



RECONSTRUCTION DE L'OUVRAGE D'ART SUR LA RAVINE BLANCHE – CHEMIN CHALET

ETUDE HYDRAULIQUE

MAI 2011

N° 4701205

SOMMAIRE

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS.....	1
2. DONNEES	3
3. DESCRIPTION DU SECTEUR D'ETUDE	4
3.1. L'OUVRAGE EN PLACE ET L'ESPACE RIVERAIN	4
3.1.1. <i>DESCRIPTION DE L'OUVRAGE EXISTANT</i>	<i>4</i>
3.1.2. <i>MORPHOLOGIE DE LA RAVINE A PROXIMITE DE L'OUVRAGE.....</i>	<i>5</i>
3.1.3. <i>OCCUPATION DE L'ESPACE RIVERAIN.....</i>	<i>6</i>
3.1.4. <i>RESEAUX.....</i>	<i>6</i>
3.2. HYDROGRAPHIE ET HYDROLOGIE	8
3.2.1. <i>HYDROGRAPHIE ET BASSIN VERSANT.....</i>	<i>8</i>
3.2.2. <i>HYDROLOGIE</i>	<i>10</i>
3.3. MORPHOLOGIE DE LA RAVINE BLANCHE AU NIVEAU DE L'OUVRAGE.....	10
3.3.1. <i>ALLURE GENERALE.....</i>	<i>10</i>
3.3.2. <i>PROFIL EN LONG AU NIVEAU DE L'OUVRAGE ACTUEL</i>	<i>11</i>
4. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE	13
4.1. METHODOLOGIE.....	13
4.1.1. <i>MODELE UTILISE</i>	<i>13</i>
4.1.2. <i>ELABORATION DU MODELE.....</i>	<i>13</i>
4.2. RESULTATS	15
5. SOLUTIONS D'AMENAGEMENT	16
5.1. AMENAGEMENTS PROPOSES.....	16
5.1.1. <i>AUGMENTATION DE LA SECTION</i>	<i>16</i>
5.1.2. <i>MODIFICATION DU PROFIL EN LONG.....</i>	<i>16</i>
5.2. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE APRES AMENAGEMENTS	18
5.2.1. <i>LIGNES D'EAU ET VITESSES</i>	<i>18</i>
5.2.2. <i>IMPACT HYDRAULIQUE DE L'OUVRAGE</i>	<i>20</i>
5.3. PRECONISATIONS	20

LISTE DES TABLEAUX

TABL. 1 -	DONNEES DISPONIBLES	3
TABL. 2 -	DEBITS DE CRUE DE LA RAVINE BLANCHE AU DROIT DU CHEMIN GERANIUM (PGRI TAMPON / SAINT-PIERRE 2009).....	10
TABL. 3 -	DEBITS DE CRUE DE LA RAVINE BLANCHE AU NIVEAU DU CHEMIN CHALET	10

LISTE DES FIGURES

FIG. 1.	SITUATION DE LA ZONE D'ETUDE	2
FIG. 2.	LOCALISATION DE L'OUVRAGE	7
FIG. 3.	BASSIN VERSANT DE LA RAVINE BLANCHE AU NIVEAU DU CHEMIN CHALET	9
FIG. 4.	PROFIL EN LONG DE LA RAVINE BLANCHE AUX ABORDS DE L'OUVRAGE	12
FIG. 5.	IMPLANTATION DES PROFILS EN TRAVERS.....	14
FIG. 6.	LIGNES D'EAU EN ENTREE D'OUVRAGE	15
FIG. 7.	PROFIL EN LONG DE LA RAVINE BLANCHE APRES AMENAGEMENTS.....	17
FIG. 8.	PROFIL EN TRAVERS DES LIGNES D'EAU ET DE CHARGE APRES AMENAGEMENTS.....	18
FIG. 9.	PROFIL EN LONG DES LIGNES D'EAU ET DE CHARGE APRES AMENAGEMENTS	19

oOo

1.CONTEXTE ET OBJECTIFS

Afin de sécuriser les usagers du chemin Chalet et riverains en cas de fortes pluies, la commune du Tampon, Maître d'Ouvrage de la voirie, souhaite supprimer les débordements de la Ravine Blanche sur son franchissement du chemin Chalet. Pour cela, le remplacement de l'ouvrage existant, de capacité hydraulique insuffisante, apparait nécessaire.

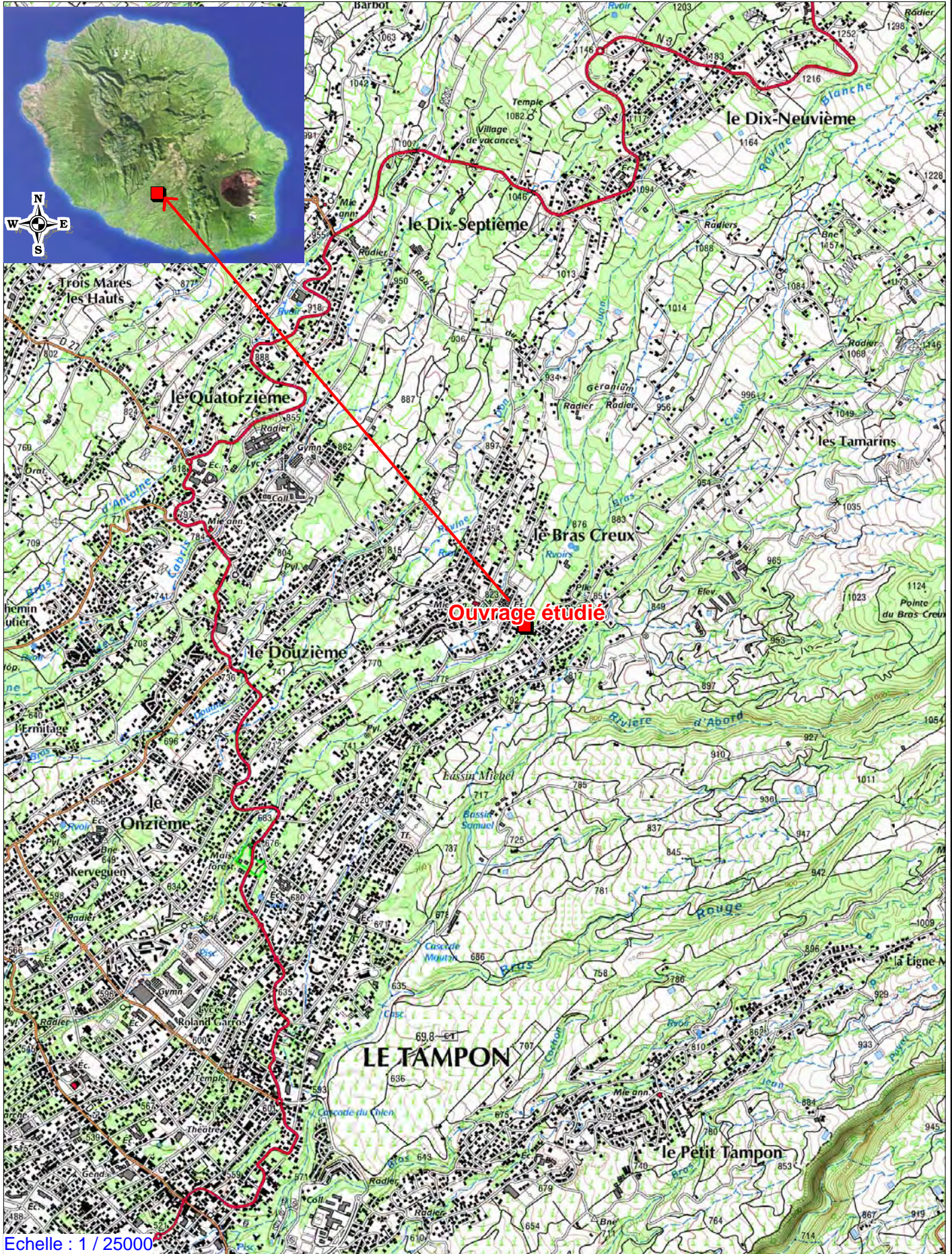
Dans ce contexte, la commune du Tampon a confié au groupement GETEC OI / SOGREAH une mission complète de maîtrise d'œuvre dont un des volets consiste à réaliser une étude hydraulique destinée à dimensionner le gabarit du futur ouvrage à mettre en place.

