C09

Ces mesures permettent l'abaissement de la ligne d'eau d'environ **50 à 60 cm** à l'amont du pont.



## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

#### 6.1.2 Zone C10

Aucun débordement n'est observé pour le débit de projet de  $Q=75 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Un état des lieux de la digue est nécessaire afin de s'assurer de la régularité du profil en long de la crête de digue et se prémunir de la présence d'éventuels « trous » non représentés sur le LIDAR. En l'état, la configuration du terrain (lit fortement encaissé et végétalisé), ne permet pas de se rendre compte des axes d'écoulement.

Les mesures préconisées consistent donc au défrichage et au nettoyage du lit, en procédant au déroctage de blocs rocheux sur la zone d'étude (une centaine de mètres en amont de la chute), afin de mener des investigations topographiques complémentaires.

En fonction des résultats des investigations complémentaires, des solutions pourront être préconisées telles que le renforcement d'une section de la digue par exemple.

## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

#### 6.1.3 Zone C11

Les mesures de la zone C11 visent à supprimer les débordements de la ravine (d'une part ceux provoqués par la conduite traversante en amont de l'ouvrage hydraulique, d'autre part ceux situés plus en aval, dus à la topographie en lit majeur) et garantissent aussi la protection de l'ouvrage contre les phénomènes d'érosion et affouillements dus aux fortes vitesses et à la formation de ressaut hydraulique consécutif des brusques ruptures de pente.

Nom	Description	Linéaire	Remarques
Mesure 1	Suppression de la conduite traversante		La conduite existante ainsi que son massif d'ancrage seront retirés (elle n'est plus en service)
Mesure 2	Reprise du radier et modification du profil en long (sous réserve Géotechnique)		Suppression des débordements sur le parking
Mesure 3	Retrait des blocs rocheux en amont de l'ouvrage, et retrait des dépôts rocheux présents en aval		Amélioration de l'entonnement dans l'ouvrage
Mesure 4	Création d'une structure de dissipation en aval de l'ouvrage	20 m	Maîtriser l'écoulement à forte vitesse et la dissipation d'énergie
Mesure 5	Création d'un merlon en rive droite	40 m	Solution pour le débordement n°2, 180 m en aval de l'ouvrage traversant

Tableau 2 : mesures - zone C11

#### Mesure 1 :

La première mesure consiste à supprimer la conduite traversante (amont de la RD3) afin d'agrandir la section capable du lit à l'amont de l'ouvrage.  
Cote approximative de la conduite actuelle : 570 m NGF.



## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

La ligne d'eau résultante du déplacement de la conduite est présentée sur la figure ci-dessous :

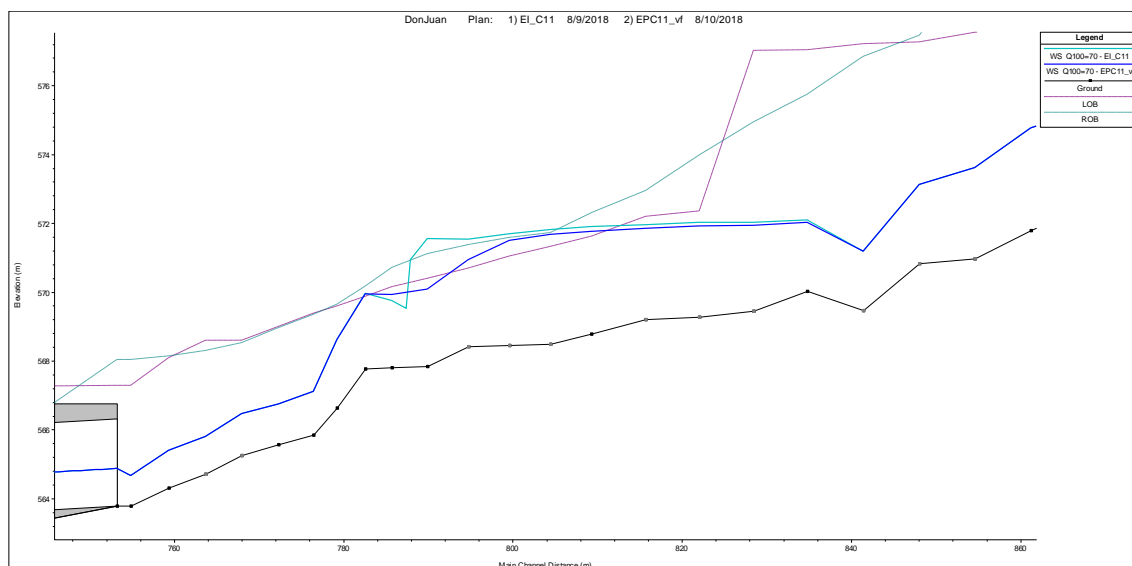


Figure 39 : ligne d'eau projet (après mesure n°1)

