



Province Sud - Direction du Développement Rural

Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino

RAPPORT



AF15-0304 /O/H-R01
CD18-1008
Indice : 05

Décembre 2018

S.E. A2EP - tél (687) 27 55 00
R.C.S. Nouméa 2002 B 656 280 (2002 B 179)
14, rue Edouard Glasser – Motor Pool
BP 8176 – 98 807 NOUMEA
www.a2ep.nc

Client	Province Sud - Direction du Développement Rural
Interlocuteur	Vincent THIEFFINE – Christophe LAROCHE
Titre du document	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino
Sous-titre du document	RAPPORT
Numéro de l'affaire	AF15-0304 /O/H-R01
Numéro de document	CD18-1008
Indice	Indice : 05
Chargé d'affaire	BOUNAMOUS-DAUBLAIN Frédéric
Date de mise à disposition du rapport	Décembre 2018
Coordonnées X,Y (RGNC Lambert)	X : 381 380, Y : 276 695
Mots clés	Zones inondables, Hydraulique, Hydrologie
Nom du rédacteur :	Stéphane GAIJI / BOUNAMOUS-DAUBLAIN Frédéric
Nom du vérificateur :	BOUNAMOUS-DAUBLAIN Frédéric / Nicolas CAZE / GEORGES NDJOUNTCHE NJIKI

Indice	Date	Nature de la modification	Rédacteur	Vérificateur
00	11/05/2016	Etablissement rapport de phase 1	EA	FBD
01	29/07/2016	Intégration commentaires COTEC sur rapport de phase 1	FSO	FBD
02	06/02/2017	Etablissement rapport de phase 2 Modélisation hydraulique	SG/FBD	FBD/NC
03	31/07/2017	Intégration commentaires COTEC sur rapport de phase 2	SG/FBD	FBD/NC
04	14/11/2017	Intégration commentaires complémentaires COTEC sur rapport de phase 2	FBD	GNN
05	12/12/2018	Intégration derniers ultimes commentaires COTEC et du COPIL sur rapport de phase 2	FBD	GNN

Table des matières

1	INTRODUCTION	8
2	RECENSEMENT DES DONNEES EXISTANTES	9
3	PRESENTATION GENERALE ET CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL	10
3.1	CONTEXTE GEOMORPHOLOGIQUE ET GEOLOGIQUE	10
3.2	CONTEXTE CLIMATIQUE	10
3.3	CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE	11
3.4	IDENTIFICATION DES ENJEUX SUR LES SECTEURS ETUDIES	14
4	ETUDE HYDROLOGIQUE	16
4.1	CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANT	16
4.2	ÉVALUATION DES DÉBITS DE CRUE DE RÉFÉRENCE	21
4.2.1	<i>VALEURS DE DEBITS DE REFERENCE RETENUES</i>	<i>21</i>
4.2.2	<i>CRUES HISTORIQUES</i>	<i>24</i>
5	BILAN DES DYSFONCTIONNEMENTS HYDRAULIQUES	27
5.1	BILAN DES DYSFONCTIONNEMENTS AUPRES DE LA COMMUNE	27
5.2	BILAN DES DYSFONCTIONNEMENTS AUPRES DES RIVERAINS	27
6	SOURCE TOPOGRAPHIQUE	29
6.1	LEVES TOPOGRAPHIQUES AERIENS	29
6.1.1	<i>LEVES AEROPHOTOGRAMMETRIQUES AU 1/2000</i>	<i>29</i>
6.1.2	<i>LEVES LIDAR</i>	<i>29</i>
6.2	LEVES TOPOGRAPHIQUES TERRESTRES DISPONIBLES	30
6.3	PROGRAMME DE LEVES TOPOGRAPHIQUES TERRESTRES COMPLEMENTAIRE EN 2016	30
7	MODELISATION HYDRAULIQUE	31
7.1	JUSTIFICATION DU TYPE DE MODELISATION	31
7.1.1	<i>LOGICIEL UTILISE</i>	<i>31</i>

7.1.2	MÉTHODOLOGIE DE MODÉLISATION.....	32
7.1.3	PARAMETRES DE MODELISATION	33
7.1.4	PRINCIPES DE CONSTRUCTION DU MODELE GLOBAL DE LA FOA ET DE LA FOCOLA	33
7.1.5	LIMITE DE LA MODELISATION HYDRAULIQUE	33
7.2	CONSTRUCTION DU MODÈLE DE LA FOA ET DE LA FOCOLA.....	34
7.2.1	CREATION DU MNT	34
7.2.2	INTEGRATION DES PROFILS EN TRAVERS LIT MINEURS.....	34
7.2.3	PRINCIPE DE L’OSSATURE DU MODÈLE GLOBAL DE LA FOA ET DE LA FOCOLA	35
7.2.4	PLAN SYNOPTIQUE DU MODÈLE GLOBAL	36
7.3	CONDITIONS AUX LIMITES AMONT ET AVAL.....	37
7.3.1	CONDITIONS AUX LIMITES AMONT.....	37
7.3.2	CONDITIONS AUX LIMITES AVAL	40
7.4	CALAGE DU MODELE SUR LES CRUES HISTORIQUES	41
7.4.1	SELECTION DES REPERES DE CRUES POUR LE CALAGE.....	42
7.4.2	AJUSTEMENT SUR LES VARIABLES DE RUGOSITE DE MANNING.....	48
7.4.3	AJUSTEMENT DES LOIS DE SURVERSES « SPILL » ET DES COEFFICIENTS DE DEBIT DES OUVRAGES	50
7.4.4	ANALYSE DU CALAGE SUR LE MODELE GLOBAL SUR LA FOA ET LA FOCOLA.....	50
7.4.5	ANALYSE DU CALAGE SUR LE SECTEUR DE LA FOA	52
7.4.6	ANALYSE DU CALAGE SUR LE SECTEUR DE LA FOCOLA.....	60
7.4.7	REVISION EVENTUELLE DES DEBITS ESTIMES POUR LES CRUES HISTORIQUES DE CALAGE.....	69
7.5	MODELISATION Q5, Q10, Q100 SUR LA ZONE DE LA FOA.....	69
7.5.1	LOCALISATION GLOBALE DES TRONÇONS MODELISÉS	70
7.5.2	LA FOA MEDIANE ET AVAL	71
7.5.3	LA FOA AMONT	74
7.5.4	LA FONWHARY EN AVAL DE LA RT1.....	76
7.5.5	LA POCQUEREUX.....	79
7.5.6	LA FO NI MOULOU AVAL	82
7.6	MODELISATION Q5, Q10, Q100 SUR LA ZONE DE LA FOCOLA	85
7.6.1	LOCALISATION DES TRONÇONS DE RIVIERES	86
7.6.2	LA FOCOLA.....	88

7.6.3	<i>LA MEE WA ARAWA</i>	91
7.6.4	<i>LA FO BWARI</i>	94
7.6.5	<i>LA FO WIBU</i>	96
7.7	AJUSTEMENT DES NIVEAUX DE CRUE CENTENNALE SUR LA ZONE DE LA FOCOLA	99
7.7.1	<i>FOCOLA AMONT</i>	100
7.7.2	<i>FOCOLA AVAL CONF FO WIBU</i>	101
7.7.3	<i>FOCOLA AMONT CONF FO BWARI</i>	102
7.7.4	<i>FOCOLA AVAL</i>	103
7.7.5	<i>AFFLUENT FO WIBU</i>	104
7.7.6	<i>AFFLUENT MEE WA ARAWA</i>	105
7.7.7	<i>AFFLUENT FO BWARI</i>	106
7.8	COMPARAISON AVEC LES NIVEAUX DE CRUE DE L'ETUDE HYDREX.....	107
7.9	ANALYSE DE SENSIBILITÉ AUX INCERTITUDES	108
7.9.1	<i>VARIATIONS MOYENNES</i>	109
7.9.2	<i>VARIATION MAXIMALES</i>	110
7.9.3	<i>CONCLUSION</i>	110
8	CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES	111
8.1	PRINCIPES DE CARACTERISATION DES ZONES INONDABLES.....	111
8.2	LIMITES DES ZONES INONDABLES A CARTOGRAPHIER	111
8.2.1	<i>TRONÇONS MODELISÉS ET CARTOGRAPHIES SUR LA FOA</i>	112
8.2.2	<i>TRONÇONS MODELISÉS ET CARTOGRAPHIES SUR LA FOCOLA</i>	113
8.3	CARTE DES HAUTEURS D'EAU EN CRUE CENTENNALE.....	114
8.4	ZONATION DES VITESSES	115
8.5	CARTE DES ALEAS.....	116




Liste des figures

Figure 1 : Emprise de la zone d'étude.	13
---	----

Figure 2 : Extrait du plan Local d'Urbanisme approuvé le 20/04/2018	15
Figure 3 : Localisation des principaux bassins versant du secteur d'étude.	17
Figure 4 : Localisation des sous-bassins-versants principaux du secteur « Est » de l'étude.....	18
Figure 5 : Localisation des sous-bassins-versants principaux du secteur « Ouest » de l'étude.....	19
Figure 6 : Localisation des sous-bassins-versants principaux de la FOCOLA.....	20
Figure 7 : Carte des dysfonctionnements hydrauliques recensés et des enjeux en présence sur le secteur de La Foa / Farino	28
Figure 8 : plan synoptique simplifié – localisation des tronçons de modélisation	38
Figure 9 : Vallée de la Focola - position des repères de crues exploités pour le calage sur l'orage du 17 février 2015.	66

Liste des tableaux

Tableau 1: Identification des enjeux des différents secteurs étudiés	14
Tableau 2 : Caractéristiques des bassins versants aux nœuds principaux	16
Tableau 3 : plage de valeurs de débits retenus aux nœuds principaux de LA FOA.....	23
Tableau 4 : Débits de pointe historiques aux nœuds principaux de LA FOA	26
Tableau 5 : Débits de pointe historiques aux nœuds principaux de LA FOCOLA	26
Tableau 6 : Tableau récapitulatif des débits entrants aux nœuds du modèle global (en m ³ /s)	39
Tableau 7 : Récapitulatif des valeurs de rugosité retenues par cours d'eau à l'issue du calage	49
Tableau 8 : bilan des résultats de calage avec les repères de crues retenues.....	51
Tableau 9 : pour chacun des principaux biefs, moyennes des variations de cote d'eau pour chaque paramètre testé	109
Tableau 10 : pour chacun des principaux biefs, valeurs maximales des variations de cotes d'eau pour chaque paramètre testé	110
Tableau 11 : Grille du croisement hauteurs d'eau / vitesses pour définir les aléas	116

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	<i>Page 8 sur 117</i>	

1 INTRODUCTION

Les inondations constituent un risque majeur sur le territoire calédonien. Elles sont principalement dues à des précipitations intenses (en général cycloniques) engendrant des crues très rapides et étendues.

La cartographie de l'aléa d'inondation vise à assurer la mise en sécurité des personnes en intégrant le risque inondation comme une contrainte d'aménagement, tout en prenant en compte le développement urbain de la commune.

Elle permet d'identifier les zones d'écoulement, au voisinage des lits mineurs, où la vitesse du courant est élevée, et les zones d'expansion de crue ou de stockage des eaux, où la vitesse d'écoulement est plus faible.

Les communes de La Foa et de Farino subissent régulièrement des inondations lors de passage de dépressions ou de cyclones tropicaux. La plupart des cours d'eau débordent dès la crue annuelle, et les inondations peuvent engendrer, pour des crues plus rares, des dégâts matériels conséquents ; elles présentent donc un risque élevé pour les biens et les personnes.

Afin de mieux identifier l'aléa d'inondation et de l'intégrer dans une politique d'aménagement raisonnée, la province Sud, maître d'ouvrage de l'opération, a engagé une étude relative à la définition de l'aléa d'inondation sur une partie de la commune de La Foa. Cette étude permet d'actualiser l'étude Hydrex (1996), qui s'était attachée à définir les zones inondables de la partie aval de la rivière La Foa. Elle permet également de finaliser les études de 2015 (A2EP) qui s'étaient intéressées à la définition des aléas parmi les affluents principaux de la rivière La Foa ainsi que sur la Focola et ses affluents. L'étude réalisée ainsi que les cartographies associées seront annexées au PUD de la commune et permettront une définition cohérente des zones à urbaniser.

Cette étude est pilotée par la Direction du Développement Rural (DDR), elle-même assistée par un groupe de travail, agissant en tant que comité technique de pilotage de l'étude, composé de représentants de la Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales (DAVAR) et des mairies de La Foa et Focola.




Six secteurs sont concernés par cette étude :

- La Foa (partie amont et aval) / Pocquereux
- Fonwhary
- La Focola et ses affluents

Puis, en consolidation :

- La Foa village, comprenant les cours d'eau Fo Moin et Fo Bio
- Fo Nily
- Fo Nimoulou

Cette étude est constituée de trois phases :

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	<i>Page 9 sur 117</i>	

- Phase 1 : bibliographie / reconnaissances de terrain / étude hydrologique / programme de levés topographiques ;
- Phase 2 : levés topographiques / modélisation hydraulique / résultats hauteurs – vitesses ;
- Phase 3 : cartographies des hauteurs / vitesses / aléas.

2 RECENSEMENT DES DONNEES EXISTANTES

Les études recensées sur le secteur d'étude sont les suivantes :




- *Etude des zones inondables sur les secteurs de La Foa, A2EP, 2015*
- *Délimitation de la zone inondable de la rivière La Foa, (Maître d'ouvrage : Territoire de Nouvelle-Calédonie, Direction de l'Agriculture et de la Forêt), HYDREX, 1996.*
- *Note technique relative aux courbes enveloppes des débits spécifiques maximums de crues pour le quart Sud-Ouest de la Nouvelle-Calédonie La Foa - La Coulée, DAVAR, Février 2006.*

Des données concernant l'hydrologie ont également été transmises par la DAVAR et Météo France :

- Données des échelles de crue et laisses de crue sur la commune de La Foa entre 1989 et 2008 ;
- Coefficients de Montana pour les postes de La Foa/Pierrat (1996-2010, 14 ans de données) et Mont Do (1998-2010, 12 ans de données). Ces coefficients sont présentés en annexes. Les données du Col d'Amieu ont également été obtenues auprès de Météo France (2007-2011, 4 ans de données) mais ne sont pas exploitées pour l'établissement de courbes intensité/durée/fréquence ;
- Hyétogrammes et hydrogrammes lors des épisodes de crue historiques (Béti, Erica, Jasper et Vania) à la station pluviométrique et limnimétrique de la Foa Pierrat.
- Cartographie de la zone inondable de la rivière La Foa.

Enfin, la Province Sud a mis à disposition les données topographiques suivantes :

- Orthophotographies
- Fond de plan topographique au 1/10000^{ème} et 1/2000^{ème} des secteurs de la Fo Nily, Fo Moin et Fo Bio
- Levés LIDAR (LIght Detection And Ranging) réalisés en 2012 couvrant l'ensemble des zones d'étude.

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	<i>Page 10 sur 117</i>	

Une rencontre avec les élus a permis d'identifier différents projets d'aménagement à court/moyen terme (voir chapitre 3.4).

3 PRESENTATION GENERALE ET CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

Cette étude se base sur les résultats de l'étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa, A2EP, 2015.

3.1 CONTEXTE GEOMORPHOLOGIQUE ET GEOLOGIQUE

Les formations alluviales représentées dans les vallées de La Foa, de La Fonwhary et de La Focola constituent des terrasses de 5 à 10 m dominant le lit majeur des rivières. Pour l'essentiel, elles sont composées de sables argileux et de lits de graviers altérés, issus du substrat volcanique ou volcano-sédimentaire.




Les formations fluviatiles récentes de sables et cailloutis (qui constituent la partie nord de la zone d'étude) occupent le cours majeur des rivières principales de la région dans les hautes vallées ; les parties convexes des méandres des rivières sont jalonnées d'alluvions de faible superficie. Elles sont composées comme les niveaux les plus anciens d'éléments arrachés au substrat volcano-sédimentaire. Ce sont des sables, galets, graviers et limons. La granulométrie d'ensemble s'affine très rapidement dans la partie aval des cours d'eau et seul un matériau relativement fin arrive aux embouchures.

3.2 CONTEXTE CLIMATIQUE

La Nouvelle-Calédonie est située dans la zone intertropicale, juste au nord du tropique du Capricorne. Très isolée géographiquement et soumise au courant des alizés, elle bénéficie d'un climat relativement tempéré, que l'on peut qualifier de "tropical océanique".