Cette étude fait l'objet du présent document et a pour principaux objectifs :

- ↳ D'appréhender finement le fonctionnement hydraulique de la ravine au voisinage de la zone de projet en état actuel ;
- ↳ De définir une solution d'ouvrage permettant de supprimer les risques de submersion de la chaussée lors d'un épisode de crue centennale, en s'assurant que l'incidence des solutions proposées n'entraîne pas un accroissement des risques au voisinage aval de la zone de projet.

A titre d'information, la figure n°1 en page suivant te indique la localisation du projet.

Figure 01 - PLAN DE SITUATION



Echelle : 1 / 25000

2. DONNEES

Les principales données exploitées dans le cadre de cette étude sont listées dans le tableau suivant :

Tabl. 1 - DONNEES DISPONIBLES

Réf.	Intitulé	Auteurs	Maître d'ouvrage	Date
/1/	Levé topographique au 1/200 de l'ouvrage de franchissement de la Ravine Blanche sur le chemin Chalet	Cabinet Veyland	Commune du Tampon	Oct. 2010 (actualisation avril 2011)
/2/	BD TOPO et BD ORTHO	IGN	IGN	2008
/3/	Diagnostic ouvrages Ravines Blanche et Don Juan – Etude de faisabilité	I.C.R	Commune du Tampon	Nov. 2010
/4/	Etude PGRI Tampon / Saint-Pierre	SAFEGE	DDE 974	Aout 2009
/5/	Etude PGRI Tampon / Saint-Pierre – Rapport complémentaire	MASCAREIGNES GEOLOGIE	DDE 974	Jan. 2010
/6/	Cadastre		Commune du Tampon	2010
/7/	SCAN 25 © IGN Réunion	IGN	IGN	2008

3. DESCRIPTION DU SECTEUR D'ETUDE

Afin de compléter les informations qui nous ont été transmises (Cf. bibliographie en page 3), une reconnaissance de terrain a été menée sur le secteur concerné en avril 2011.

Elle a notamment permis :

- ↪ De visualiser l'ouvrage actuel ainsi que la ravine aux abords de ce dernier en termes de nature de fond et des berges, densités de végétation, singularités, etc. ;
- ↪ D'apprécier l'occupation actuelle des sols, en particulier aux abords de l'ouvrage existant ;
- ↪ De repérer visuellement les réseaux existants interférant avec la zone d'étude.

3.1. L'OUVRAGE EN PLACE ET L'ESPACE RIVERAIN

3.1.1. DESCRIPTION DE L'OUVRAGE EXISTANT

Le chemin Chalet franchit la Ravine Blanche à l'aide d'un ouvrage cadre dont les dimensions sont les suivantes : largeur = 7 m et hauteur = 3,40 m. Cet ouvrage est équipé de murs d'entonnement en moellons sur l'amont et sur l'aval.

La largeur de la ravine est ainsi réduite de 17 m de large environ à 7 m (largeur du passage dans l'ouvrage).

Photo 1 VUE AVAL DE L'OUVRAGE



3.1.2. MORPHOLOGIE DE LA RAVINE A PROXIMITE DE L'OUVRAGE

Sur la zone d'étude, la ravine se caractérise par :

- ↪ Une forte pente ;
- ↪ La présence de plusieurs chutes dont une immédiatement à l'aval de l'ouvrage ;
- ↪ Un fond de lit essentiellement constitué d'une dalle basaltique ;
- ↪ Des berges partiellement revêtues de blocs, a priori issus du déroctage de la ravine, qui forment localement une digue ;
- ↪ Une végétation principalement présente en haut de berge.

Photo 2 FOND DU LIT DE LA RAVINE BLANCHE A PROXIMITE DE L'OUVRAGE



Photo 3 BERGES DE LA RAVINE BLANCHE A L'AVAL DE L'OUVRAGE



3.1.3. OCCUPATION DE L'ESPACE RIVERAIN

Le lit est bordé de plusieurs habitations notamment en rive droite où la distance entre les habitations et les berges est faible. En rive gauche, la ravine est longée par le chemin Chalet.

En aval immédiat rive droite de l'ouvrage actuel, on recense une habitation au droit de laquelle la berge apparaît protégée par un amas de blocs rocheux non liaisonné qui, visuellement, apparaît assez stable bien que la pente du talus soit forte. Son accès se fait depuis le chemin Chalet à proximité de l'ouvrage.