Le retrait de la conduite permet ainsi d'abaisser significativement la ligne d'eau au droit de celle-ci. Néanmoins des débordements subsistent en rive gauche.

#### Mesure 2 :

Afin de supprimer les débordements résiduels en rive gauche, il est proposé la reprise du radier au droit du parking. Cette mesure devra être validée en préalable par des sondages géotechnique, de sorte à s'assurer que le substrat est stabilisé sous la couche actuelle. Dans le cas contraire, la mise en place d'un mur moellon en limite du parking pourrait être envisagée.

#### Mesure 3 :

L'analyse terrain lors de l'état des lieux a permis de repérer la présence de gros blocs rocheux entre la conduite traversante et l'ouvrage de la RD. Ces blocs seront retirés afin de rétablir la section hydraulique du lit mineur. De même, les dépôts présents à l'aval de l'ouvrage, à la liaison entre le radier béton et le lit mineur naturel, devront être retirés.

#### Mesure 4 :

Comme vu lors de l'expertise de terrain, des traces importantes d'érosion sont visibles en aval de l'ouvrage, au niveau de l'extrémité aval du radier béton. (cf. photo Figure 12). Ce phénomène a été identifié par le modèle qui montre la formation d'un ressaut hydraulique en aval de la RD3, signe d'une brusque dissipation d'énergie.

La prolongation du radier béton n'aurait pour effet que le déplacement du ressaut hydraulique plus en aval, et déplacerait également les problèmes d'érosion quelques mètres plus loin.

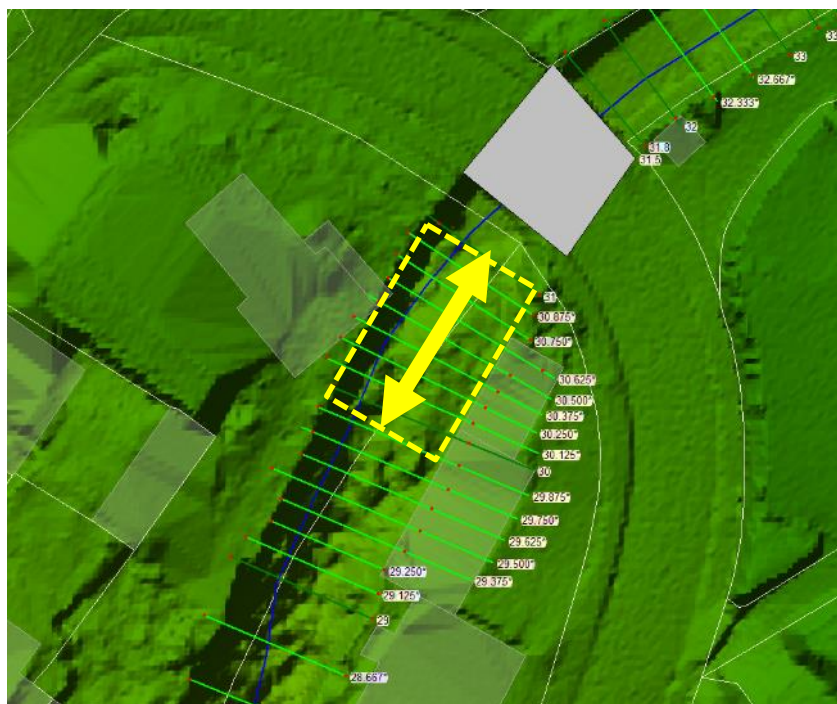
Afin d'assurer que la formation du ressaut s'effectue au niveau du radier béton et la protection contre les phénomènes d'affouillements et d'érosion, notamment en pied des murs maçonnés rive gauche et rive droite et du dépôt d'importants blocs rocheux, il est nécessaire de prévoir la création d'une **structure de dissipation**, qui va permettre de calmer l'écoulement et abaisser les vitesses d'écoulement (qui sont de l'ordre de 8 à 10 m/s).