La variation annuelle de la position de la ceinture anticyclonique subtropicale et des basses pressions intertropicales détermine deux saisons principales séparées par deux inter saisons :

- de mi-novembre à mi-avril : c'est la saison chaude et humide, dite "**saison des cyclones**". Des dépressions se creusent, évoluant parfois en cyclones tropicaux, et affectant fréquemment le territoire y provoquant de fortes pluies;

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	<i>Page 11 sur 117</i>	

- de mi-avril à mi-mai : c'est une **saison de transition**. Les perturbations tropicales sont rares et en général peu actives. La pluviosité diminue et la température de l'air décroît sensiblement;
- de mi-mai à mi-septembre : c'est la **saison fraîche**. Des perturbations d'origine polaire traversent fréquemment la mer de Tasman et atteignent assez souvent le territoire, pouvant provoquer des "coups d'ouest". La température de l'air passe par son minimum annuel.
- de mi-septembre à mi-novembre : c'est la **saison sèche**. La ceinture anticyclonique subtropicale, qui atteint alors son importance maximale, protège nos régions des perturbations d'origine polaire. La température de l'air augmente progressivement, tandis que la pluviosité est à son minimum annuel. L'alizé souffle en quasi permanence.

3.3 CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE

Les cours d'eau concernés par cette étude sont :

- La Foa (partie amont et aval) / Pocquereux,
- Fonwhary,
- La Focola et ses affluents.




La figure suivante (Figure 1) fait apparaître les différents cours d'eau étudiés, les zones d'étude, objets de modélisation hydraulique (cadre jaune), les zones déjà cartographiées en hauteurs d'eau, ainsi que les aléas inondation.

Longue d'une trentaine de kilomètres environ, la rivière La Foa conflue en amont du village avec son principal affluent, la Pocquereux. En aval du village, elle reçoit successivement la Fo Nimoulou en rive gauche et la Fonwhary en rive droite.

Les rivières Fo Moin et Fo Bio sont situées au cœur de la zone d'agglomération. Elles confluent avec la rivière La Foa à l'entrée du village. Les bassins versants de ces cours d'eau sont réduits et les thalwegs peu marqués. Le lit majeur de la Fo Moin est très anthropisé, englobant la majeure partie du centre-ville de La Foa. Les linéaires concernés par l'étude sont d'environ 4 km sur la Fo Moin et 1,5 km sur la Fo Bio.

La Fo Nily prend sa source à une altitude de 540 m environ, puis rejoint la Fonwhary et La Foa après un parcours de 5,5 km environ. Son bassin versant intègre une partie du centre village de La Foa, au nord de la RT1. C'est la partie bordant la RT1 qui sera étudiée ici, sur un linéaire d'environ 1,7 km.

La Fonwhary naît de la confluence entre la rivière Sarraméa et la Fo Ô. Elle conflue ensuite avec la Fo Nily puis la rivière La Foa en aval de la RT1. Son bassin versant est assez encaissé, constitué principalement de massifs en amont et de

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	<i>Page 12 sur 117</i>	

plaines agricoles en aval. L'étude concerne la partie située en amont de la RT1, sur un linéaire d'environ 2,3 km.

La Focola et ses affluents ont une direction d'écoulement du Nord-Ouest vers le Sud-Ouest. La Focola et ses affluents traversent une zone sur laquelle on trouve quelques habitations. Sur un linéaire de 4,1 km elle conflue ensuite dans la Fonwhary.

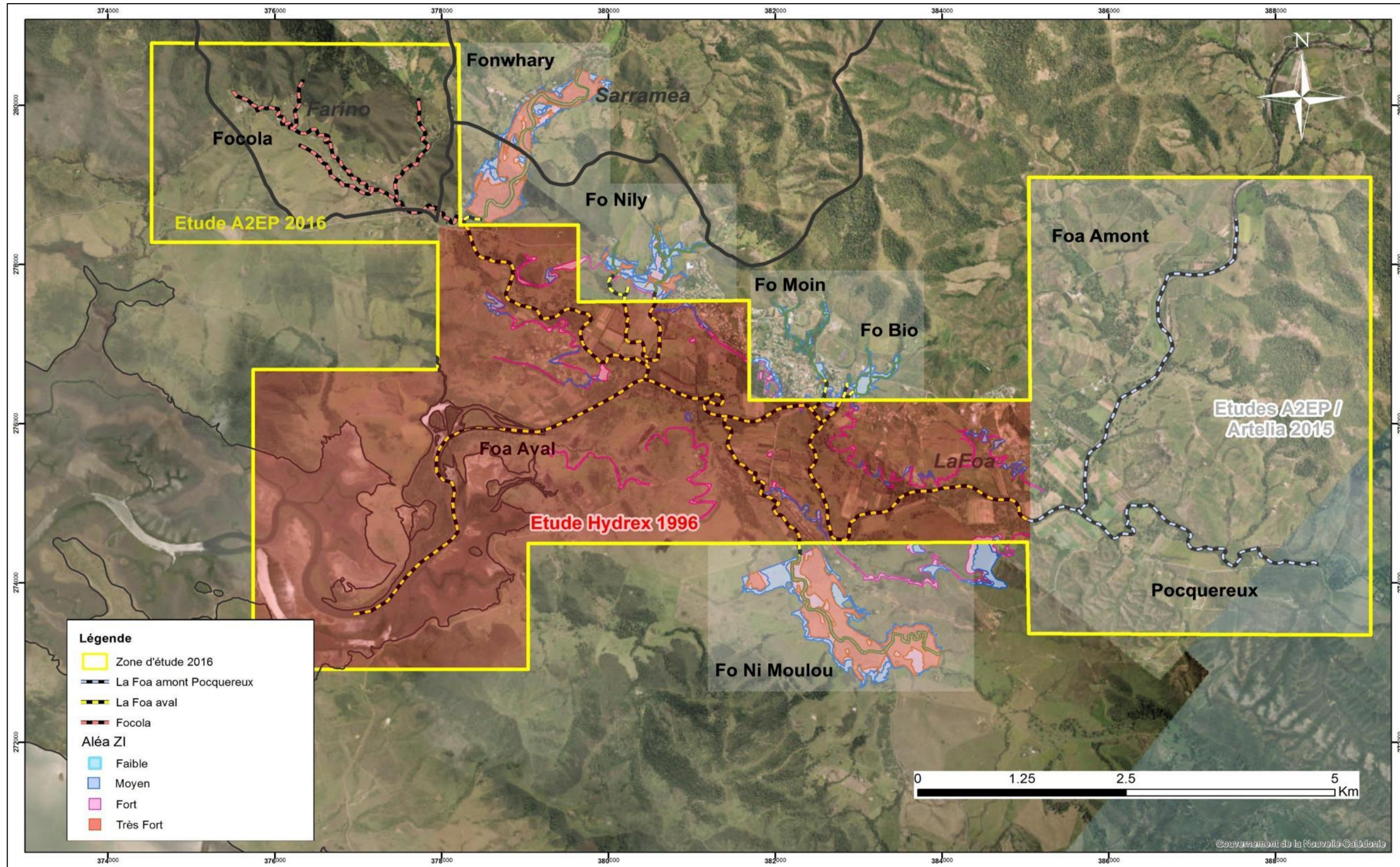


Figure 1 : Emprise de la zone d'étude.

3.4 IDENTIFICATION DES ENJEUX SUR LES SECTEURS ETUDIÉS

Les bassins versants des cinq secteurs étudiés présentent des caractéristiques différentes, et les enjeux humains et économiques diffèrent selon l'occupation du sol.

Le Tableau 1 suivant résume les principales activités des bassins versants et les enjeux identifiés.

Secteur	Occupation du sol	Enjeux identifiés
La Foa / Pocquereux	Forêts, activités agricoles	Quelques habitations en bordure des cours d'eau + RM 3
La Foa village	Centre urbain	Cœur du village (habitations, commerces, établissement publics) + RT1 et RM 3
La Foa aval	Mangrove, activités agricoles, habitat diffus	Quelques habitations isolées en bordure du cours d'eau
Fo Nily	Activités agricoles, habitat diffus	Quelques habitations isolées + partie ouest du cœur du village
Fo Ni Moulou	Activités agricoles	Quelques habitations isolées + RT1
Fonwhary	Activités agricoles, habitat diffus	Quelques habitations + RP5 + RT1
La Focola et ses affluents	Activités agricoles, Forêts, habitat diffus	Quelques habitations + RM4 + RM6 + RM17 + RP5

Tableau 1: Identification des enjeux des différents secteurs étudiés

A ces enjeux viennent s'ajouter des projets de développement urbain et industriel. La pression foncière sur la commune de La Foa est en effet importante, et les terrains disponibles peu nombreux. C'est l'une des principales raisons de l'actualisation cartographique des zones inondables sur les communes de La Foa et Farino, qui permettra de définir plus précisément les zones ouvertes à l'urbanisation.

Une rencontre avec les élus de la commune a permis de définir les principaux projets d'aménagement connus, à savoir :

- Projet en bordure de la rivière La Foa, en amont de sa confluence avec la Fonwhary, visant à aménager une zone d'habitation (en bordure de la RT1) et des zones d'activités ;
- Projet de zone commerciale en bordure ouest de la Fo Nily, le long de la RT1, avec construction de docks et parkings ;
- Volonté d'aménagement sur le secteur de Méaré, en bordure de la Foa ;
- Projet de ferme solaire en partenariat avec ENERCAL, en bordure de la Focola
- D'une manière générale, toutes les zones NAb (réservées à une urbanisation future à caractère résidentiel d'habitat individuel et collectif) du Plan d'Urbanisme Directeur.

La figure suivante (Figure 2) présente le PUD de La Foa approuvé en avril 2018.

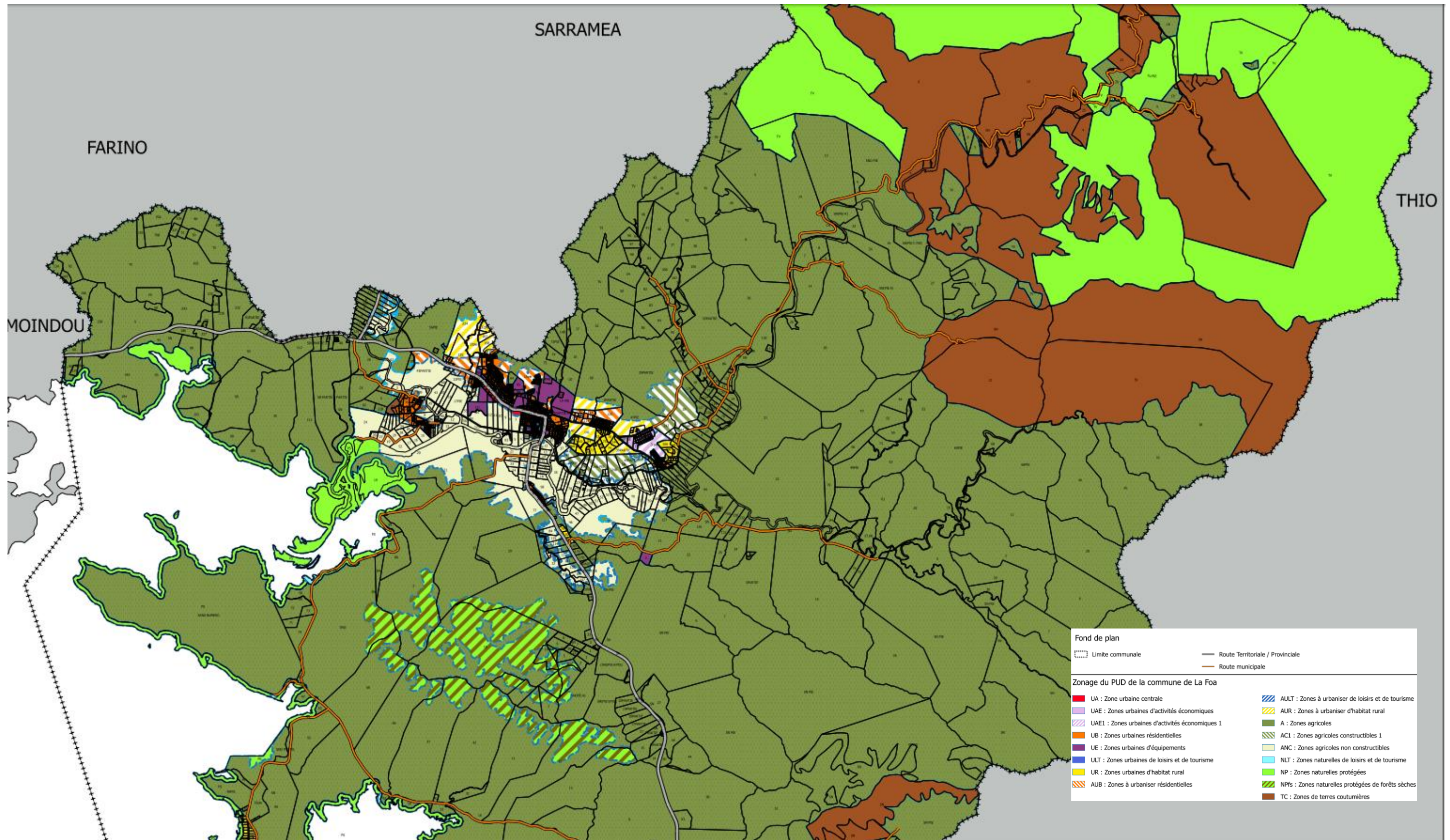


Figure 2 : Extrait du plan Local d'Urbanisme approuvé le 20/04/2018

4 ETUDE HYDROLOGIQUE

4.1 CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS

Les caractéristiques de chaque bassin versant étudié sont présentées dans le Tableau 2. Les Figure 3, Figure 4 et Figure 5 localisent chacun de ces bassins versant. En couleur sont représentés les 4 principaux bassins-versants (La Foa, Pocqueureux, Fonwhary et Focola, Figure 3).

L'exutoire du bassin versant de La Foa-Méaré est ici pris en aval de la confluence avec la Pocqueureux.

Ces bassins versants correspondent aux points d'injection de débit affectés aux nœuds principaux du modèle hydraulique.

Bassin versant	Surface BV (km ²)	Périmètre BV (km)	Longueur du plus long chemin hydraulique (km)	Dénivelé maximum (m)
LA FOA Global	406	128	41.3	1061
LA FOA Amont	155	64	30.9	1049
LA FOA Méaré	244	73	31.5	1047
POCQUEUREUX	88	44	24	705
LA FOA conf. FO BIO	255	73	36.9	1055
LA FOA conf. FO MOIN	256	74	37.5	1056
LA FOA conf. FO NIMOULOU	299	80	38.3	1056
FONWHARY Global	85	44	16.2	1006
FONWHARY Amont	66	37	12.2	996
FONWHARY conf. FOCOLA	75	42	12.2	997
FONWHARY conf. FO NILI	85	44	16	1004
FOCOLA Global	8.9	12.6	4.1	420

Tableau 2 : Caractéristiques des bassins versants aux nœuds principaux

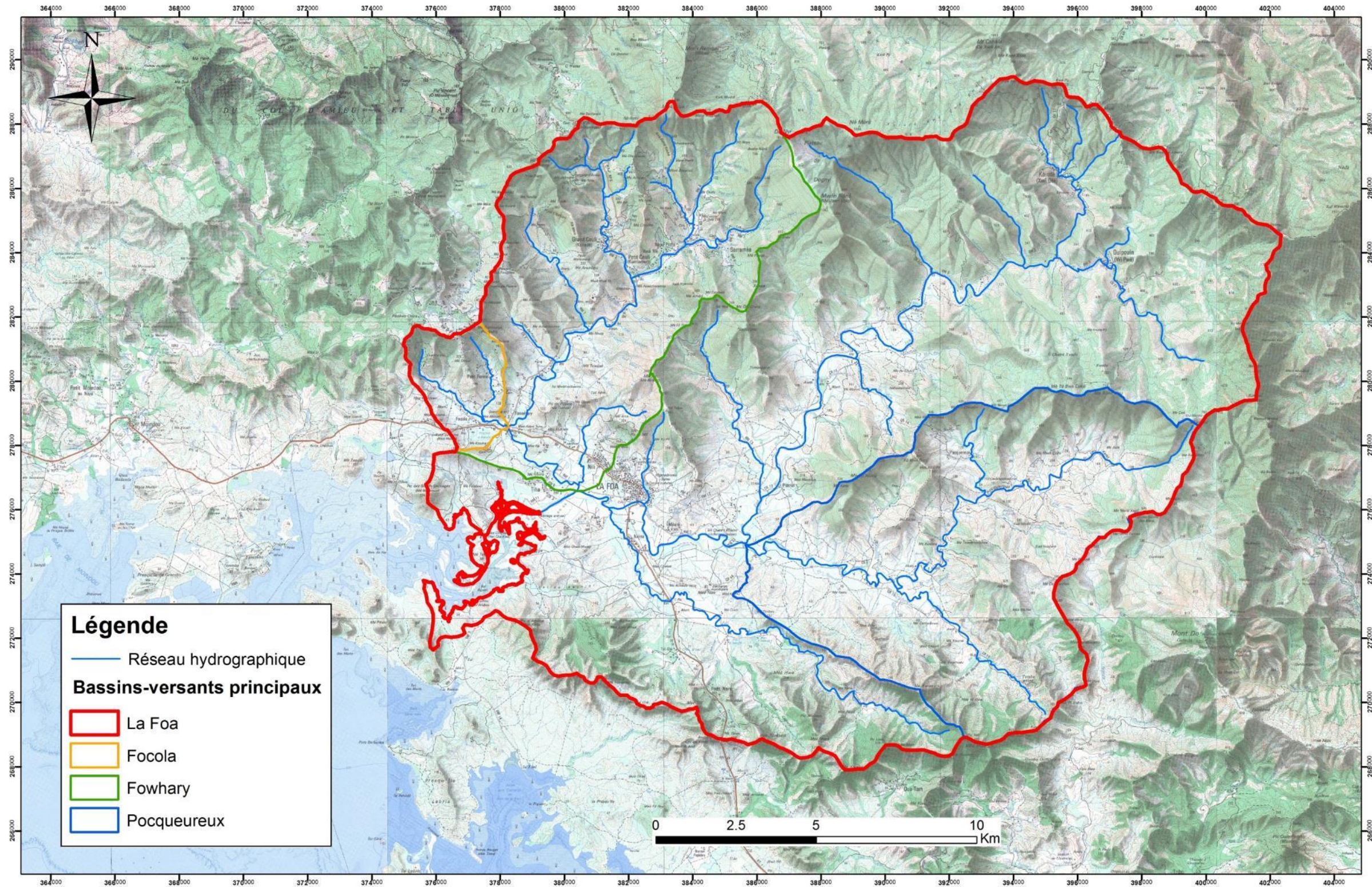


Figure 3 : Localisation des principaux bassins versant du secteur d'étude.