3.1.4. RESEAUX

Les données relatives à l'implantation des réseaux France Télécom, EDF, EU et AEP sont en cours de récupération.

On peut toutefois mentionner d'ores et déjà que plusieurs réseaux traversent la ravine sur le chemin Chalet :

- ↪ Un réseau AEP en fonte traverse l'ouvrage ;
- ↪ Un réseau télécom traverse la ravine en aérien ;
- ↪ Un réseau électrique traverse la ravine en aérien ;
- ↪ Un réseau d'eau pluviale traverse la chaussée d'amont en aval en rive gauche de la Ravine Blanche et débouche dans le mur d'entonnement en aval de l'ouvrage.

La figure n°2 fournie page suivante précise la situation de l'ouvrage sur la zone d'étude.



3.2. HYDROGRAPHIE ET HYDROLOGIE

3.2.1. HYDROGRAPHIE ET BASSIN VERSANT

Le bassin versant de la Ravine Blanche, au droit du chemin Chalet, présente une superficie de 12,2 km² et remonte jusqu'à la crête de la Rivière des Remparts (Cf. figure n°3 page suivante).

Il se caractérise par une pente moyenne de l'ordre de 11 % à hauteur de la zone d'étude.

3.2.2. HYDROLOGIE

Les dernières estimations des débits de crue sur la Ravine Blanche proviennent du PGRI de la planète Tampon / Saint-Pierre daté de 2009. Les débits ont été calculés pour différents sous-bassins versants.

Le sous-bassin versant le plus proche du chemin Chalet est celui du chemin Géranium situé à moins de 1 km en amont et présentant une surface assez similaire (11,9 km²). Les débits estimés en ce point ont été repris pour calculer ceux représentatifs de la zone de projet.

Tabl. 2 - DEBITS DE CRUE DE LA RAVINE BLANCHE AU DROIT DU CHEMIN GERANIUM (PGRI TAMPON / SAINT-PIERRE 2009)

Période de retour	10 ans	50 ans	100 ans
Débit (m ³ /s)	190	390	447

Au niveau du chemin Chalet, les débits ont été estimés par la formule suivante qui permet d'extrapoler les débits en fonction de la surface du sous bassin versant :

$$Q = A \times S^{0,75}$$

Le coefficient A est calculé, pour chaque période de retour, pour le sous bassin versant du chemin Géranium. Il est ensuite appliqué au bassin versant de la Ravine Blanche au niveau du chemin Chalet. Q est en m³/s et S en km².

Les résultats obtenus au niveau de chemin Chalet sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tabl. 3 - DEBITS DE CRUE DE LA RAVINE BLANCHE AU NIVEAU DU CHEMIN CHALET

Période de retour	10 ans	50 ans	100 ans
Débit (m ³ /s)	200	400	460

3.3. MORPHOLOGIE DE LA RAVINE BLANCHE AU NIVEAU DE L'OUVRAGE

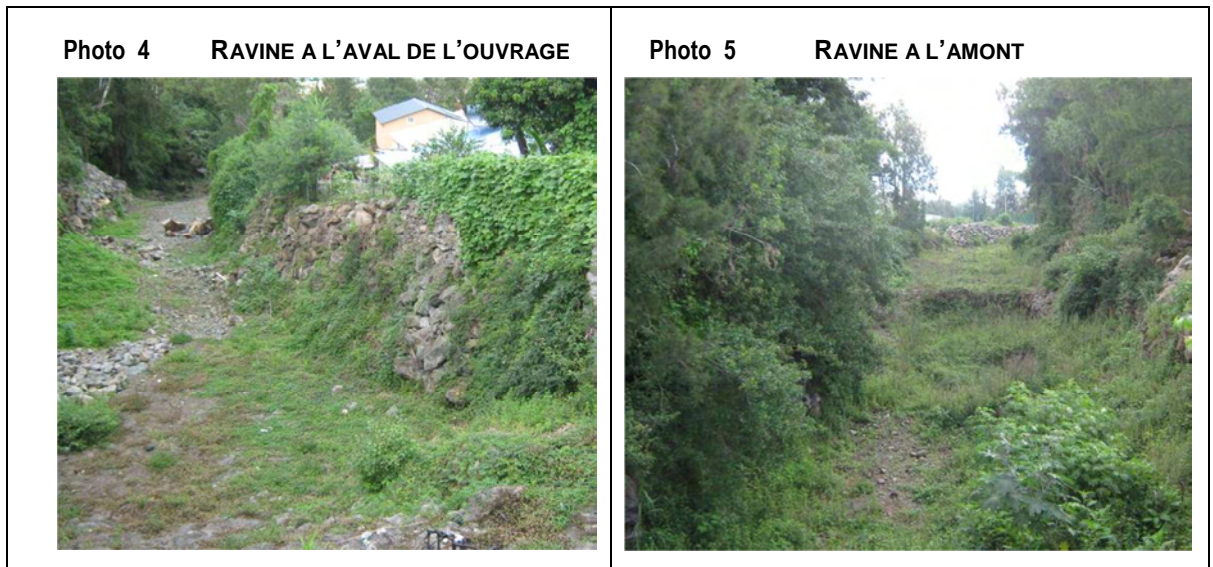
3.3.1. ALLURE GENERALE

Sur la zone topographiée par le cabinet Veyland (environ 60 m de part et d'autre de l'ouvrage existant), la Ravine Blanche présente une largeur comprise entre 18 et 25 m.

Ses berges ont une pente régulière de l'ordre de 1H pour 1V. Cette forte pente conduit à quelques affouillements locaux visibles en aval rives droite et gauche.

Le substratum basaltique est apparent en fond de lit en amont et en aval du radier (cf. photo 4 page11).

On notera également que sur l'amont de l'ouvrage, la ravine est fortement végétalisée sur les hauts de berge.