Cette structure se composera d'un radier, d'une longueur d'environ 20 m, de rugosité équivalente à celle du lit mineur situé en aval. Afin d'atteindre cette rugosité, ce radier sera composé d'une

## Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

base béton et de blocs rocheux saillants, permettant ainsi de maîtriser les fortes vitesses d'écoulement.

Le profil en long ci-dessous ainsi que le tableau permet d'évaluer les profondeurs de surcreusement nécessaires, par rapport au terrain naturel. La cote du fond de la fosse est située à **562 m NGR**.



**Figure 40 : vue en plan de l'emprise de la structure dissipatrice**

### Mesure 5 :

Afin de supprimer les débordements de la ravine ayant lieu en rive droite, à l'aval de l'ouvrage, (débordement n°2), la création d'un merlon, sur une longueur d'environ 40 mètres peut être envisagée. Ce dernier aura une hauteur inférieure à 1 mètre.

## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

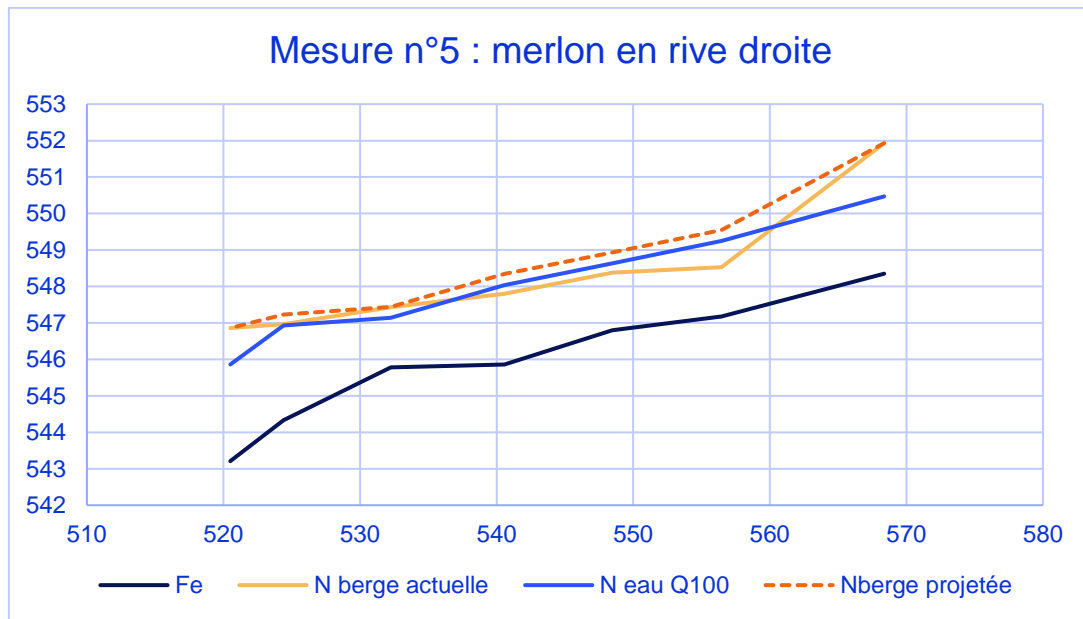


Figure 41 : profil en long du merlon projeté

Le niveau de crête a été estimé en considérant une **revanche de 30 cm** par rapport à la ligne d'eau centennale.