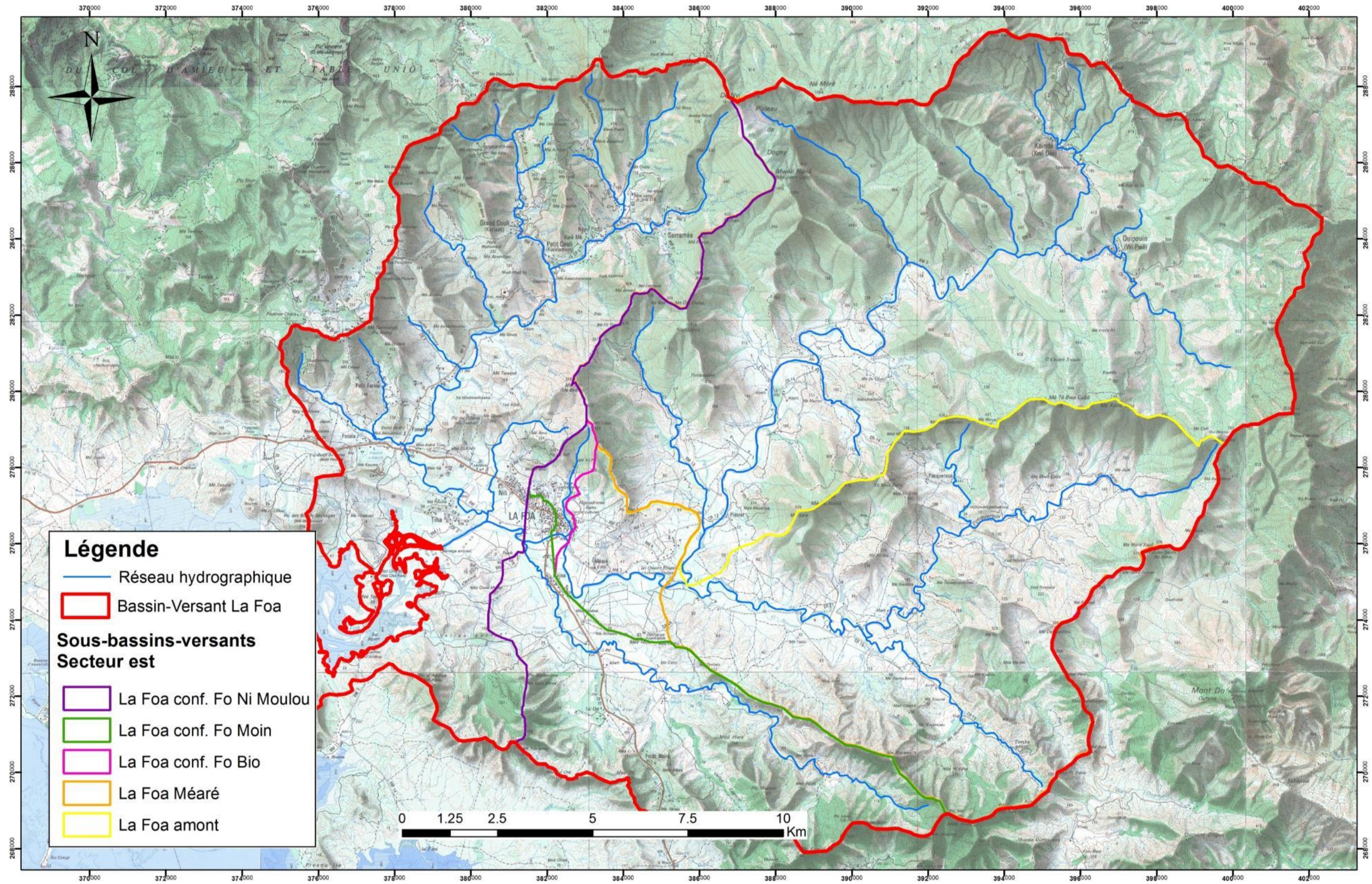


Figure 4 : Localisation des sous-bassins-versants principaux du secteur « Est » de l'étude

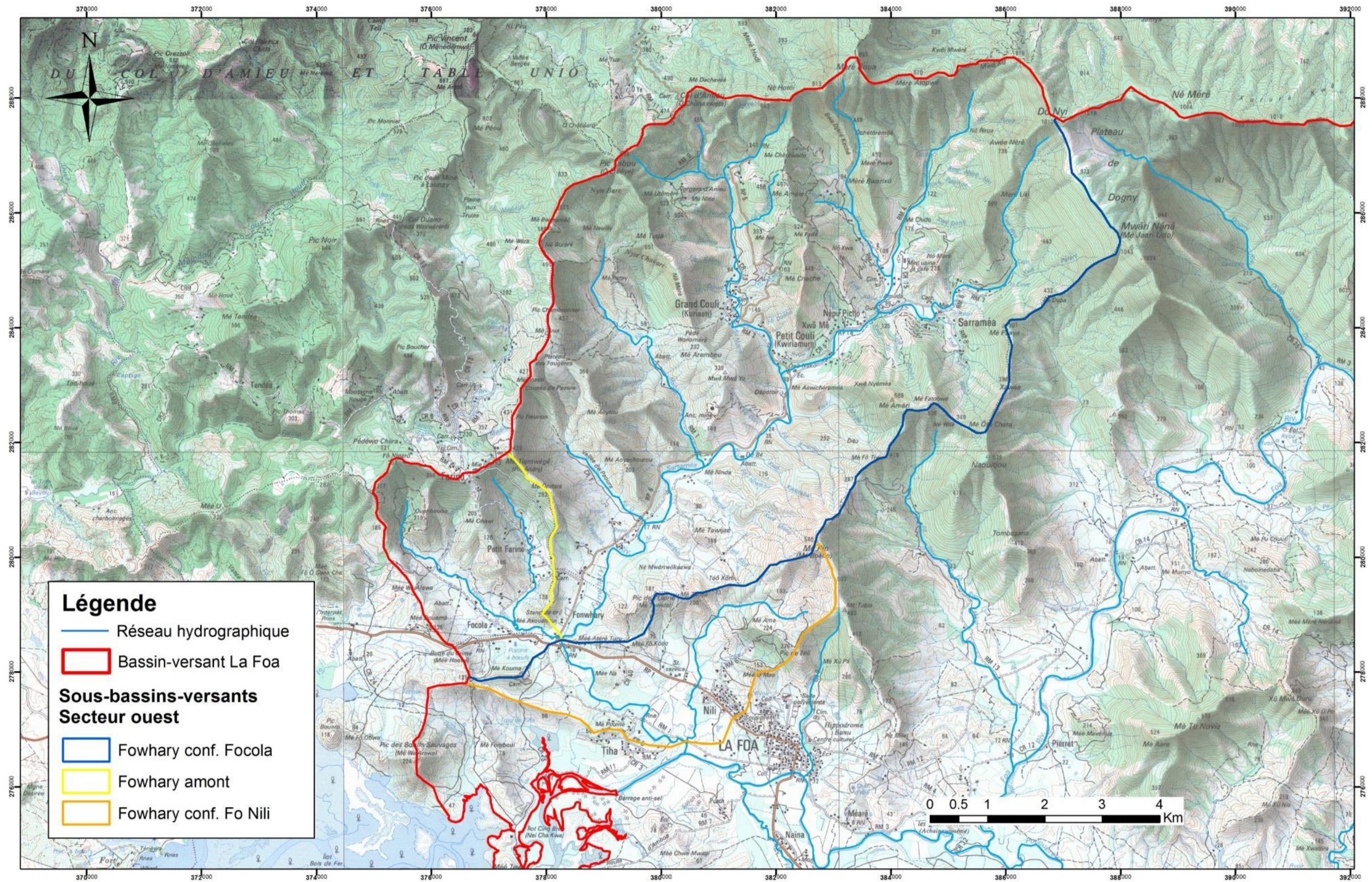


Figure 5 : Localisation des sous-bassins-versants principaux du secteur « Ouest » de l'étude

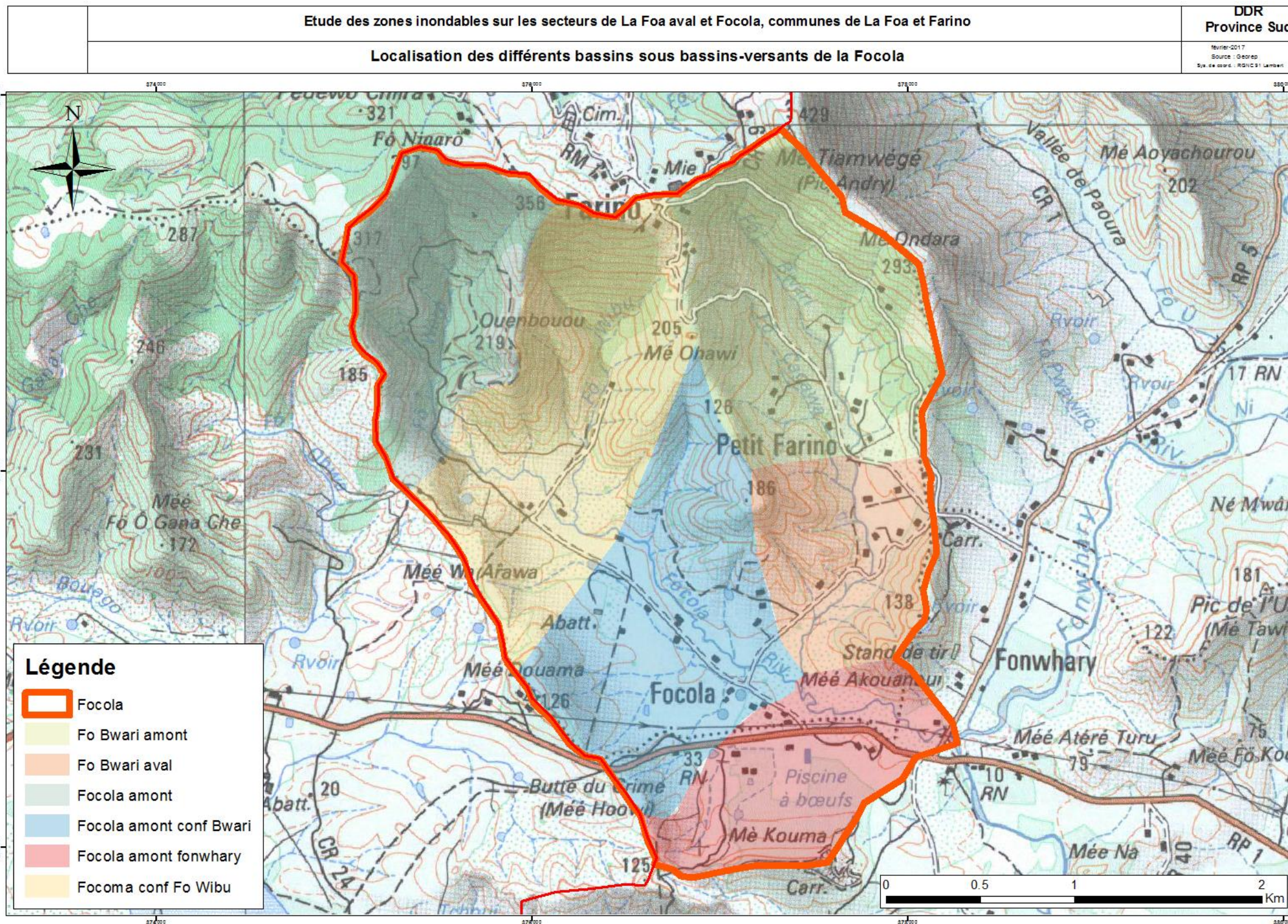





Figure 6 : Localisation des sous-bassins-versants principaux de la FOCOLA

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	Page 21 sur 117	

4.2 ÉVALUATION DES DÉBITS DE CRUE DE RÉFÉRENCE

La méthodologie de détermination des débits de crue de périodes de retour 5, 10 et 100 ans s'appuie dans un premier temps sur l'application de deux méthodes de calcul, basées sur les caractéristiques morphométriques des bassins versants :

- Utilisation de l'approche régionale ou **méthode de transposition** par utilisation des données hydrométriques à proximité et jugées fiables par la DAVAR : poste La Foa Pierrat ;
- Utilisation de l'approche locale par application de la **méthode rationnelle** à partir des coefficients a et b de Montana déterminés à partir des IDF disponibles au niveau du poste pluviométrique de Pierrat (actualisé, période 1996-2010) (voir les valeurs en **Annexes**).

Dans un deuxième temps, ces résultats de débits sont comparés de manières critiques avec :

- Les courbes enveloppes des débits spécifiques maximums de crues ajustées par la DAVAR en février 2006, pour le quart Sud-Ouest de la Nouvelle-Calédonie (ajustement sur des données réellement observées entre La Foa et La Coulée) ;
- Les débits estimés par l'étude HYDREX de 1996.




Les débits de pointes correspondant aux évènements connus de fortes précipitations (crues, cyclones), qui vont servir au calage du modèle hydraulique, sont reconstitués à partir des données hydrométriques disponibles fournies par la DAVAR. Il est à noter que nous ne disposons pas de mesures de débits en période de crue pour les tronçons de cours d'eau visés dans l'étude, excepté pour le tronçon amont de la rivière La Foa (station limnimétrique de La Foa Pierrat).

4.2.1 VALEURS DE DEBITS DE REFERENCE RETENUES

Les détails de cette démarche d'évaluations et de son analyse critique sont développés en **Annexes**. On peut retenir que :

Pour la méthode de transposition, le coefficient d'abattement de 0.75 est retenu conformément à une analyse menée à l'échelle de la Nouvelle Calédonie par la DAVAR (*Note technique relative aux courbes enveloppes des débits spécifiques maximums de crues pour le quart Sud-Ouest de la Nouvelle-Calédonie, La Foa – La Coulée - DAVAR, février 2006*)

Pour la méthode rationnelle, la période d'exploitation des courbes pluviométriques IDF (1996-2010) n'est pas actualisée afin de garder une uniformité avec l'étude A2EP précédente réalisée sur les affluents et finalisée en 2015. Cette méthode n'est donc pas jugée fiable pour des extrapolations au-delà

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	<i>Page 22 sur 117</i>	

de 4 fois la taille de l'échantillon. Les valeurs de période de retour 100 ans sont donc présentées à titre indicatif.

Pour mémoire, l'étude HYDREX de 1996 a estimé des débits de crues sensiblement plus élevés que ceux de la présente étude, pour le grand bassin de La Foa (hors affluents) et sensiblement plus faibles pour les affluents. Ces premiers étaient en effet issus d'une combinaison entre les données d'ajustement statistiques de la station Boghen et de la station de La Foa Pierrat.

Afin d'être cohérent avec l'étude 2015, il a été convenu que pour l'ensemble des bassins versants étudiés, il sera appliqué la moyenne entre la méthode rationnelle et celle de transposition.