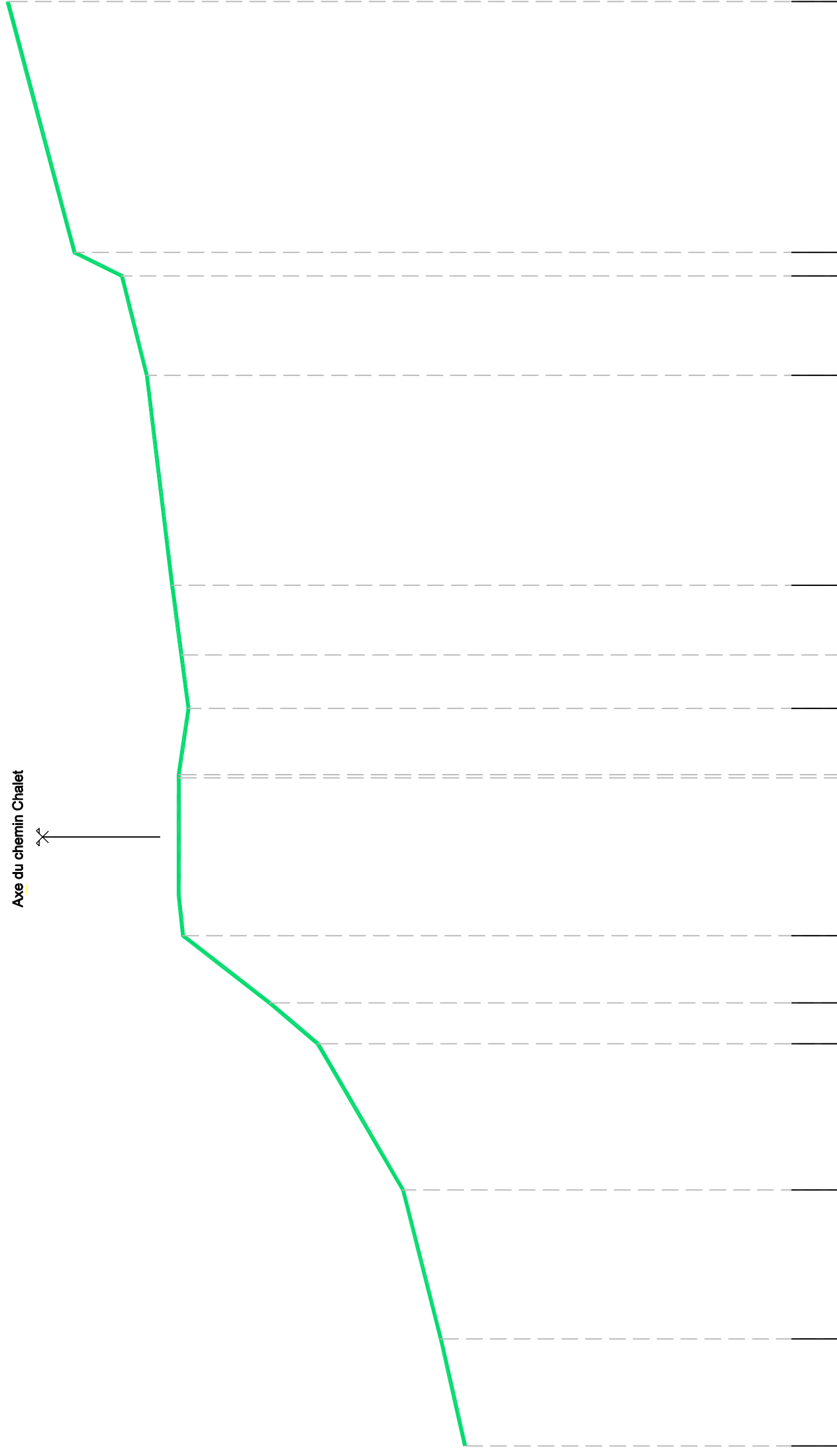
3.3.2. PROFIL EN LONG AU NIVEAU DE L'OUVRAGE ACTUEL

Le profil en long est présenté en page suivante.

Son analyse appelle les commentaires suivants :

- ↪ La pente moyenne en amont est d'environ 8 % puis nulle en amont immédiat de l'ouvrage ;
- ↪ La pente moyenne en aval de l'ouvrage est d'environ 20 % ;
- ↪ Chute d'une hauteur de 5 m en sortie d'ouvrage.

Axe du chemin Chalet



Echelle en X : 1/500

Echelle en Y : 1/200

— Profil actuel de la ravine

PC : 801.00 m

Altitudes TN	818.05	817.02	818.53	821.93	827.31	827.49	827.10	827.75	828.76	829.76	834.32	
Distances partielles Projet		10.680	14.680	14.610	10.780	15.770	6.860	6.330	6.870	20.970	9.940	27.420
Distances cumulées Projet	0.000	10.680	25.570	40.180	50.960	66.730	73.680	79.010	85.980	106.950	116.890	144.310

4. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE

Un modèle numérique a été mis en œuvre dans le cadre de la présente étude.

L'objectif du modèle à l'état actuel est :

- ↪ De comprendre le fonctionnement hydraulique global de la ravine ;
- ↪ D'apprécier la capacité du lit et de l'ouvrage actuel au regard des débits de pointe attendus en crue ;
- ↪ De déterminer les risques de débordement.