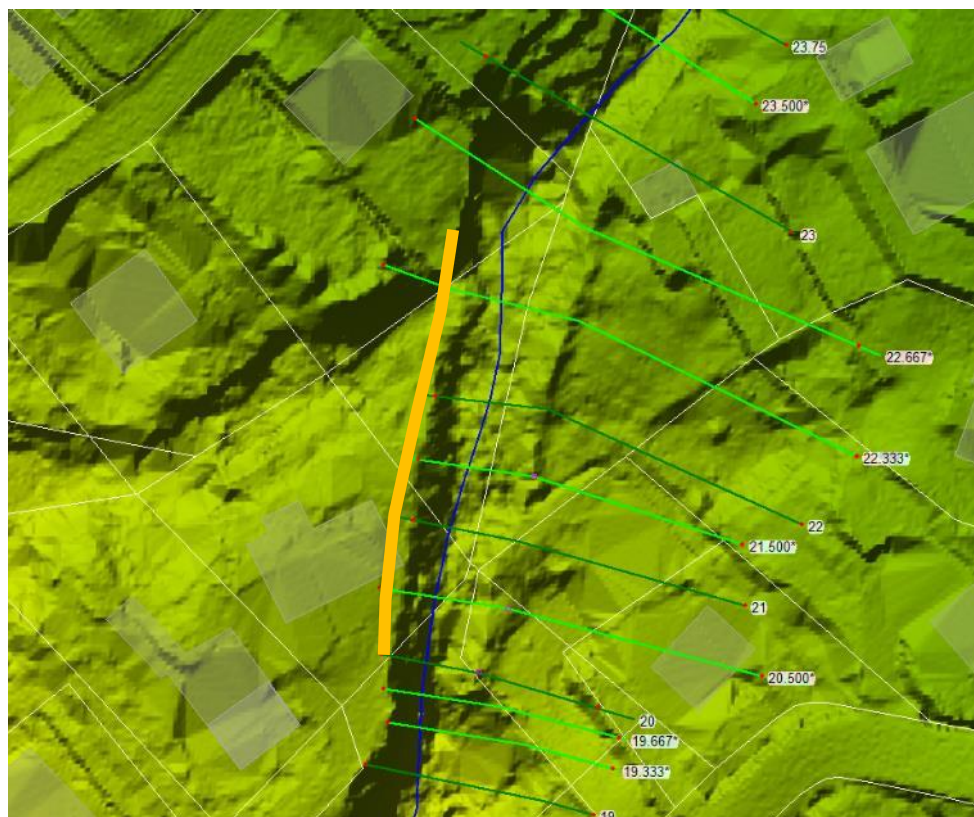


Figure 42 : vue en plan du merlon projeté



## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

	X	N berge actuelle	N eau Q100	Nberge projetée	Fe	Réhaussement (m)
<b>RS22.333</b>	568.37	551.93	550.47	551.93	548.35	0
<b>RS22</b>	556.47	548.53	549.25	549.55	547.18	1.02
<b>RS21.5</b>	548.47	548.38	548.63	548.93	546.8	0.55
<b>RS21</b>	540.56	547.8	548.04	548.34	545.86	0.54
<b>RS20.5</b>	532.26	547.43	547.14	547.44	545.78	0.01
<b>RS20</b>	524.4	546.97	546.93	547.23	544.33	0.26
<b>RS19.667</b>	520.5	546.86	545.86	546.86	543.21	0

Figure 43 : hauteurs du merlon par rapport au TN actuel

## 7 PROPOSITION TECHNIQUE

### 7.1 Principes

Compte tenu des orientations théoriques décrites dans les chapitres précédents, nous avons retenu les hypothèses et principes suivants pour la réalisation des aménagements :

- C09 : Décalage d'une voie de circulation à l'aval pendant la durée des travaux, de sorte à conserver une circulation à double sens sur la RN3. Les travaux d'élargissement de l'ouvrage se feront par demi chaussée.
- C09 : Dans l'éventualité où une reprise de l'ouvrage ne serait pas réalisable, une alternative consisterait à conserver l'ouvrage actuel et à créer un bras de délestage en rive gauche comme indiqué sur la photo aérienne ci-dessous, en considérant une section équivalente. Ce bras de délestage serait alimenté par un déversoir latéral, en surverse du bras existant. La côte de la surverse devra être inférieure à la côte du tablier mais supérieure aux hauteurs d'eaux des crues fréquentes, de sorte à maintenir les écoulements majoritairement dans le bras existant.



Figure 44: Solution alternative C09

- C11 : L'ouvrage hydraulique actuel n'est pas sous dimensionné pour la Q100. Le radier béton permet de mettre en vitesse l'écoulement et de diminuer la hauteur d'eau au droit du pont.

## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

- Les endiguements se feront au moyen de murs en moellons maçonnés

Avantages :

- Limitation des emprises au sol, en site urbanisé (moins de 1 m de large au lieu de 5 à 7 m minimum !)
- Dimensionnement aisé
- Pérennité

## 7.2 Accès aux zones de travaux

### 7.2.1 Zone C09

Pour les mesures à mettre en place sur la zone C09, l'accès à la zone de travaux est direct depuis la RN3 et la propriété en limite de la ravine.