Les résultats sont récapitulés dans le tableau ci-après.

On note que les débits issus des 2 méthodes ont tendance à se positionner dans la moitié inférieure des courbes enveloppes des débits spécifiques maximums de crues pour le quart sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie s'exprime de la manière ($Q_{T100ans} = [75 \pm 25] \cdot S^{0.75}$ en m^3/s). Ce qui semble cohérent avec la pluviométrie du secteur.

Les coefficients de transposition $Q_{100}/S^{0.75}$ des différents bassins versants demeurent du même ordre de grandeur (entre 50 et 60).

Pour l'analyse de sensibilité aux débits injectés en Q100, on retient les extrêmes calculés par l'ensemble des méthodes (en vert dans le tableau ci-dessus). Ce qui revient par simplification à appliquer un coefficient minorateur de 85% pour obtenir Q100_min et un coefficient majorateur de 135% pour obtenir Q100_max.




Crues de References (m3/s) (moyenne méthodes transposition /rationnelle)								Q min entre toutes les methodes	Q max entre toutes les methodes
BV	(km ²)	Q 5 ans	Q5/S ^{0.75}	Q 10 ans	Q10/S ^{0.75}	Q 100 ans	Q100/S ^{0.75}	Q100 ans min	Q100 ans max
LA FOA Amont	155	844	19.2	1237	28.2	2364	53.8	2036	3295
LA FOA conf Pocquereux	244	1198	19.4	1761	28.5	3378	54.7	2861	4630
LA FOA conf. FO BIO	255	1219	19.1	1787	28.0	3425	53.7	2957	4786
LA FOA conf. FO MOIN	256	1220	19.1	1789	28.0	3428	53.6	2966	4800
LA FOA conf. FO NIMOULOU	299	1373	19.1	2015	28.0	3866	53.8	3332	5393
LA FOA Global	406	1728	19.1	2538	28.1	4879	53.9	4191	6784
POCQUEREUX	88	535	18.6	779	27.1	1479	51.5	1331	2155
FONWHARY Amont	66	482	20.8	713	30.8	1363	58.8	1073	1737
FONWHARY conf. FOCOLA	75	533	20.9	789	30.9	1509	59.2	1181	1911
FONWHARY globale av conf. FO NILI	85	569	20.3	839	30.0	1603	57.2	1297	2100
FOCOLA Global	8.9	96	18.6	139	26.9	260	50.4	238	386

Tableau 3 : plage de valeurs de débits retenus aux nœuds principaux de LA FOA

Crues de References (m3/s) (moyenne méthodes transposition /rationnelle)								Q min entre toutes les methodes	Q max entre toutes les methodes
BV	(km ²)	Q 5 ans	Q5/S ^{0.75}	Q 10 ans	Q10/S ^{0.75}	Q 100 ans	Q100/S ^{0.75}	Q100 ans min	Q100 ans max
Focola Mee Wa Arawa	0.85	15	16.7	21	23.4	37	42.2	34	66
Focola Amont	1.24	22	18.6	31	26.3	56	48.0	54	88
Focola aval conf Fo Wibu	3.25	46	19.0	66	27.2	121	49.8	112	182
Focola amont conf Bwari	5.04	63	18.8	92	27.3	171	50.9	156	252
FOCOLA Global	8.9	96	18.6	139	26.9	260	50.4	238	386
Fo Bwari amont - Foca amont	1.81	30	19.3	43	27.5	78	50.3	72	117
Fo Bwari aval - Foca aval	2.74	41	19.2	58	27.4	107	50.1	99	160

Tableau 4 : plage de valeurs de débits retenus aux nœuds principaux de LA FOCOLA

Une fois le calage effectué, une hypothèse de pluviométrie homogène sera supposée sur l'ensemble du bassin versant. Ainsi, à chaque point d'injection du modèle, la méthode de transposition sera appliquée, par pondération sur les superficies du bassin versant et avec un coefficient d'abattement de 0,75.

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	<i>Page 24 sur 117</i>	




4.2.2 CRUES HISTORIQUES

Les détails de l'analyse des crues sont développés en **Annexes**.

4.2.2.1 Évènements historiques sélectionnés

Les épisodes historiques retenus pour le calage sont ceux dont les périodes de retour sont supérieures à 2 ans et dont nous disposons de laisses de crue et de relevés hydrométriques :

- **Béti** : survenu du 27 au 28 mars 1996. Il est tombé 296 mm de pluie en 24 heures à La Foa, avec des rafales allant jusqu'à 230 km/h. Les débits estimés à La Foa Pierrat indiquent 1560 m³/s soit une période de retour T comprise entre 50 et 100 ans sur le secteur de La Foa.
- **Erica** : survenu du 13 au 14 mars 2003. Il est tombé près de 300 mm de pluie en 3 jours dans certaines zones du territoire, avec des rafales proches de 230 km/h. Les débits estimés à La Foa Pierrat indiquent 920 m³/s soit une période de retour de 10 ans.
- **Edna** : du 1^{er} au 6 février 2014. La dépression tropicale modérée Edna a atteint son pic d'intensité le mercredi 4 février 2014. Il est tombé jusqu'à 193 mm en 12 heures avec un débit de 777 m³/s à La Foa Pierrat, soit une période de retour de 5 ans.
- **Episode pluvieux du 25 février 2015** (non pris en compte finalement) : localisé sur le secteur de la Focola, il a été mentionné par les habitants du secteur et ressenti comme très important. Les stations pluviométriques (Foa Pierrat/ foa aval) et celle hydrométrique (Foa Pierrat) n'ont pas permis de caractériser cet événement comme exceptionnel. Il est probable que cet épisode intense ait été concentré sur le bassin versant de la Focola. Or, Il n'y a pas de données pluviométriques exploitables spécifiquement sur la Focola. On ne peut donc pas caractériser la rareté de cet évènement. Cet épisode ne pourra pas être considéré comme une référence en termes de repère de crue. En revanche, il sera intéressant de déduire la période de retour de cet événement à partir du modèle calé et des niveaux d'eau indiqués par les riverains.
- **Jasper** : survenu du 22 au 26 mars 2009. La dépression tropicale s'est déroulée en deux vagues pluvieuses distinctes. A La Foa, les précipitations maximales journalières en 2009 sont enregistrées le 22 mars avec 93 mm. Les débits estimés à La Foa Pierrat sont entre 490 et 660 m³/s soit une période de retour comprise entre 2 et 5 ans.
- **Episode pluvieux du 1 au 3 juillet 2013** : des précipitations diluviennes ont été observées sur la chaîne, la cote Est entre Poindimié et Yaté, et le quart Sud-Est de la Grande Terre avec des durées de retour de l'ordre de 10

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	<i>Page 25 sur 117</i>	

ans. La côte Ouest de la Grande Terre n'a pas été épargnée malgré des lames d'eau moindres. En effet, la durée de l'épisode pluvieux et son intensité sur la chaîne montagneuse ont contribué aux débordements de nombreux cours d'eau. Le cumul de pluie a été estimé entre 180 et 230 mm sur 24h sur la zone d'étude. Les débits estimés à La Foa Pierrat indiquent une période de retour comprise entre 10 et 20 ans.

- **Fréda** : du 28 décembre au 4 janvier 2012. Le cyclone Fréda a atteint son pic d'intensité le 30 décembre à 18h00 UTC alors qu'il se situait au nord-ouest de la Calédonie. Il a traversé la Nouvelle Calédonie au stade de tempête tropicale. Les débits estimés à La Foa Pierrat indiquent une période de retour supérieur à 10 ans.
- **Anne** : du 12 janvier au 13 janvier 1988. Il a traversé la Nouvelle Calédonie au stade de tempête tropicale. Les débits estimés à La Foa Pierrat indiquent une période de retour de l'ordre de 10 ans.

Pour le calage du modèle avec les crues historiques, une hypothèse de pluviométrie homogène est supposée sur l'ensemble du bassin versant. Ainsi, à chaque point d'injection du modèle, la méthode de transposition est appliquée, à partir des débits de pointe enregistrés à la station limnimétrique de La Foa-Pierrat (fournis par la DAVAR).

Se reporter aux **Annexes** pour la caractérisation spécifique des épisodes de crues historiques Béti, Erica, 2015 et Edna.

4.2.2.2 Evaluation des débits de crues historiques aux nœuds principaux




Afin de servir d'élément de comparaison avec le tableau des crues de référence précédant, l'évaluation des débits de crues historiques, aux nœuds principaux, est récapitulée ci-dessous :

Crues Historiques (m3/s)			(Transposition à partir de la station La foa Pierrat)					
BV	(km ²)	Béti (100-50)	2juil2013 (20)	Freda (10)	Anne (10)	Erica (10)	Edna (5)	Jasper (2-5)
Station La Foa Pierrat	116	1558	1220	1053	1050	924	777	573
LA FOA Amont	155	1936	1516	1309	1305	1148	966	712
LA FOA conf Pocquereux	244	2721	2131	1839	1834	1614	1357	1001
LA FOA conf. FO BIO	255	2813	2203	1901	1896	1668	1403	1034
LA FOA conf. FO MOIN	256	2821	2209	1907	1901	1673	1407	1038
LA FOA conf. FO NIMOULOU	299	3169	2482	2142	2136	1880	1581	1166
LA FOA Global	406	3987	3122	2695	2687	2364	1988	1466
POCQUEREUX	88	1266	992	856	854	751	632	466
FONWHARY Amont	66	1021	799	690	688	605	509	375
FONWHARY conf. FOCOLA	75	1123	880	759	757	666	560	413
FOCOLA Global	8.9	227	178	154	153	135	113	84

Tableau 4 : Débits de pointe historiques aux nœuds principaux de LA FOA

Crues Historiques (m3/s)			(Transposition à partir de la station La foa Pierrat)					
BV	(km ²)	Béti (100-50)	2juil2013 (20)	Freda (10)	Anne (10)	Erica (10)	Edna (5)	Jasper (2-5)
Station La Foa Pierrat	116	1558	1220	1053	1050	924	777	573
Focola Mee Wa Arawa	0.85	39	31	26	26	23	19	14
Focola Amont	1.24	52	41	35	35	31	26	19
Focola aval conf Fo Wibu	3.25	107	84	72	72	63	53	39
Focola amont conf Bwari	5.04	148	116	100	100	88	74	55
FOCOLA Global	8.9	227	178	154	153	135	113	84
Fo Bwari amont - Foca amont	1.81	69	54	46	46	41	34	25
Fo Bwari aval - Foca aval	2.74	94	74	63	63	56	47	35

Tableau 5 : Débits de pointe historiques aux nœuds principaux de LA FOCOLA

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	<i>Page 27 sur 117</i>	

5 BILAN DES DYSFONCTIONNEMENTS HYDRAULIQUES

5.1 BILAN DES DYSFONCTIONNEMENTS AUPRES DE LA COMMUNE

Nous avons effectué un recensement des dysfonctionnements récurrents auprès de la commune, sur lesquels elle intervient régulièrement.

Ce recensement porte en particulier sur des problèmes liés aux cours d'eau.

5.2 BILAN DES DYSFONCTIONNEMENTS AUPRES DES RIVERAINS

Les riverains des communes ont été rencontrés lors des reconnaissances de terrain. Les différentes rencontres nous ont permis d'obtenir des informations complémentaires relatives aux dysfonctionnements hydrauliques et pluviaux.

D'une manière globale, tous les radiers busés peuvent être rapidement submergés, pouvant limiter l'accès aux habitations sur l'ensemble de la commune.

Notons que la RT1 est submergée en plusieurs points par la Foa et ses affluents sur un linéaire important de part et d'autre du centre bourg.

Sur la commune de La Foa, le champ d'inondation de La Foa est peu habité. Il est occupé par de grandes exploitations rurales. Les désordres recensés y sont en proportion moins nombreux que ceux identifiés en 2014 sur les affluents de la Foa.

Sur la commune de Farino (vallée de la Focola), les lits majeurs sont plus étroits et encaissés, les habitations sont situées en hauteur par rapport au lit mineur. Les désordres recensés y sont en proportion également moins nombreux que ceux identifiés en 2014 sur les autres affluents de la Foa.

La carte ci-dessous présente la synthèse des dysfonctionnements hydrauliques présents sur la zone d'étude.

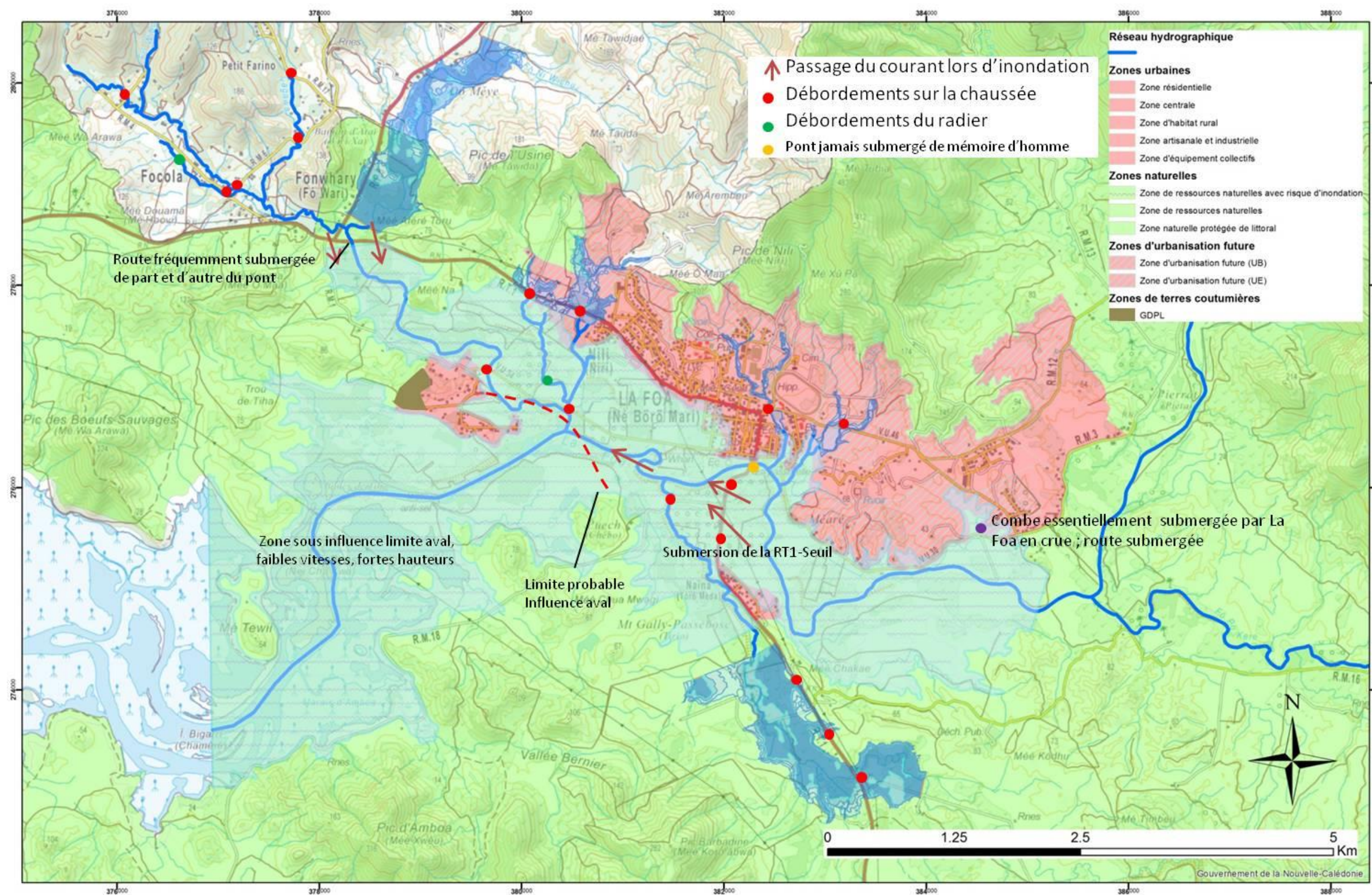





Figure 7 : Carte des dysfonctionnements hydrauliques recensés et des enjeux en présence sur le secteur de La Foa / Farino

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	<i>Page 29 sur 117</i>	

6 SOURCE TOPOGRAPHIQUE

6.1 LEVES TOPOGRAPHIQUES AERIENS

Deux sources principales sont disponibles.

6.1.1 LEVES AEROPHOTOGRAMMETRIQUES AU 1/2000

La photogrammétrie est une technique qui consiste à effectuer des mesures, en utilisant la parallaxe obtenue entre des images acquises selon des points de vue différents. Recopiant la vision stéréoscopique humaine, elle exploite les calculs de corrélation entre des images numériques. Cette technique repose entièrement sur une modélisation rigoureuse de la géométrie des images et de leur acquisition afin de reconstituer une bonne représentation 3D de la réalité (habituellement avec une précision de plus ou moins 25 centimètres).