4.1. METHODOLOGIE

4.1.1. MODELE UTILISE

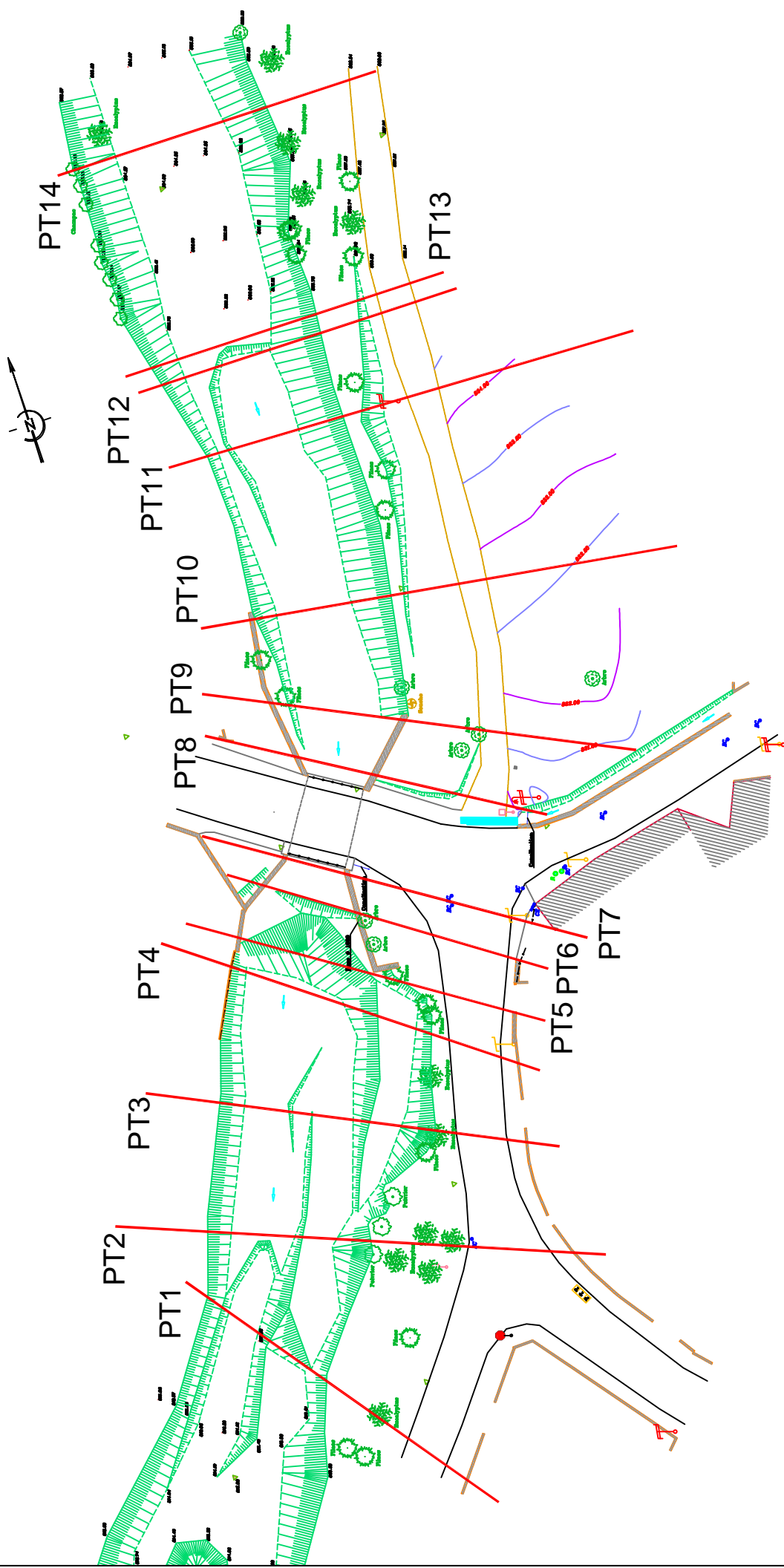
Le logiciel utilisé est HEC-RAS 4.0, développé par l'US Army Corps of Engineers. Ce logiciel, qui a été utilisé en régime permanent (débit constant égal au débit de référence), gère les changements de régime d'écoulement (passage du régime fluvial au régime torrentiel ou inversement), et permet la prise en compte de nombreux types d'ouvrages (ponts, seuils, etc.).

Les points de calculs ont été implantés de façon à décrire au mieux les singularités du lit : rétrécissement, élargissement, rupture de pente dans le profil en long, etc.

4.1.2. ELABORATION DU MODELE

A partir des relevés topographiques du cabinet Veyland, nous avons extrait 14 profils en travers placés à chaque singularité du lit de la ravine (changement de sections, de directions ou de pentes). L'implantation de ces profils est présentée sur la figure page suivante.

Les débits de périodes de retour 10, 50 et 100 ans ont été simulés. Le coefficient de rugosité (Strickler) retenu pour le fond de la ravine et les berges est de 25.



MARCHE D'ETUDE POUR LA REALISATION D'UN OUVRAGE
DE FRANCHISSEMENT DE LA RAVINE BLANCHE

Commune du Tampon

Mai 2011

Ech : 1/ 500

4701205



Figure 5 - Localisation des profils en travers

4.2. RESULTATS

La figure ci-après illustre les résultats obtenus sous la forme d'un profil en travers indiquant les lignes d'eau au niveau de l'ouvrage actuel.

Les modélisations permettent de mettre en évidence les points suivants :

- ↪ L'ouvrage est largement sous-dimensionné : **sa submersion est totale dès la crue décennale. Pour une crue centennale, l'ouvrage est submergé sur plus 70 cm de hauteur ;**
- ↪ Les débordements peuvent occasionner des inondations sur des secteurs habités, notamment en rive gauche ;
- ↪ Les vitesses sont très importantes en amont et aval de l'ouvrage, parfois supérieures à 10 m/s. Du fait de la capacité limitée de l'ouvrage, celui-ci fait actuellement office de brise charge en faisant chuter la vitesse à environ 5 m/s localement. Les écoulements reprennent ensuite très rapidement leur vitesse initiale.