Figure 45: Accès à la zone de chantier C09



## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan



**Figure 46: Accès à la ravine (C09)**

La parcelle concernée par l'implantation de la piste d'accès est référencée 000BH423. Concernant le décalage en aval de la circulation, le temps des travaux, la parcelle concernée est la 000BH1448. A minima, des conventions de passage devront être établies avec les propriétaires des parcelles privées lors de la réalisation des travaux.

## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

#### 7.2.2 Zone C10

L'accès le plus simple à la ravine se fait par l'impasse Galilée situé à l'intérieur d'une résidence. Cette impasse donne accès à la ravine via des parcelles cultivées.

La parcelle concernée est référencée 000BE1341.

A minima, des conventions de passage devront être établies avec les propriétaires des parcelles privées lors de la réalisation des travaux.



Figure 47: Vue de l'impasse Galilée



Figure 48: Accès à la ravine



## Rapport hydraulique

### Etude de faisabilité hydraulique et conception de la suppression des débordements de la ravine Don Juan

#### 7.2.3 Zone C11

L'accès à l'ouvrage hydraulique et à la ravine devrait pouvoir se faire directement depuis le parking du Leader Price pour ce qui concerne le retrait de la canalisation, et la reprise du radier.

Concernant la mise en place de la zone de dissipation, l'accès à la ravine à l'aval immédiat de l'ouvrage hydraulique est restreint par l'implantation de murs de part et d'autre du lit.

Plusieurs solutions sont envisageables :

- Négocier un droit d'accès avec une des parcelles avoisinantes afin d'avoir un accès direct à la ravine.
- Passer par l'ouvrage hydraulique mais cela implique pour l'entreprise de n'employer que des engins ayant un gabarit réduit.
- Profiter de la mise en place du mur à l'aval de l'ouvrage hydraulique afin de créer un accès à la ravine et de remonter dans le lit mineur. (Environ 200m en aval)



Figure 49: Accès à la ravine via le parking du Leader Price

Les parcelles concernées sont référencées 000EK110 et 000EK111.

## 7.3 Endiguement

Un dimensionnement empirique au moyen d'abaques donne, à ce stade, pour un mur de 2 m hors sol au maximum, une section maximum de 1.30 m à la base x 0.40 m en tête.

Le profil de l'arase de l'endiguement est calé à + 50 cm au-dessus du niveau de crue Q100.

Les fondations seront adaptées au cas par cas à la structure du sol sur lequel sera implanté le mur.



## 7.4 Estimation

Le montant prévisionnel des travaux (détail en annexes) serait de l'ordre de **935 k€ HT**.

Les quantités ont été calculées plus précisément que dans les fiches du PGRI.

Une provision pour travaux paysagers, plantations a été intégrée (à affiner ultérieurement), notamment comme éventuelles mesures de compensation visuelle pour les riverains.

Ce montant ne comprend pas (liste non exhaustive) :

- les frais d'acquisitions foncières
- les frais d'études complémentaires (géotechnique, topo...)
- l'indemnisation de l'exploitant maraicher
- etc...

## 8 SYNTHÈSE

- La solution présentée ici (sections, profils en long) est une solution hydraulique, qui sera adaptée en fonction des contraintes (géotechniques entre autres). Le modèle permet de se représenter les emprises et ordres de grandeurs.
- Le profil en long actuel apparaît inégal, avec des niveaux de berges très bas par endroit, et quelques irrégularités sur le profil en long du fil d'eau. Les solutions de reprise du radier afin d'augmenter les hauteurs disponibles nécessitent la destruction de la couche de basalte. Il est possible que ce basalte recouvre un sol sédimentaire, ce qui favoriserait les phénomènes d'érosion et de créations de trous qui sont déjà observés par endroit. Ces solutions sont donc soumises à une validation géotechnique préalable. En cas de présence d'un sous-sol friable, il peut être envisagé la mise en place d'un radier de substitution, présentant une macro rugosité équivalente.
- La conception des aménagements s'est attachée à limiter le plus possible la hauteur des digues créées. Ces hauteurs sont à confirmer après analyse de terrain, les hauteurs issues de l'étude se basant uniquement sur les données LIDAR disponibles.