L'aérophotogrammétrie sur La Foa a été réalisée en 2009.

6.1.2 LEVES LIDAR

La cartographie LIDAR utilise une combinaison de trois technologies éprouvées : le télémètre laser compact et robuste (LiDAR : Light Detection And Ranging), le système de référence inertiel (IMU : Inertial Measuring Unit) et le système de positionnement par satellite (GPS : Global Positioning System). En intégrant ces trois sous-systèmes à l'intérieur d'un seul instrument simple installé dans un avion, hélicoptère ou camion, il est possible de produire rapidement des cartes topographiques, numériques, tridimensionnelles et précises du terrain, des structures et des objets balayés. Cette technologie permet de plus des vitesses de collecte de données rapides.




Les données altimétriques sont produites à une cadence de milliers de points par seconde, ayant pour résultat une densité de points supérieure aux méthodes traditionnelles de levés de terrain.

A la différence des levés topographiques par orthophotogrammétrie, le LIDAR permet de pénétrer la voûte de la forêt pour capter le sol.

Le LIDAR sur La Foa a été réalisé en mars 2013, avec une précision P4/A4 (cela correspond à une précision de 20 centimètres).

La localisation de ce levé est détaillée en **Annexes**.

Ces levés LIDAR ont été complétés par des levés terrestres notamment pour caractériser la topographie du fond du lit (bathymétrie), la technologie LIDAR classique ne permettant pas de connaître le fond du lit (laser arrêté à la surface de l'eau).

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	Page 30 sur 117	

6.2 LEVES TOPOGRAPHIQUES TERRESTRES DISPONIBLES

Plusieurs campagnes ont été réalisées sur le secteur de la Foa :

- Campagne de 1995 (pour étude HYDREX finalisée en 1996),
- Campagne de 2014 (pour étude A2EP finalisée en 2015).

La localisation de ces levés topographiques est détaillée en **Annexes**.

6.3 PROGRAMME DE LEVES TOPOGRAPHIQUES TERRESTRES COMPLEMENTAIRE EN 2016

Le but du programme de levé terrestre complémentaire est de compléter la topographie disponible par des données bathymétriques en lits mineurs et d'actualiser certains levés réalisés il y a plus de 15 ans.

La prestation a été réalisée par le cabinet BAYLE et concerne la réalisation de :

- 25 Profils en travers lit mineur, longueur inférieure à 150 m,
- 39 Profils en travers lit mineur, longueur inférieure à 150 m, sur la Fonwhary et la Foa nécessitant de la bathymétrie,
- 8 Profils en travers lit mineur, lit majeur, longueur supérieure à 150 m,
- 4 Profils en travers lit mineur, lit majeur, longueur supérieure à 150 m, nécessitant de la bathymétrie,
- 17 Levés d'ouvrages intégrant un profil lit mineur en amont et en aval à 20 m de l'ouvrage,
- 28 Levés ponctuels (laisses de crue).

La localisation de ces levés topographiques est détaillée en **Annexes**.

7 MODELISATION HYDRAULIQUE

7.1 JUSTIFICATION DU TYPE DE MODELISATION

7.1.1 LOGICIEL UTILISE

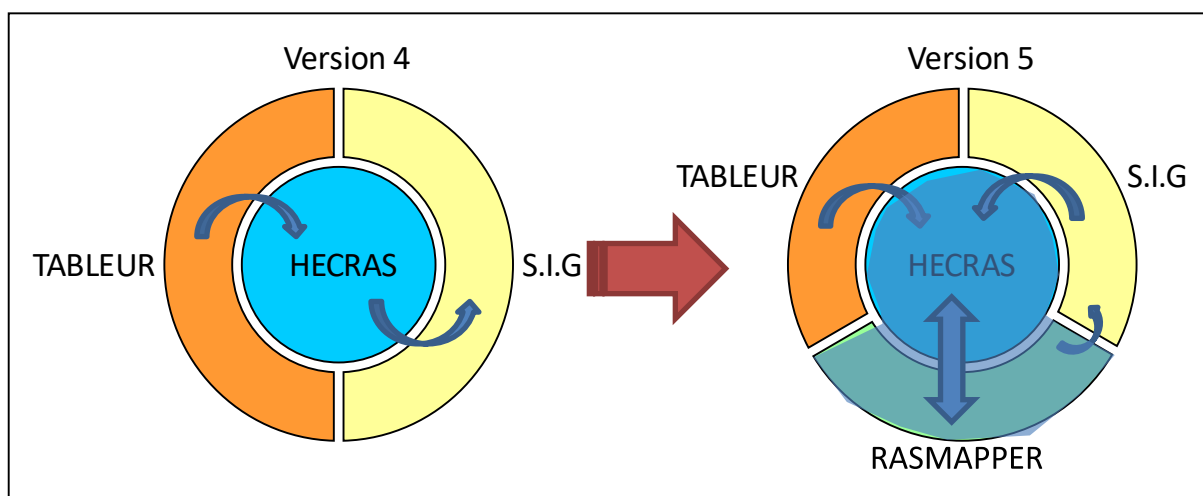
La modélisation des écoulements a été réalisée avec le logiciel HEC-RAS dans sa version 5.0.3.

Ce logiciel est développé par le corps des Ingénieurs du Génie de l'Armée Américaine, depuis plus de 25 ans. C'est un outil de simulation mathématique des écoulements de crue comportant plusieurs modules complémentaires ayant trait notamment aux ruptures de barrage, au transport des sédiments ou à la qualité des eaux.

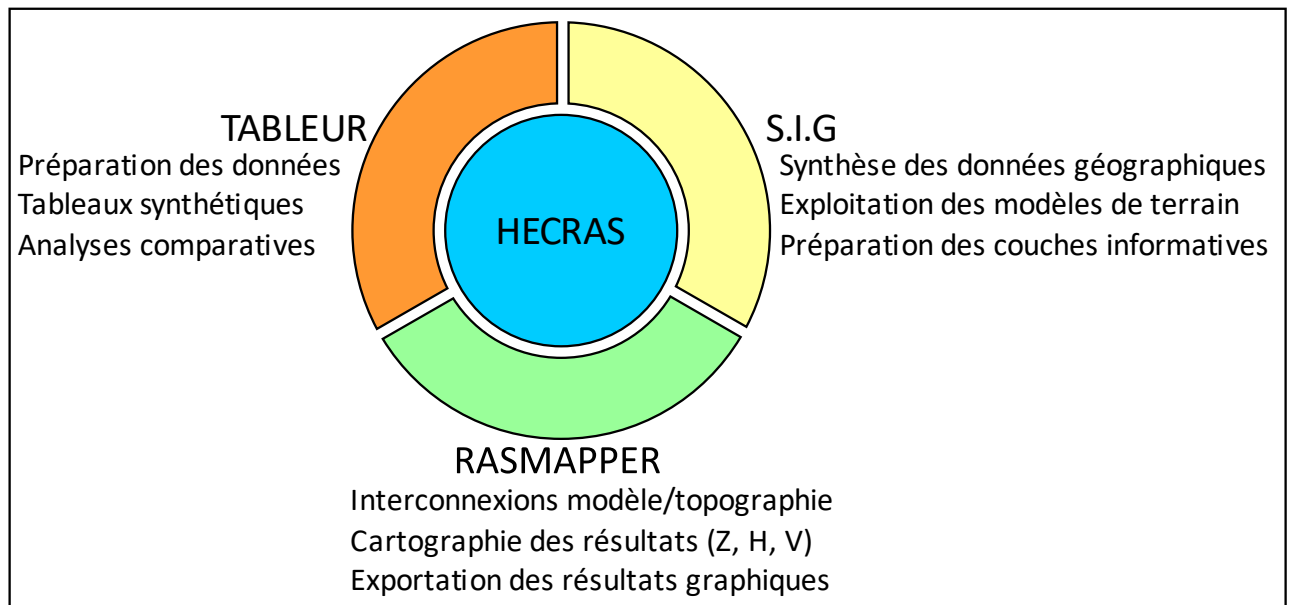
Il a la capacité de simuler les écoulements de diverses manières, en monodimensionnel (à l'aide de sections) ou en bidimensionnel (par l'entremise d'un réseau de cellules), en régime permanent (débit constant) ou en régime transitoire (débit variable).

Dans le cadre de cette étude, il a été demandé de réaliser un modèle monodimensionnel en régime permanent.

La version utilisée comprend une évolution notable par rapport à la version précédente : le module RASMAPPER (intégré dans le logiciel). Ce dernier permet de gérer facilement les éléments géographiques, ceux de terrain et permet notamment de visualiser directement la cartographie des résultats suite à une modélisation (visualisation des limites plan de différents paramètres dont les principaux sont les classes de hauteurs d'eau et les vitesses d'écoulement).



L'organisation des tâches est donc modifiée sensiblement comme illustré ci-après :






Cette architecture ouvre de nouvelles possibilités dont notamment la cartographie automatique des résultats mais nécessite de renseigner la base de données avec des informations localisées en plan.

7.1.2 MÉTHODOLOGIE DE MODÉLISATION

La méthode de modélisation hydraulique comprend les étapes suivantes :

- Construction et caractérisation de la morphologie des modèles ;
- Caractérisation des conditions aux limites amont et aval ;
- Calage des modèles sur des repères de crues historiques ;
- Analyse de sensibilité aux incertitudes ;
- Interprétation des résultats et du fonctionnement hydraulique (régimes d'écoulement, niveau d'écoulement, charge, vitesse, répartition des débits entre lits mineur et majeur) ;
- Caractérisation des zones inondables (hauteurs d'eau, isocotes, vitesses).

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	<i>Page 33 sur 117</i>	

7.1.3 PARAMETRES DE MODELISATION

Les paramètres principaux des modélisations sont les suivants :

- Régime **permanent** (i.e. débit constant en fonction du temps) ;
- Régime **d'écoulement fluvial** (i.e. l'analyse des courbes de remous montre que les hauteurs d'eau sont systématiquement supérieures aux hauteurs critiques, nombre de Fr <1) ;
- Période de retour des événements de crue : **5 ans, 10 ans, 100 ans.**

7.1.4 PRINCIPES DE CONSTRUCTION DU MODELE GLOBAL DE LA FOA ET DE LA FOCOLA

Le modèle hydraulique de la Foa et de la Focola a été construit sur la même base que les modèles unidimensionnels existants sur les affluents. Il s'articule sur près de 70 profils en travers répartis entre le Pk826 (limite aval du domaine d'étude) et la confluence avec la Pocquereux en amont.

Chaque profil en travers comprend trois composantes : le lit majeur gauche, le lit mineur et le lit majeur droit. Chacune de ces composantes a été positionnée de manière à être perpendiculaire aux écoulements.

Au sein de la base de données de HECRAS, l'interconnexion avec les affluents a été prise en charge à l'aide de jonctions positionnées au droit de chaque confluence.

7.1.5 LIMITE DE LA MODELISATION HYDRAULIQUE

A2EP précise que la méthodologie employée avec un modèle 1D, possède nécessairement des limites quant à sa justesse vis-à-vis de la représentation des écoulements aux confluences notamment (ne représente que des niveaux d'eau horizontaux et des vitesses moyennes qui sont obligatoirement perpendiculaires aux sections modélisées), mais reste en accord avec l'objectif recherché. L'ordre de grandeur de l'erreur est difficilement appréciable car relatif à l'incertitude des données d'entrées notamment les fonds de plan topographiques et l'hydrologie qui s'appuie sur des postes pluviométriques dont la représentativité de la pluviométrie locale peut s'avérer, dans certains cas, incomplète.

Des tests de sensibilités à différents paramètres d'entrée, tels que les coefficients de rugosité, le débit, la condition limite aval ou encore les paramètres hydrauliques (au niveau des ouvrages et des déversements), ont été réalisés afin de rendre compte au mieux de cette plage d'incertitude.

7.2 CONSTRUCTION DU MODÈLE DE LA FOA ET DE LA FOCOLA

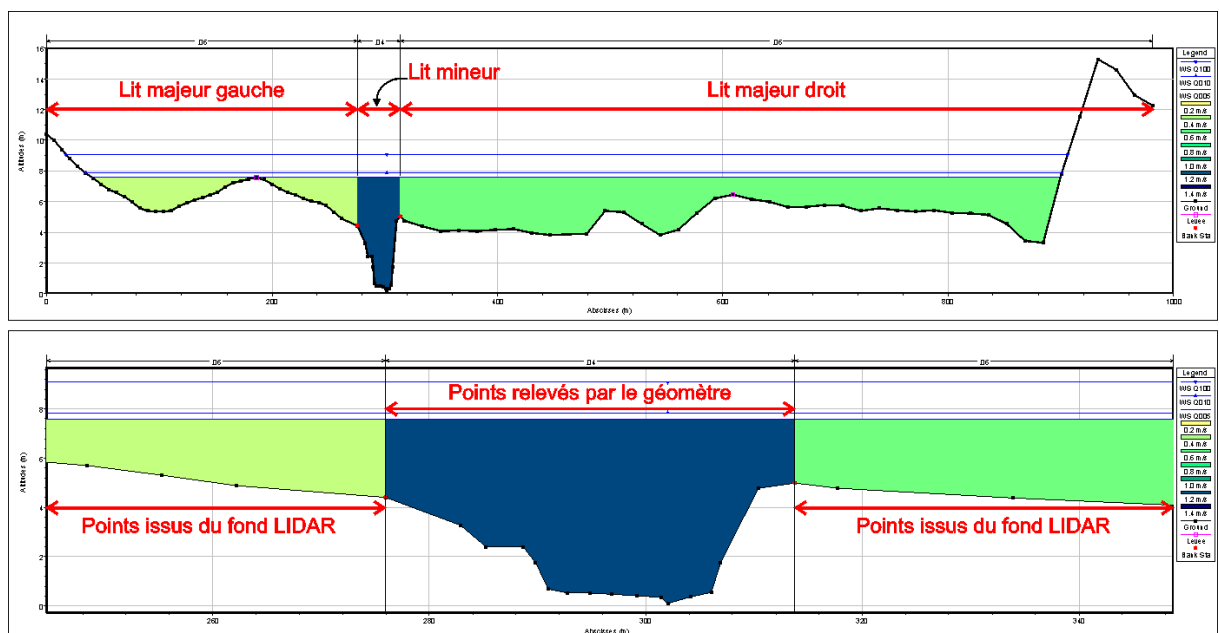
7.2.1 CREATION DU MNT

La méthodologie complète de création du MNT est détaillée en Annexes : « Élaboration des modèles numériques de terrain sur la Focola et la Foa ».

7.2.2 INTEGRATION DES PROFILS EN TRAVERS LIT MINEURS

D'une manière générale, les profils topographiques du lit mineur sont prolongés de la manière suivante :

- Pour les lits majeurs (gauche et droit), la constitution du profil en travers résulte de l'extraction des données altimétriques des MNT à un pas d'espace régulier (entre 10 et 30 mètres).
- Pour le lit mineur, la constitution du profil en travers est issue des relevés topographiques du géomètre.
- Le résultat est illustré à titre d'exemple pour un profil sur les deux graphes suivants :



- Les différentes données sont agglomérées sur tableur pour aboutir à un profil couvrant l'emprise maximale de la zone pouvant être inondée.

D'une manière générale, les profils en travers Issus d'interpolation du lit mineur sont réalisés de la manière suivante :

- Pour les lits majeurs (gauche et droit), la constitution du profil en travers résulte également de l'extraction des données altimétriques des MNT,

- Pour le lit mineur, la constitution du profil en travers est issue de l'interpolation linéaire entre deux profils initiaux de lit mineur, le long de l'axe de chaque cours d'eau,

Les modalités de jonction « lit mineur/lit majeur » et les modalités d'interpolation du lit mineur, sont explicitées en Annexes.