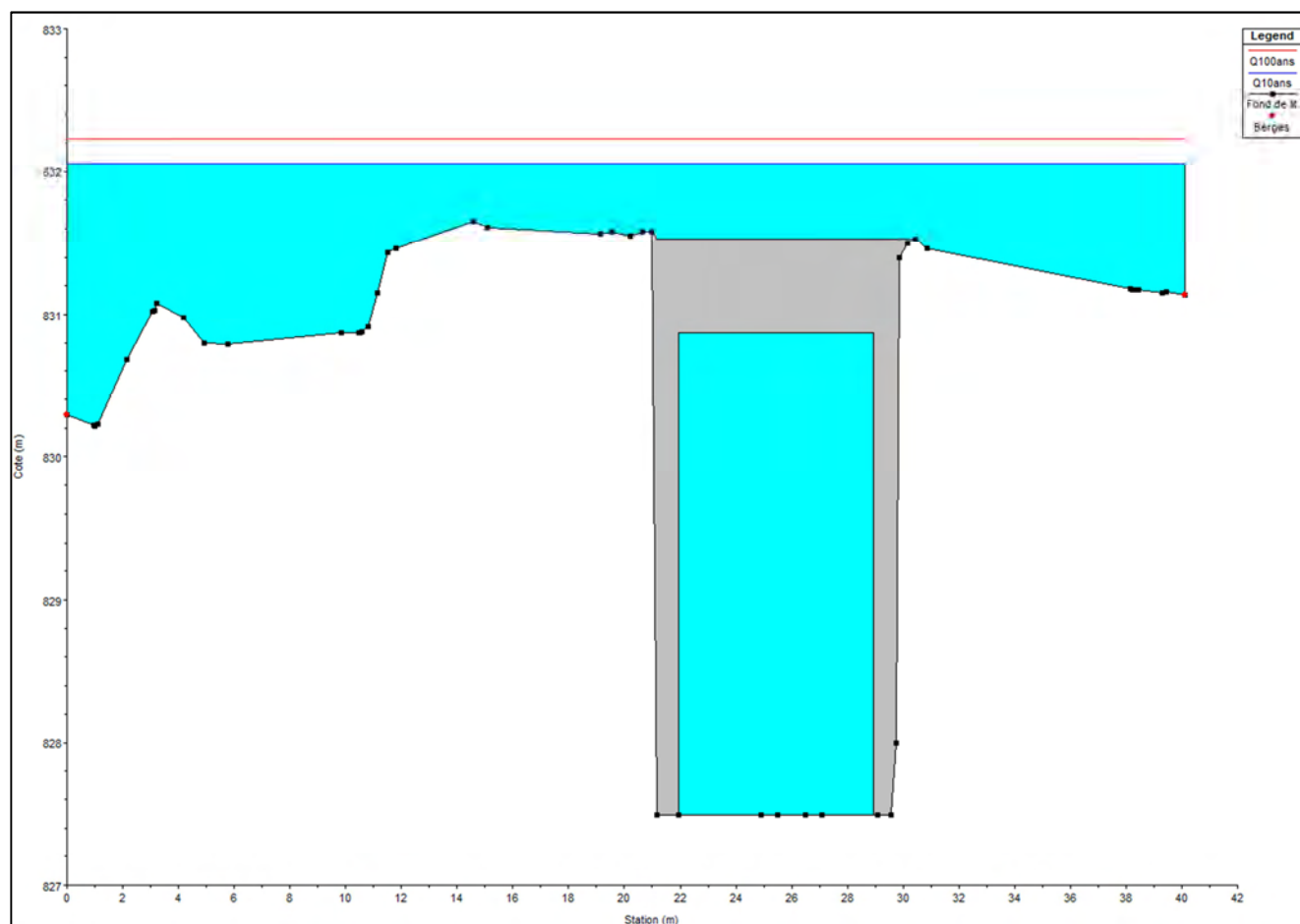


Fig. 6. LIGNES D'EAU EN ENTREE D'OUVRAGE

5.SOLUTIONS D'AMENAGEMENT

5.1. AMENAGEMENTS PROPOSES

L'objectif est le passage d'une crue de période de retour de 100 ans. Pour ce faire, deux options complémentaires d'aménagements ont été retenues :

- ↪ Augmentation de la section de l'ouvrage ;
- ↪ Modification du profil en long.

5.1.1. AUGMENTATION DE LA SECTION

L'ouvrage actuel étant fortement limitant, il est proposé d'augmenter autant que possible sa section hydraulique en fonction des contraintes du site. La section en entrée d'ouvrage aurait ainsi les dimensions suivantes :

- ↪ 15 m de largeur ;
- ↪ 4,2 m de hauteur en rive gauche et 5,1 m de hauteur en rive droite (valeurs liées au profil routier) ;
- ↪ 11,5 m de longueur ;
- ↪ Pente de 4,8 % à l'intérieur de l'ouvrage.

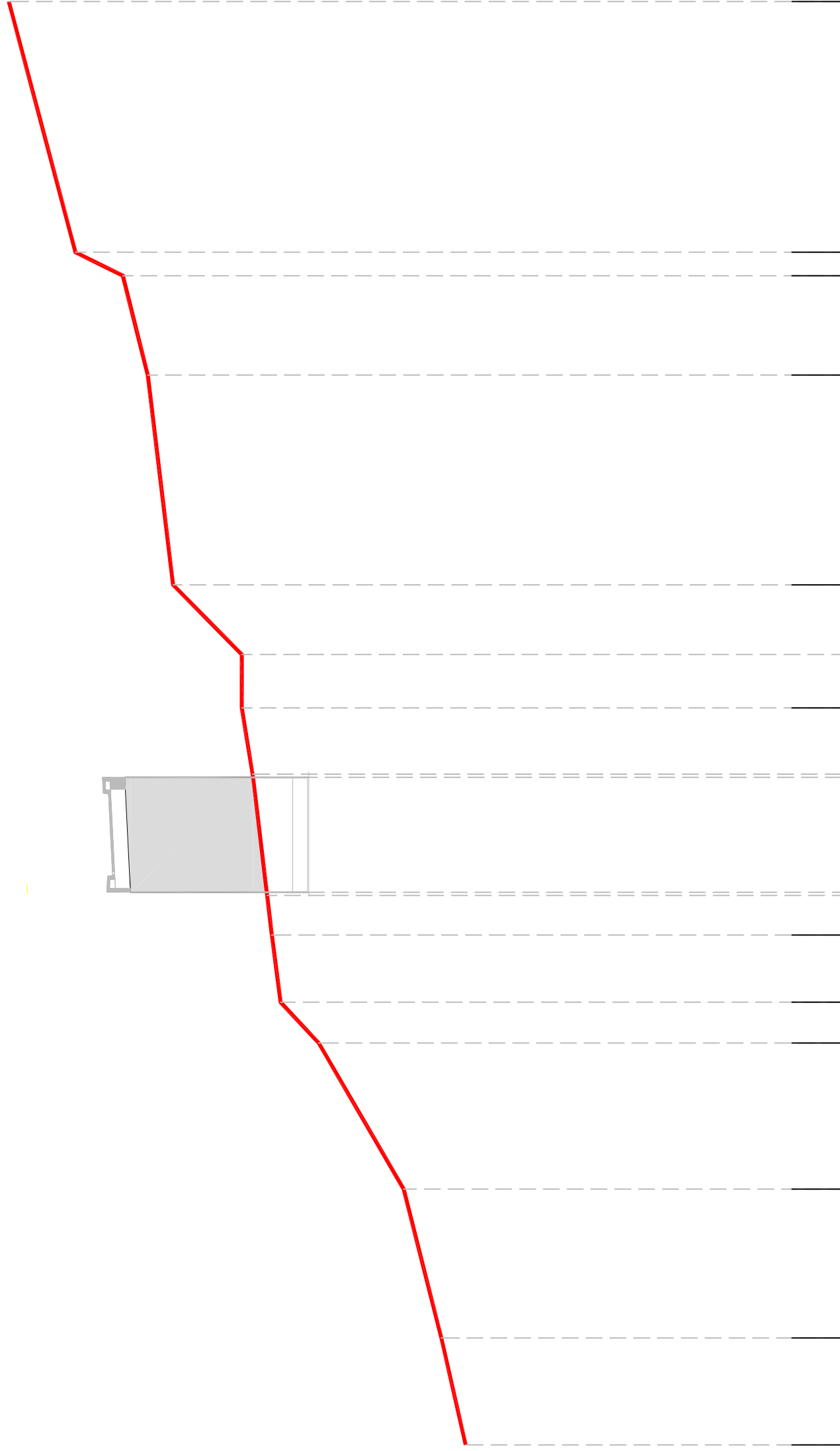
5.1.2. MODIFICATION DU PROFIL EN LONG

Du fait de l'impossibilité d'augmenter la largeur de l'ouvrage cadre au-delà de 15 m, du fait des contraintes du site, il est nécessaire de modifier le profil en long du cours d'eau pour permettre le passage d'une crue centennale.

La pente dans le secteur de l'ouvrage est renforcée à 5 % pour obtenir des vitesses permettant le passage de la crue. La cote de fond du lit en entrée d'ouvrage est abaissée à 824,55 m NGR contre 827,49 m NGR aujourd'hui.

L'entonnement ainsi que le fond du lit au droit de l'ouvrage ont été assimilés à des enrochements liés lors de la modélisation avec un coefficient de rugosité de 15.

La figure en page suivante permet de comparer le nouveau profil en long avec la situation initiale.



Echelle en X : 1/500

Echelle en Y : 1/200

— Profil projet de la ravine

PC : 801.00 m

Altitudes Projet	818.05	817.02	818.53	821.93	823.80	824.55	825.00	825.00	827.75	828.78	829.78	834.32
Distances partielles Projet		10.880	14.880	14.610	10.780	15.770	6.950	6.330	6.970	20.970	9.940	27.420
Distances cumulées Projet	0.000	10.880	25.570	40.180	50.960	66.730	73.680	79.010	85.980	106.950	116.890	144.310



Commune du Tampon
Mai 2011

MARCHE D'ETUDE POUR LA REALISATION D'UN OUVRAGE DE FRANCHISSEMENT DE LA RAVINE BLANCHE
Figure 7 - Profils en long projet de la ravine Blanche

Ech : N/C
4701205

5.2. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE APRES AMENAGEMENTS

5.2.1. LIGNES D'EAU ET VITESSES

Les dimensions du futur ouvrage associées à la nouvelle configuration du lit telles qu'évoquées au chapitre précédent permettent le passage d'une crue de fréquence centennale avec quasiment 1 m de revanche sur la ligne d'eau.

Toutefois, les vitesses seront extrêmement importantes dès la crue décennale (7 m/s) pour atteindre 10 m/s pour un événement centennial. Les hauteurs de charge sont donc supérieures au tablier de l'ouvrage : en cas d'obstruction ou d'obstacles dans le lit, l'ouvrage sera instantanément submergé, la revanche n'étant pas suffisante.

Seule la crue décennale possède une hauteur de charge compatible avec la section du pont.