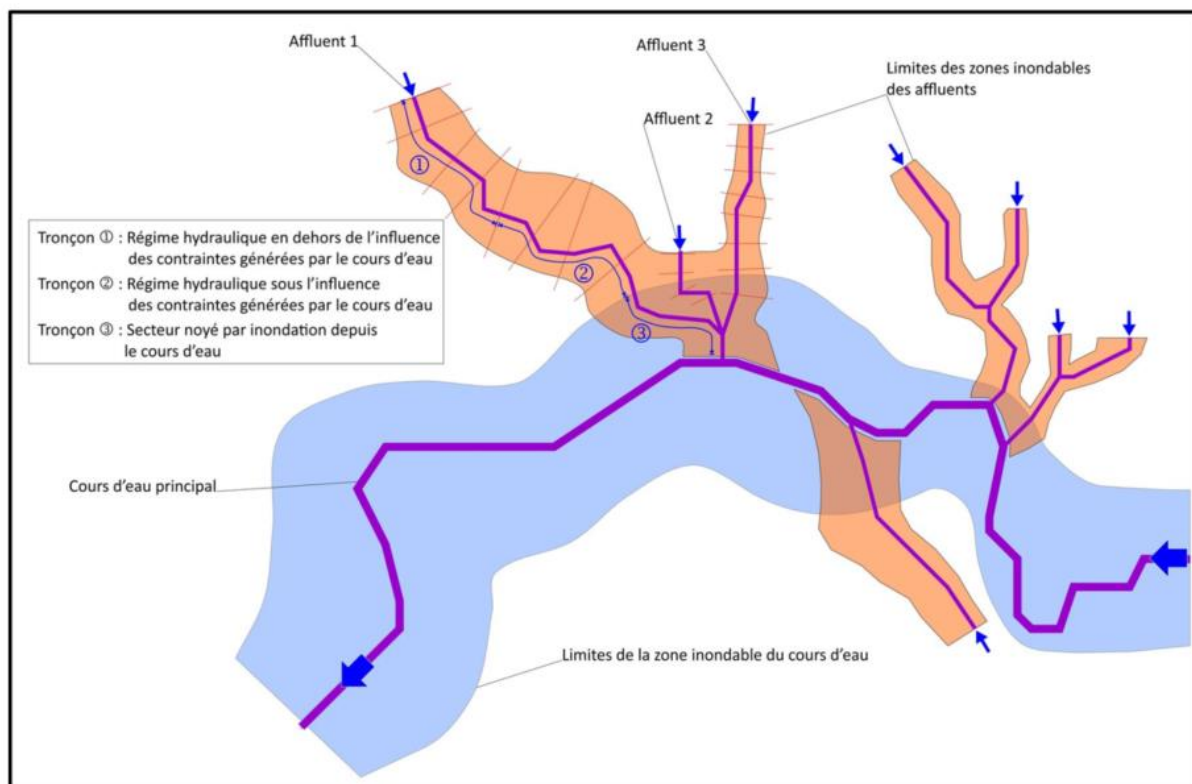
7.2.3 PRINCIPE DE L'OSSATURE DU MODÈLE GLOBAL DE LA FOA ET DE LA FOCOLA




7.2.3.1 Secteur de La Foa

L'articulation du modèle se décompose entre le modèle central de la plaine de la Foa et les différents modèles des affluents qui viennent s'y greffer par l'entremise de jonctions, localisées au droit des points de confluence.

Compte tenu de l'importance des débits charriés par la plaine de la Foa et des faibles débits des affluents (relativement à ceux de la Foa), les niveaux d'eau atteints en crue au sein de cette plaine sont prépondérants en termes de contrainte hydraulique sur les conditions qui prévalent dans ces zones de confluence.

Les modèles hydrauliques des affluents sont donc restreints à la périphérie de la limite d'inondation en Q5 de la plaine de la Foa et les connexions au réseau central est établi au moyen de jonctions de « longue portée » comme illustré à titre d'exemple, sur le schéma suivant.



	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	<i>Page 36 sur 117</i>	

7.2.3.2 Secteur de La Focola

L'articulation du modèle obéit aux mêmes principes que celui de La Foa, toute proportion gardée. En effet, compte tenu de l'importance des débits charriés par la plaine de la Fonwhary et des faibles débits de la Focola au regard de ceux de la Fonwhary, les niveaux d'eau atteints en crue au sein de cette plaine sont prépondérants en termes de contrainte hydraulique sur les conditions qui prévalent dans ces zones de confluence.

Le modèle hydraulique de l'affluent Focola est donc restreints à la périphérie de la limite d'inondation en Q5 de la plaine de la Fonwhary et les connexions au réseau central est établi au moyen de jonctions de « longue portée » comme illustré à titre d'exemple, sur le schéma précédant.

7.2.4 PLAN SYNOPTIQUE DU MODÈLE GLOBAL




Le plan synoptique fait apparaître la structure du modèle :

- les sens d'écoulement,
- Le tracé et le nom des biefs de rivière,
- Le tracé et le nom des profils en travers (section hydraulique) à l'intérieur des biefs de rivière,
- les jonctions,
- les points d'injections des débits entrants,
- les lignes de crêtes à l'intérieur des profils en travers (« levees »),
- les zones de surverses longitudinales (spills),
- les zones ineffective d'écoulement (« ineffective flow area »),
- Les ponts.

Le plan synoptique représente notamment :

- L'enveloppe de la crue centennale,
- La répartition des débits en Q100, dans le lit mineur, dans le lit majeur droit et dans le lit majeur gauche
- La répartition des vitesses en Q100, dans le lit mineur, dans le lit majeur droit et dans le lit majeur gauche.

Le plan synoptique, du fait de sa grande taille est consultable dans le dossier des PLANS.

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	<i>Page 37 sur 117</i>	

Un plan synoptique simplifié est consultable ci-après dont la vocation principale est de visualiser les tronçons.

7.3 CONDITIONS AUX LIMITES AMONT ET AVAL

7.3.1 CONDITIONS AUX LIMITES AMONT

Les débits entrants sont issus de l'hydrologie réalisée.

Le régime d'écoulement modélisé est fluvial (nombre de $Fr < 1$) sur la totalité du domaine d'étude. Par conséquent il n'y a pas de conditions de pentes hydrauliques à déterminer sur les profils d'entrée des diverses branches amont du modèle global.

Figure 8 : plan synoptique simplifié – localisation des tronçons de modélisation

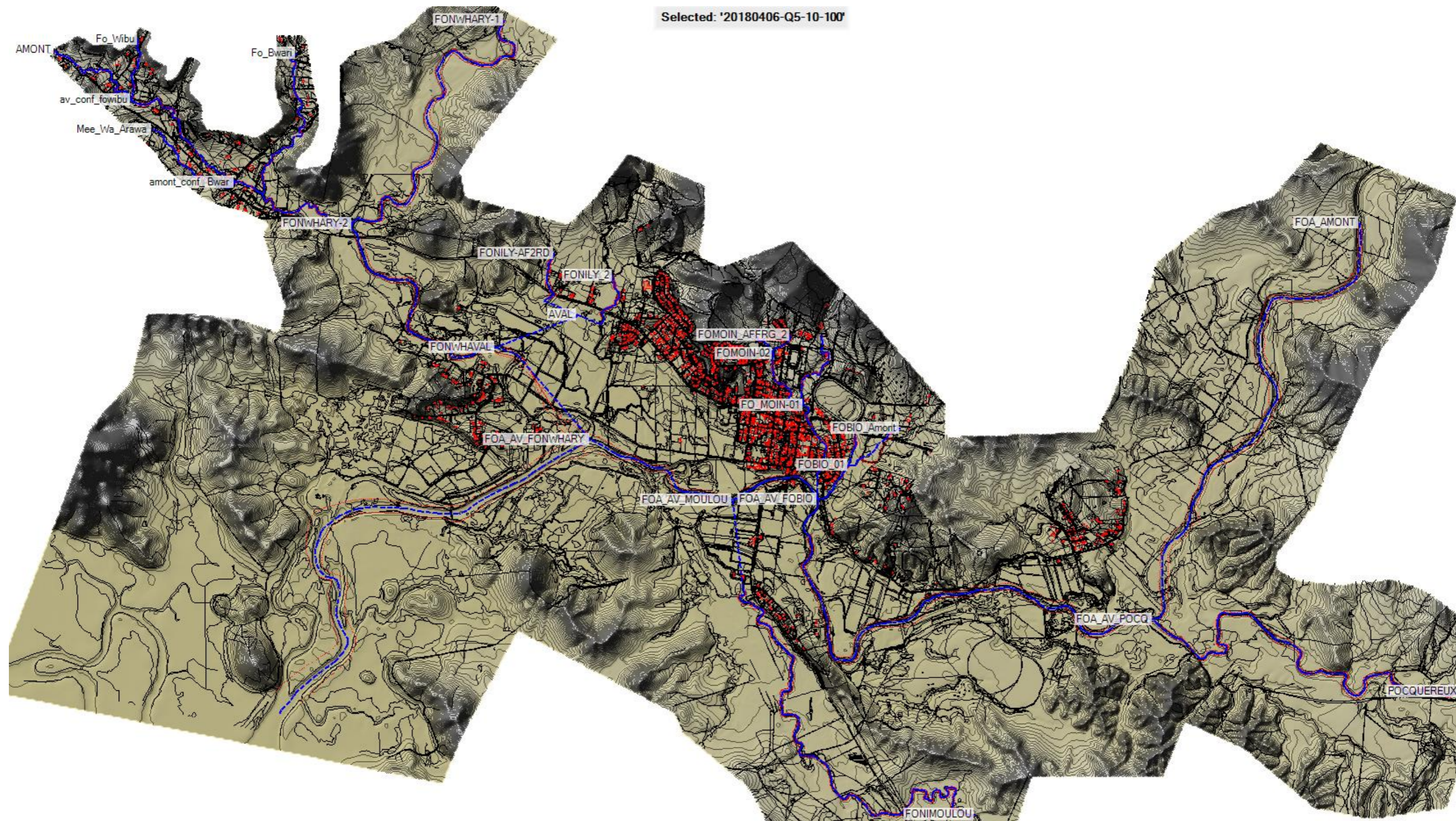


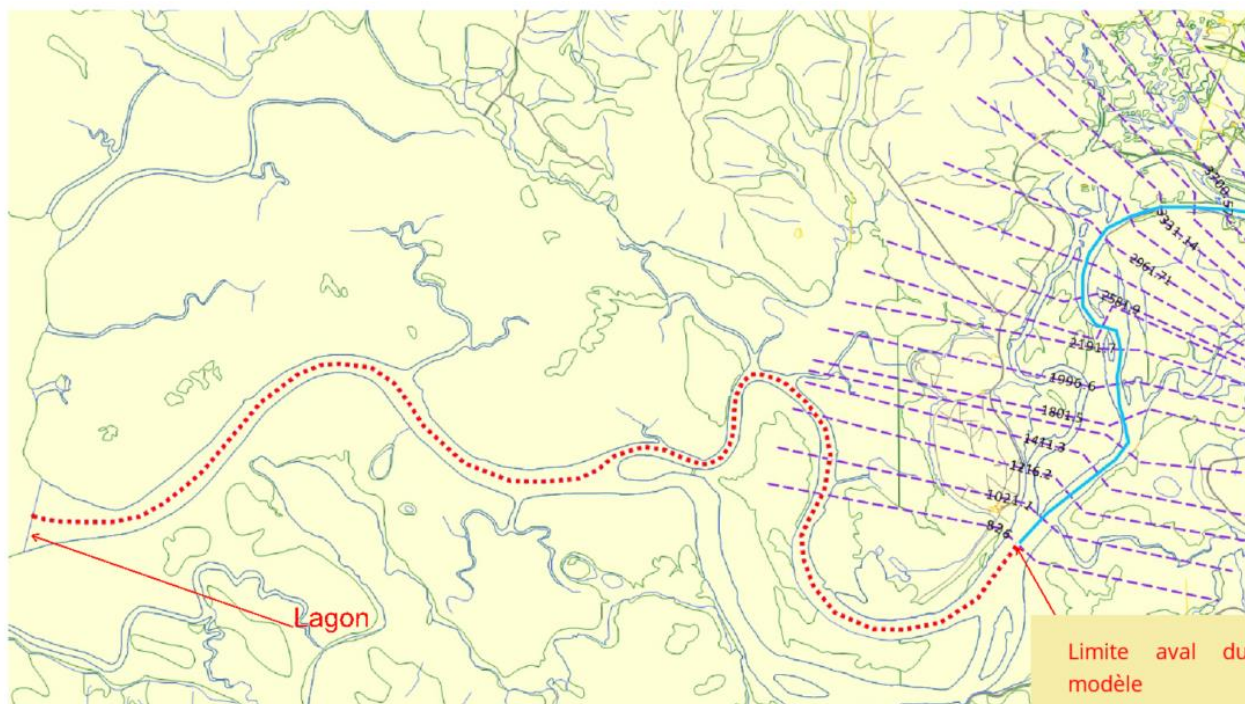
Tableau 6 : Tableau récapitulatif des débits entrants aux nœuds du modèle global (en m3/s)

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	River	Reach	RS	Q005	Q010	Q100	Béti (100-50)	2juil2013 (20)	Freda (10)	Anne (10)	Erica (10)	Edna (5)	Jasper (2-5)
1	FOA	FOA_AMONT	5467	844	1237	2364	1936	1516	1309	1305	1148	966	712
2	FOA	FOA_AV_POCQ	13618	1198	1761	3378	2721	2131	1839	1834	1614	1357	1001
3	FOA	FOA_AV_FOBIO	8360	1220	1789	3428	2821	2209	1907	1901	1673	1407	1038
4	FOA	FOA_AV_MOULOU	7570	1373	2015	3866	3169	2482	2142	2136	1880	1581	1166
5	FOA	FOA_AV_FONWHARY	5570	1728	2538	4879	3987	3122	2695	2687	2364	1988	1466
6	FOBIO	FOBIO_Amont	6	28	45	91	75	58	50	50	44	37	27
7	FOBIO	FOBIO_02	815	5	8	17	14	11	9	9	8	7	5
8	FOBIO	FOBIO_01	418	30	48	95	78	61	53	52	46	39	29
9	FOCOLA	Fo Wibu	596	24	35	64	55	43	37	37	33	27	20
10	FOCOLA	AMONT	4123	22	31	56	52	41	35	35	31	26	19
11	FOCOLA	av-conf_foiwibu	2917	46	66	121	107	84	72	72	63	53	39
12	FOCOLA	Mee Wa Arawa	1047	15	21	37	39	31	26	26	23	19	14
13	FOCOLA	amont_conf_bwar	1492	63	92	171	148	116	100	100	88	74	55
14	FOCOLA	Fo Bwari	1662	30	43	78	69	54	46	46	41	34	25
15	FOCOLA	Fo Bwari	846	41	58	107	94	74	63	63	56	47	35
16	FOCOLA	AVAL	1139	96	139	260	227	178	154	153	135	113	84
17	FOMOIN	FOMOIN_AFFRG_2	4237	3	5	10	8	6	5	5	5	4	3
18	FOMOIN	FOMOIN-03	1680	30	49	98	80	63	54	54	48	40	29
19	FOMOIN	FOMOIN-02	1425	14	23	46	38	30	26	26	23	19	14
20	FOMOIN	FOMOIN-02	999	17	27	54	45	35	30	30	26	22	16
21	FOMOIN	FOMOIN_AFFRG_1	2940	19	31	62	51	40	34	34	30	25	19
22	FOMOIN	FO_MOIN-01	682	30	49	98	80	63	54	54	48	40	30
23	FONILY	FONILY-AF2RD	561.3	11	17	34	28	22	19	19	17	14	10
24	FONILY	FONILY_2	795	53	86	173	142	111	96	95	84	71	52
25	FONILY	AVAL	1	79	128	257	211	165	142	142	125	105	77
26	FONIMOULOU	FONIMOULOU	3901	221	322	607	497	389	336	335	295	248	183
27	FONIMOULOU	FONIMOULOU	2221	291	423	798	654	512	442	441	388	326	240
28	FONWHARY	FONWHARY-1	3726	482	713	1363	1021	799	690	688	605	509	375
29	FONWHARY	FONWHARY-2	140	533	789	1509	1123	880	759	757	666	560	413
30	FONWHARY-AVAL	FONWHAVAL	-4.9166	569	839	1603	1234	966	834	832	732	615	454
31	POCQUEREUX	POCQUEREUX	14235	535	779	1479	1266	992	856	854	751	632	466

	Valeur issue de la moyenne entre méthodes transposition /rationnelle (étude 2017)
	Valeur issue de la moyenne entre méthodes transposition /rationnelle (étude 2014)
	Valeur issue de la transposition à partir du Q mesuré à la station La foa Pierrat

7.3.2 CONDITIONS AUX LIMITES AVAL

La limite aval du modèle se situe à plus de 8 km du lagon, en suivant le parcours du lit mineur. Il a donc été nécessaire de prolonger le modèle hydraulique jusqu'au lagon afin de pouvoir appliquer les conditions limites aval de marée.



Le modèle a donc été extrapolé jusqu'à la limite du lagon, soit sur un linéaire de près de 8 km en respectant la pente globale du dernier tronçon de la Foa en aval de la Fonwhary.

7.3.2.1 Conditions limites aval pour les crues de références Q5, Q10 et Q100 ans

Au Pk0 du modèle (lagon), en concertation avec le comité de pilotage, il a été retenu les valeurs de marée basées sur les niveaux de références SHOM sur NOUMEA :

- Une cote marine exceptionnelle de **1,10 m NGNC** a été appliquée en condition limite aval pour les crues de référence périodes de retour de **5 et 10 ans**, ce qui correspond au niveau des plus hautes mers astronomiques additionnée d'une surcote dépressionnaire de 15-20 cm.
- Une cote marine exceptionnelle de **1,40 m NGNC** a été appliquée en condition limite aval pour les crues de référence de retour de **supérieure à 10 ans ce qui** correspond au niveau des plus hautes mers astronomiques additionnée d'une surcote dépressionnaire de 45-50 cm.

Il n'a pas été jugé nécessaire de faire actualiser ces valeurs par le SHOM pour le cas spécifique de l'embouchure de La Foa. Ces valeurs varient dans des proportions faibles le long de la côte ouest.

De plus, comme indiqué plus loin dans le texte, dans les chapitres dédiés aux tests de sensibilité, **les conditions limites aval n'ont aucune incidence sur les niveaux en crue du modèle.**

7.3.2.2 Conditions limites aval pour les crues historiques de calage

Même si les tests de sensibilité montrent que les conditions limites aval n'ont en fait aucune incidence sur les niveaux en crue du modèle, le niveau de marée le plus probable au moment du passage de la pointe de la crue historique de calage a systématiquement été appliqué en condition limite aval du modèle.

Pour cela :

- Pour les 3 principaux évènements historiques de calage, les chroniques SHOM de variations des niveaux de marée (marégraphe de Bourail) ont été collectées. Le niveau aval de marée correspond au niveau à « $t = t_{\text{pointe hydrogramme de crue à la station la Foa Pierrat}} + t_{\text{transferts}}$ ». Avec $t_{\text{transferts}}$ compris entre 2h et 1.5 h en fonctions des évènements.
- Pour les 4 autres évènements historiques de calage, nous avons fixé arbitrairement les niveaux de marée à une valeur proche de « niveau moyen des mers » soit 0.0 m NGNC .

On obtient les niveaux retenus suivants, à l'exutoire du modèle :

Crue historique	Niveau de marée en condition limite aval du modèle (m NGNC)	Niveau de marée correspondant par rapport à la cote hydrométrique
BETI	-0.335 m NGNC	0.5 m « hydro »
EDNA	-0.400 m NGNC	0.43 m « hydro »
ERICA	-0.085 m NGNC	0.75 m « hydro »
FREDA, ANNE, JASPER, 02 juil2013	0.0 m NGNC	0.835 m « hydro »

7.4 CALAGE DU MODELE SUR LES CRUES HISTORIQUES

L'enjeu est de caler le modèle global, sur un maximum de crues historiques sensiblement différentes, tout en essayant de garder les mêmes caractéristiques intrinsèques (géométrie et rugosité inchangées).

La méthodologie passe nécessairement par les étapes suivantes qui peuvent s'enchaîner de manière itérative :

- Sélection des repères de crues historiques les plus pertinents,
- Ajustement sur les variables de rugosité de Manning,

- Ajustement des lois de surverses « spill » et des coefficients de débit des ouvrages,
- Analyse du calage,
- Si nécessaire, ajustement des débits estimés pour les crues historiques,
- Analyse du calage revu.

7.4.1 SELECTION DES REPERES DE CRUES POUR LE CALAGE

7.4.1.1 Ensemble des repères de crues recensés

Il a été recensé près de 106 laisses de crues sur l'ensemble du domaine étudié. Elles concernent les 7 évènements historiques suivants :

- Cyclone BETI 1996 (T50 - 1600 m³/s à La Foa Pierrat),
- Evènement du 2 Juillet 2013 (T20 - 1220 m³/s à La Foa Pierrat),
- FREDA 2013 (T10 - 1053 m³/s à La Foa Pierrat),
- ANNE 1988 (T10 - 1050 m³/s à La Foa Pierrat),
- ERICA 2003 (T10/T5 - 920 m³/s à La Foa Pierrat),
- EDNA 2014 (T5 - 780 m³/s à La Foa Pierrat),
- JASPER 2009 (T2 - 573 m³/s à La Foa Pierrat).




Leurs sources sont de plusieurs ordres :

- Laisses exploitées dans étude de 2013/15 pour les affluents et l'amont,
- Laisses acquises et exploitées pour modèle global 2016/17,
- Repères DAVAR (laisses ou échelles de crue) acquis et exploités pour modèle global 2016/17.

Pour exprimer le niveau de fiabilité d'une laisse de crue, les critères suivants ont été appliqués (pour information, ces critères sont propres à cette étude et sont différents des critères des fiches DAVAR):

+++	Bonne (Trace visible, échelle de crue DAVAR, repère DAVAR ...)
++	Moyenne (Témoignage avec niveau approximatif, au niveau d'un grillage à grosses mailles...)
+	Faible (témoignage visuel ne correspondant pas nécessairement au plus haut niveau de l'évènement)

La localisation de l'ensemble des repères de crues est consultable dans un atlas, dans le dossier des PLANS.

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	<i>Page 43 sur 117</i>	

7.4.1.2 Premier filtre : mise à l'écart de repères correspondant à des évènements non caractérisés

Comme indiqué précédemment, l'évènement du 25 février 2015 n'a pas pu être caractérisé avec les moyens d'observations et d'analyses dont nous disposons. L'hydrogramme de cet épisode est qualifié par la DAVAR d'incertain. Ces laves de crues ont donc été écartées pour le calage.

Néanmoins, ces repères seront analysés *a posteriori* pour essayer d'évaluer la période de retour de cet évènement, en faisant varier de manière linéaire et itérative l'ensemble des débits à l'entrée des biefs concernés.

Le seul repère correspondant au cyclone BECKY a été également écarté car l'évènement n'a pas pu être caractérisé.

7.4.1.3 Deuxième filtre : mise à l'écart des repères estimés incohérents au sein d'un même évènement de crue

Pour une même crue historique, les repères ont été éliminés sur la base des critères suivants :

- Laisse de crue anormalement basse ou anormalement haute par rapport à la ligne d'eau générale (par exemple, laisse de crue dont le niveau est plus bas que d'autres situées plus en aval),
- Témoignage douteux qui se confirme au vu des écarts constatés.

7.4.1.4 Troisième filtre : mise à l'écart des repères correspondant à un évènement de crue qui s'avère être non homogène à l'échelle du bassin versant

Rappel : l'approche hydrologique repose sur l'hypothèse que la pluie est homogène sur l'ensemble du bassin versant de la FOA. Ce qui permet d'estimer les débits d'une crue historique en tout point du bassin versant par transposition à partir des débits mesurés, pour ce même évènement, à la station limnimétrique de La Foa Pierrat.

Ce troisième filtre concerne essentiellement les repères DAVAR car un bon nombre de ces repères ont le mérite d'être placés aux mêmes endroits, quel que soit la crue historique, ce qui permet de réaliser une analyse comparative entre évènement sur plusieurs points.

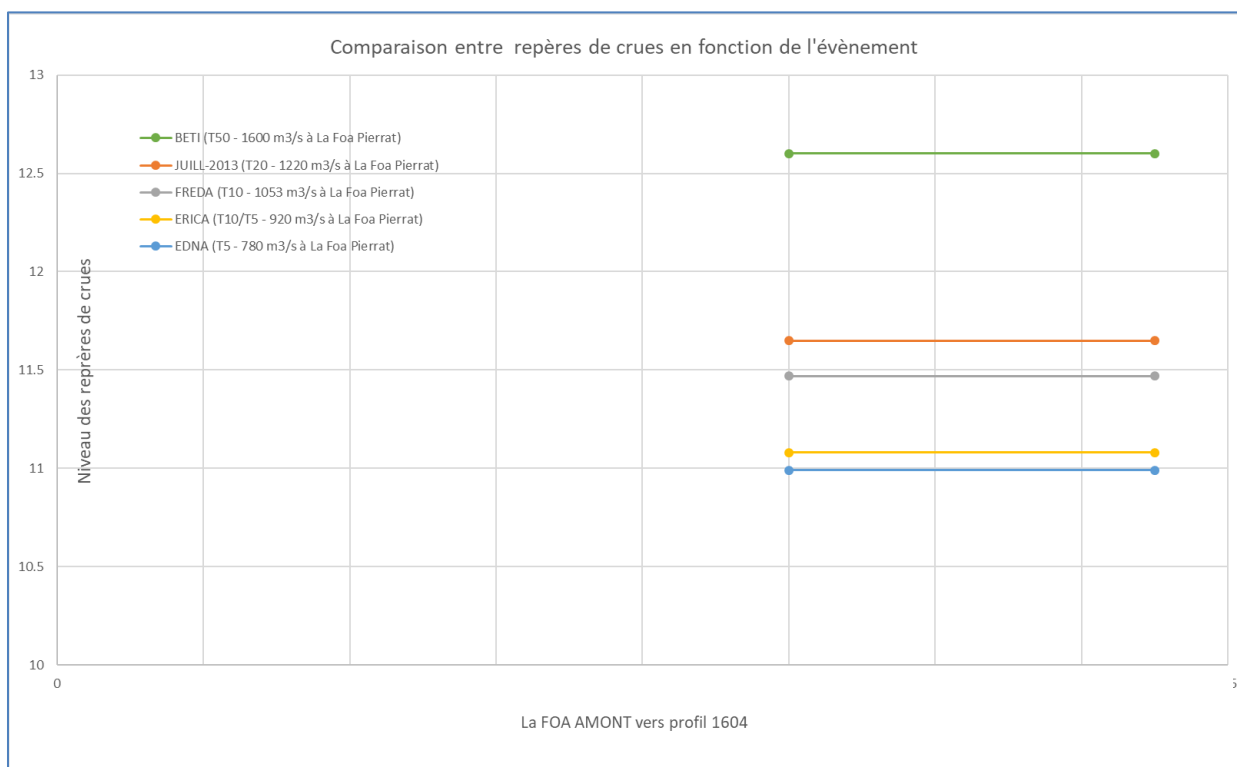
Les évènements les plus fournis en termes de repères de crues, objet de l'analyse comparative, sont les suivants :

- BETI (T50 - 1600 m³/s à La Foa Pierrat),
- JUILL-2013 (T20 - 1220 m³/s à La Foa Pierrat),
- FRED A (T10 - 1053 m³/s à La Foa Pierrat),
- ERICA (T10/T5 - 920 m³/s à La Foa Pierrat),

- EDNA (T5 - 780 m³/s à La Foa Pierrat).

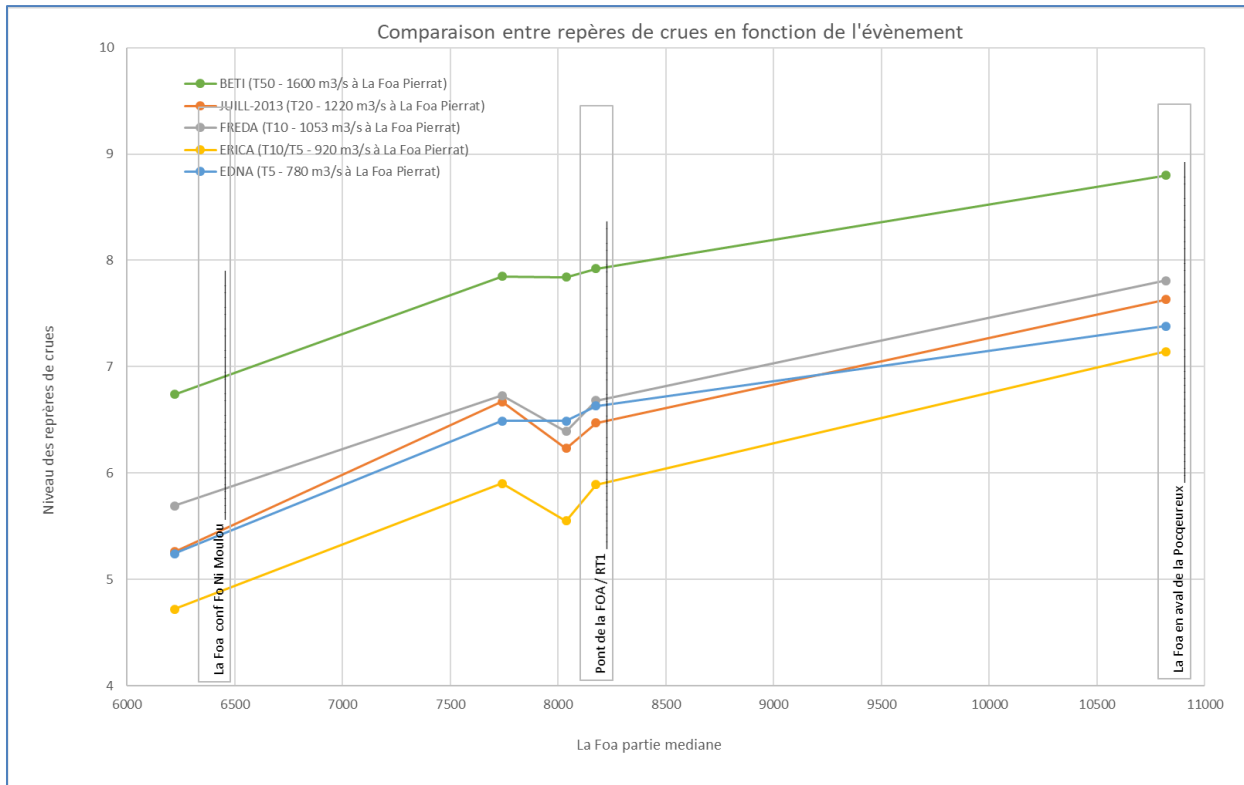
Ces repères couvrent essentiellement la zone centrale et nord du modèle globale, à savoir : La Fonwhary en aval de la RT1 et la Foa depuis l'amont jusqu'à la confluence avec la Fonwhary. Cette analyse ne peut être portée sur la Focola du fait du faible nombre de repères recensés et du fait de l'absence de station d'observation de la DAVAR.

Les 3 figures suivantes illustrent cette analyse comparative.



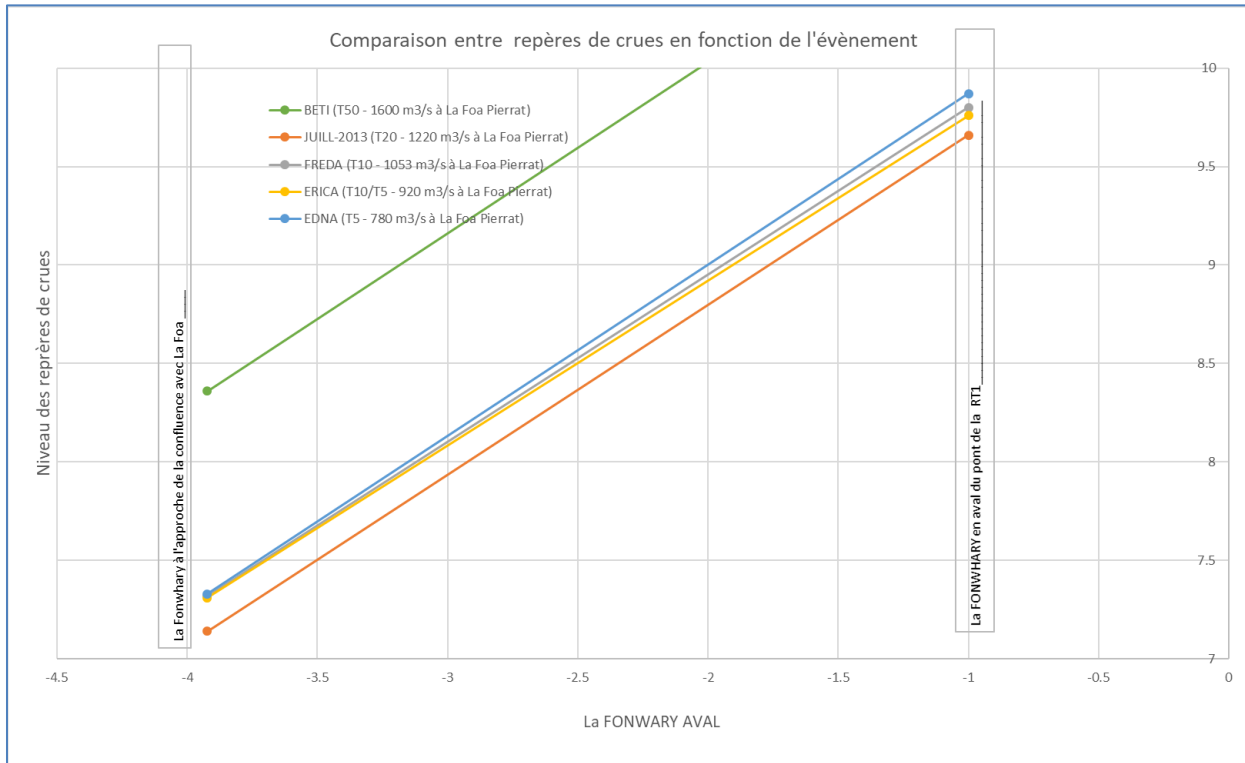
L'axe des ordonnées représente les niveaux en Z levés vers le profil 1604 – L'axe des abscisses n'a pas de valeur dimensionnelle