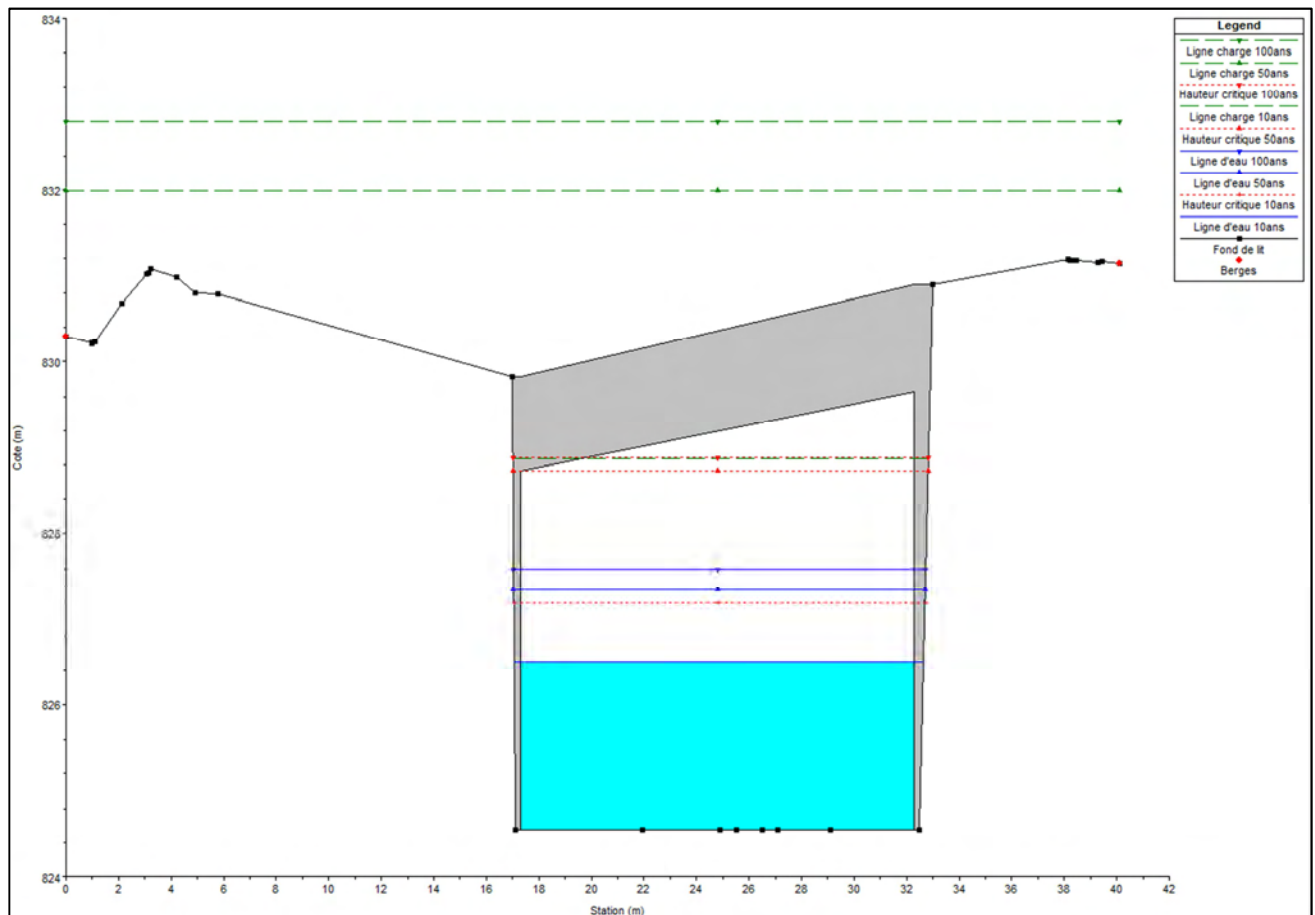


Fig. 8. PROFIL EN TRAVERS DES LIGNES D'EAU ET DE CHARGE APRES AMENAGEMENTS

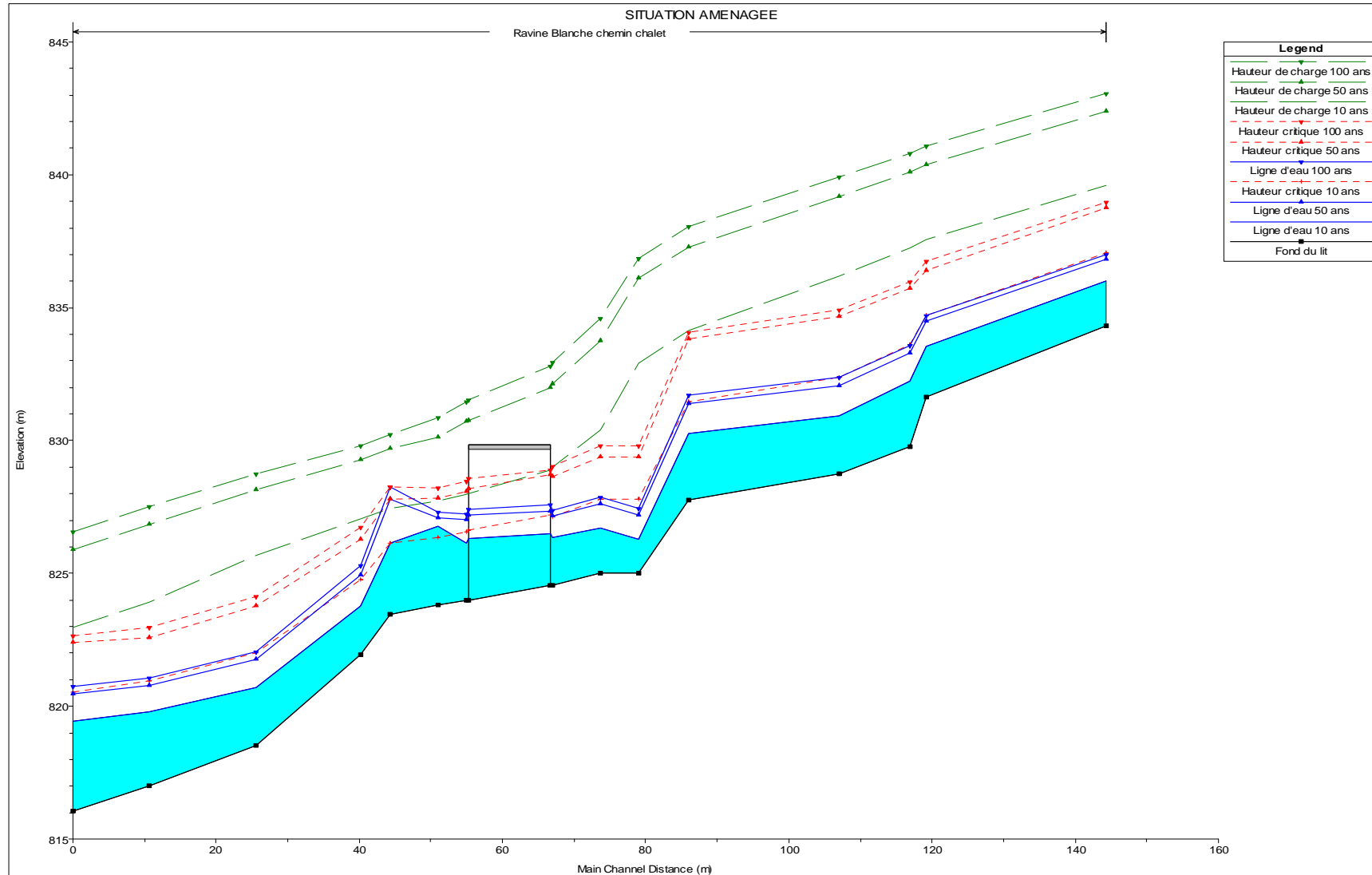


Fig. 9. PROFIL EN LONG DES LIGNES D'EAU ET DE CHARGE APRES AMENAGEMENTS

5.2.2. IMPACT HYDRAULIQUE DE L'OUVRAGE

Les impacts attendus sont les suivants :

- ↪ **Augmentation importante des vitesses** au droit de l'ouvrage, de l'ordre de 10 m/s par rapport à la situation actuelle (5 m/s). **Toutefois les vitesses initiales étaient réduites du fait de la faible capacité de l'ouvrage actuel et de la faible pente en amont de ce dernier.** Les valeurs constatées après aménagements seront donc similaires à celles rencontrées en aval et amont du chemin Chalet. La construction de ce nouvel ouvrage n'entraînera donc pas d'augmentation des risques d'érosion à l'aval du projet ;
- ↪ Baisse des niveaux de crue et suppression des débordements au droit de la zone de projet du fait du reprofilage du lit.

5.3. PRECONISATIONS

Les fortes vitesses constatées appellent les remarques suivantes :

- ↪ Nécessité de créer un entonnement le plus droit possible en amont de l'ouvrage en évitant tout changement brutal de section. Celui-ci pourrait avoir les caractéristiques suivantes :
 - Mur d'entonnement en béton jusqu'à la chute en amont de l'ouvrage ;
 - Protections de berges en enrochements liés à partir de la chute en amont de l'ouvrage ;
 - Protection de fond du lit en enrochements liés **si absence de dalle basaltique** : l'emprise du tapis en enrochements liés sera définie en fonction de la nature du sous-sol. Si le substratum rencontré est dur, la présence d'une protection en enrochements liés n'est pas nécessaire ;
- ↪ Ouvrage et protections de berges capables de résister à des vitesses supérieures à 10 m/s ;
- ↪ **Entretien régulier du lit en amont : comme évoqué précédemment, le moindre obstacle ou obstruction pourra provoquer la submersion de l'ouvrage ;**
- ↪ Une fosse de dissipation pourra éventuellement mise en œuvre à l'aval de l'ouvrage pour réduire les risques d'érosion actuellement constatés.