Tronçon	FOA AMONT
Profil (RS)	1604
BETI (T50 - 1600 m ³ /s à La Foa Pierrat)	12.6
JUILL-2013 (T20 - 1220 m ³ /s à La Foa Pierrat)	11.65
FREDA (T10 - 1053 m ³ /s à La Foa Pierrat)	11.47
ERICA (T10/T5 - 920 m ³ /s à La Foa Pierrat)	11.08
EDNA (T5 - 780 m ³ /s à La Foa Pierrat)	10.99






Tronçon	FOA AV MOULOU	FOA_AV_FOBIO	FOA_AV_FOBIO	FOA_AV_FOBIO	FOA AV POCQ
Profil (RS)	6221	7740	8038	8175	10818
BETI (T50 - 1600 m3/s à La Foa Pierrat)	6.74	7.85	7.84	7.92	8.8
JUILL-2013 (T20 - 1220 m3/s à La Foa Pierrat)	5.26	6.67	6.23	6.47	7.63
FREDA (T10 - 1053 m3/s à La Foa Pierrat)	5.69	6.73	6.39	6.68	7.81
ERICA (T10/T5 - 920 m3/s à La Foa Pierrat)	4.72	5.9	5.55	5.89	7.14
EDNA (T5 - 780 m3/s à La Foa Pierrat)	5.24	6.49	6.49	6.63	7.38

Tronçon	Fonwhary 2	Fonwhary 2
Profil (RS)	-1	-3.923
BETI (T50 - 1600 m3/s à La Foa Pierrat)	10.9	8.36
JUILL-2013 (T20 - 1220 m3/s à La Foa Pierrat)	9.66	7.14
FREDA (T10 - 1053 m3/s à La Foa Pierrat)	9.8	7.32
ERICA (T10/T5 - 920 m3/s à La Foa Pierrat)	9.76	7.31
EDNA (T5 - 780 m3/s à La Foa Pierrat)	9.87	7.33



Analyse des évènements de juillet 2013 (T20), cyclone ERICA (T10-T5) et cyclone FREDA (T10) :

- Sur la Foa amont (vers la section Foa amont -1604), on note une bonne corrélation entre le débit de chaque crue historique et le niveau repéré (ce qui est logique puisque ce repère est proche de la station de La Foa Pierrat).
- Sur la partie médiane (Fonwhary aval, Foa aval Pocquereux, Foa RT1, Foa conf Ni Moulou), ces 3 évènements sont censés avoir des niveaux supérieurs à Edna (T5), or ce n'est pas le cas. La Fonwhary et la Fo Ni Moulou voire la Pocquereux étaient probablement à des niveaux particulièrement bas au moment du passage de la pointe de crue de la Foa.
- Les repères sur la basse Fonwhary montrent effectivement que ces 3 évènements présentent tous des niveaux inférieurs à Edna (T5).
- On déduit que la pluie n'a pas été homogène sur l'ensemble du bassin versant pour chacun de ces 3 évènements, son intensité a vraisemblablement été plus forte du côté Nord-Est, du côté de la station de la Foa Pierrat. Pour ces 3 évènements, l'estimation des débits, par transposition depuis la station de la Foa Pierrat, n'est donc pas représentative de l'ensemble du bassin versant.

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	Page 47 sur 117	

- Une majeure partie des repères de ces 3 crues, concentrée sur la zone centrale du modèle globale (La Fonwhary en aval de la RT1 et la Foa depuis la confluence avec la Pocquereux jusqu'à la confluence avec la Fonwhary) a donc été écartée pour le calage.
- Les repères placés en amont et sur les petits affluents ont été conservés.

Cyclone BETI (T50-T100) et cyclone EDNA (T5) :

- Sur la Foa amont (vers la section Foa amont -1604) et sur la partie médiane du modèle (Foa aval Pocquereux, Foa RT1, Foa conf Ni Moulou) on note pour chacune de ces deux crues une bonne corrélation entre leurs rangs respectifs en termes de débit et leurs rangs respectifs en termes de niveau repéré.
- Sur la Fonwhary aval, on note également pour chacune de ces deux crues, un respect de leurs rangs respectifs en termes de débit et de niveau (Béti reste au premier rang, Edna reste au second rang). Les repères des autres crues sont plus bas que ceux d'Edna alors qu'ils devraient être placés au-dessus. A ce stade on peut encore retenir 2 options : les repères d'Edna sont particulièrement hauts, les repères des 3 autres crues sont particulièrement bas. Il a été préféré l'option « Edna » car la pente hydraulique de cet événement est très proche de celle de Beti. Sur un tronçon sans obstacle sensible, cette similarité de pente hydraulique laisse penser que Edna se comporte de la même manière que Beti.
- On déduit ainsi, pour chacun de ces 2 événements, que la pluie a été homogène sur l'ensemble du bassin versant. L'estimation des débits calculés, par transposition depuis la station de la Foa Pierrat, est donc représentative du fonctionnement de ces épisodes sur l'ensemble des cours d'eau modélisés.
- Les repères de ces 2 crues ont donc été donc exploités pour le calage, ce qui est pertinent en termes d'intensité puisque l'objectif de l'étude est de restituer une cartographie des zones inondables pour les crues T100 ans (proche Beti) et accessoirement T5 ans (proche Edna).

Sur un total de 107 laisses de crues, 51 repères ont été écartés et 56 repères ont été retenus pour le calage du modèle.

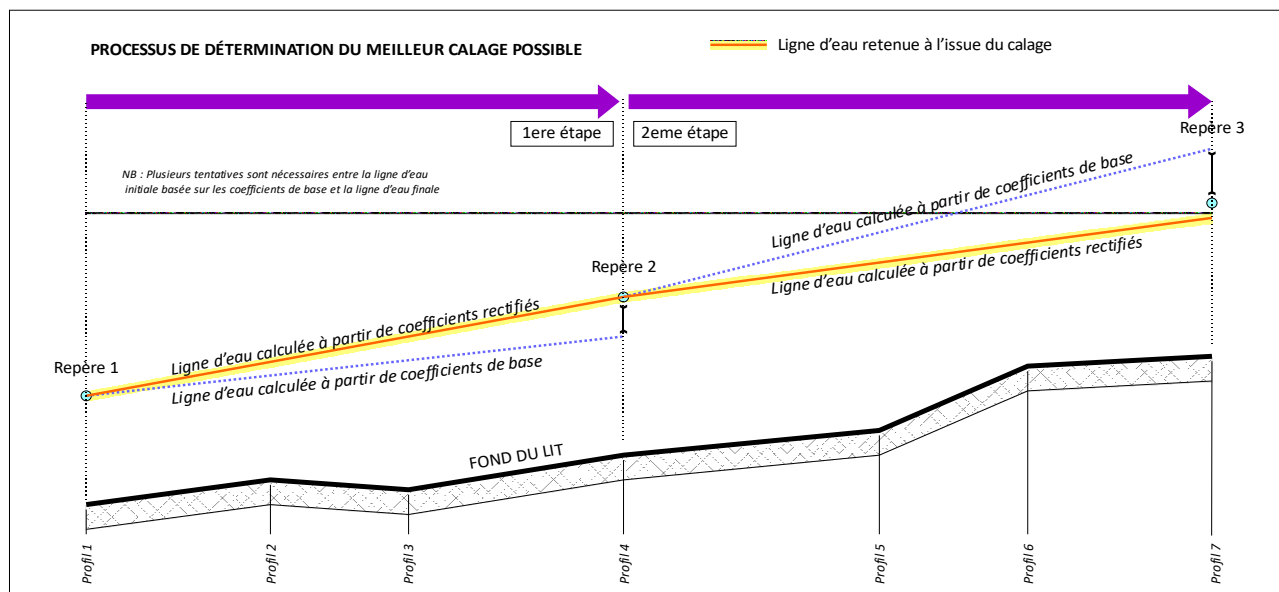
Les 56 repères de crues qui ont été retenus pour le calage, sont récapitulés dans le « *Tableau 8 : bilan des résultats de calage avec les repères de crues retenues* ».

Les 51 repères de crues de crues qui ont été écartés pour le calage sont récapitulés en Annexes et sont accompagnés de commentaires justificatifs.

7.4.2 AJUSTEMENT SUR LES VARIABLES DE RUGOSITE DE MANNING

7.4.2.1 Méthodologie

Compte tenu du régime fluvial généralisé à l'ensemble du domaine d'étude, l'approche consiste à caler le modèle en remontant de l'aval vers l'amont, comme illustrée sur le schéma suivant.



Cette étape de calage consiste à déterminer les coefficients de frottement qui permettent d'obtenir une ligne d'eau proche de la ligne qui rejoint deux repères de crue consécutifs. On retient in fine les coefficients de frottement qui conduisent à un optimum entre la ligne d'eau modélisée et des valeurs de coefficients proches des observations de terrain.

Le tableau, ci-après, résume les valeurs de rugosité retenues :




- Les valeurs en italiques sont issues des modèles de l'étude de 2015 et n'ont pas été revues.
- Dans les lits mineurs, les rugosités sont comprises entre $n = 0.040$ (20) et $n = 0.050$ (25), on a estimé que la section hydraulique était prépondérante vis-à-vis de la rugosité des parois.
- Dans les lit majeurs les rugosités sont comprises entre $n = 0.083$ (12) = végétation dense et $n = 0.040$ (20) = pâturage, champ agricole.
- Les zones de grande confluence, en lit majeur, du fait des pertes des charges liées au croisement des champs d'inondation ont été valorisée à $n = 0.143$ (7).

7.4.2.2 Coefficients de rugosité retenus

Les coefficients de frottement ayant permis le calage, sont récapitulés et analysés (vis à vis de leur conformité suite aux observations de terrain) dans le tableau synthétique ci-après.

Coefficients de rugosité de Manning Strickler : n ($Ks=1/n$)						
Cours d'eau	Lit mineur			Lit majeur		
	Min	Max	Justification / description	Min	Max	Justification / description
Fo Moin et Fo Bio	0.040 (20)	0.048 (21)	Cours d'eau entretenu	0.0125 (8)	0.100 (10)	Végétation en lit majeur relativement dense
Fo Nily	0.063 (16)	0.063 (16)	Des herbes denses et des trous d'eau sont présents	0.0125 (8)	0.0125 (8)	La végétation est relativement dense, avec la présence de broussailles et d'arbres
Fo NiMoulou	0.055 (18)	0.040 (20)	Herbes et galets	0.0125 (8)	0.0125 (8)	Végétation importante avec la présence de clôtures et de zone arborées embroussaillées
Focola	0.050 (20)	0.050 (20)	Cours d'eau entretenu composé de galets multi décimétriques	0.083 (12)	0.083 (12)	La végétation est intermédiaire (entre les qualificatifs de dégagée et dense) avec présence de broussailles et d'arbres et de quelques pâturages.
Fonwhary	0.050 (20)	0.050 (20)	Les lits sont très larges (+ de 30 m) et sont composés de galets multi-décimétriques	0.083 (12)	0.055 (18)	Végétation est relativement dense en amont, constituée de zones de cultures rases dans la partie médiane et redevient plus dégagée en aval, avec la présence de pâturages et de cultures agricoles essentiellement
La Foa amont et la Pocquereux	0.040 (25)	0.050 (20)	Lits sont très larges (+ de 30 m) et sont composés de galets multi décimétriques	0.143 (7)	0.077 (13)	La végétation en amont est importante (forêt dense) et s'éclaircit progressivement vers l'aval
FOA aval confluence Pocquereux	0.050 (20)	0.050 (20)	Les lits sont très larges (+ de 30 m) et sont composés de galets multi décimétriques	0.143 (7)	0.040 (25)	La zone de confluence (fortes pertes de charges) est valorisée à $n = 0.143$ (7). Plus en aval, on retrouve la présence de pâturages et de cultures agricoles de broussailles et d'arbres et de clôtures qui s'éclaircissent progressivement vers l'aval, jusqu'à $n=0.040$ (20)
FOA aval confluence Fo Bio et Fo Moin	0.050 (20)	0.050 (20)	Les lits sont très larges (+ de 30 m) et sont composés de galets multi décimétriques	0.040 (25)	0.143 (7)	Végétation dégagée avec présence de pâturages et de cultures agricoles essentiellement
FOA aval confluence Fo Nimoulou	0.050 (20)	0.050 (20)	Les lits sont très larges (+ de 30 m) et sont composés de galets multi décimétriques	0.143 (7)	0.143 (7)	La zone de confluence (fortes pertes de charges) est valorisée à $n = 0.143$ (7).
FOA aval confluence Fonwhary	0.050 (20)	0.050 (20)	Les lits sont très larges (+ de 30 m) et sont composés de galets multi décimétriques	0.0125 (8)	0.071 (14)	Végétation avec présence essentielle de broussailles et d'arbres et mangrove à l'approche du lagon.

Tableau 7 : Récapitulatif des valeurs de rugosité retenues par cours d'eau à l'issue du calage

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	Page 50 sur 117	

7.4.3 Ajustement des lois de surverses « spill » et des coefficients de débit des ouvrages

Les coefficients de débits des lois de surverse sur les « spills » demeurent inchangés : $Cd = 1.4$ (coefficient par défaut dans le modèle HEC-RAS qui correspond usuellement à un coefficient de surverse avec présence de végétation).

Pour tous les ouvrages traversant la RT1 et pour le talus de la RT1, dans la basse vallée de La FOA et de la Fonwhary, les coefficients de débits des lois de surverse ont été augmenté de $cd = 1.4$ (coefficient par défaut dans le modèle HEC-RAS qui correspond à un coefficient de surverse avec présence d'obstacles de type garde-corps, glissière) à $cd = 1.7$ (correspond à un coefficient de surverse équivalent à celui d'un seuil épais) ce qui semble réaliste puisque la RT1, dans cette partie-là de la vallée, possède un profil assez proche du terrain naturel et ne présente pas de glissière de sécurité (hormis au droit des ponts mais de manière très localisée au regard de la largeur de surverse par-dessus le « deck roadway»).

7.4.4 ANALYSE DU CALAGE SUR LE MODELE GLOBAL SUR LA FOA ET LA FOCOLA

Comme indiqué précédemment, les repères correspondant à l'évènement de « juillet 2013 » (T20), au cyclone ERICA (T10-T5) et au cyclone FREDIA (T10), sont exploités uniquement sur la l'amont de la Foa et sur les petits affluents (l'estimation des débits, par transposition depuis la station de la Foa Pierrat, n'étant pas représentative de l'ensemble du bassin versant sur la zone centrale du modèle globale).

Les 3 repères correspondant aux cyclones ANNE (T10) et JASPER (T2) sont très ponctuels mais sont néanmoins conservés, à titre d'information.




Les repères correspondant aux cyclones BETI (T50-T100) et EDNA (T5), sont les plus nombreux, les plus représentatifs (l'estimation des débits s'avère homogène sur l'ensemble du modèle globale) et les plus pertinents dans la mesure où l'objectif de l'étude est de restituer une cartographie des zones inondables pour les crues T100 ans.

Le tableau, ci-après, récapitule les résultats de calage pour l'ensemble des repères de crues retenus.

On note que le modèle est correctement calé, en termes de niveaux, avec:

- Une précision de +/- 25 cm vis-à-vis de 48 repères de crues
- Une précision de +/- 50 cm vis-à-vis de 7 repères de crues

L'analyse des résultats de calage est réalisée essentiellement sur les crues historiques BETI (T50-T100) et EDNA (T5).

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	<i>Page 52 sur 117</i>	

7.4.5 ANALYSE DU CALAGE SUR LE SECTEUR DE LA FOA

Pour l'évènement BETI (T50-100), on note que cette partie du modèle est globalement calée à +/- 25 cm par rapport aux niveaux des repères de crues.

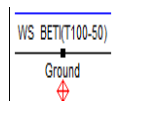
Pour l'évènement EDNA, à deux exceptions près, on note que cette partie du modèle est globalement calée à +/- 25 cm par rapport aux niveaux des repères de crues.

L'écart de « -0.5 m » sur le profil Foa_av_Fobio est probablement dû à une perte de charge localisée au passage du pont de La Foa sur la RT1, impossible à restituer avec un modèle 1D.

L'écart de « -0.3 m » sur le profil FOA AV POCQ est également et probablement dû à une perte de charge localisée impossible à restituer avec un modèle 1D.

Les profils en long, ci-après, présentent les résultats de calage obtenus au droit des repères de crue sélectionnés pour cet évènement.

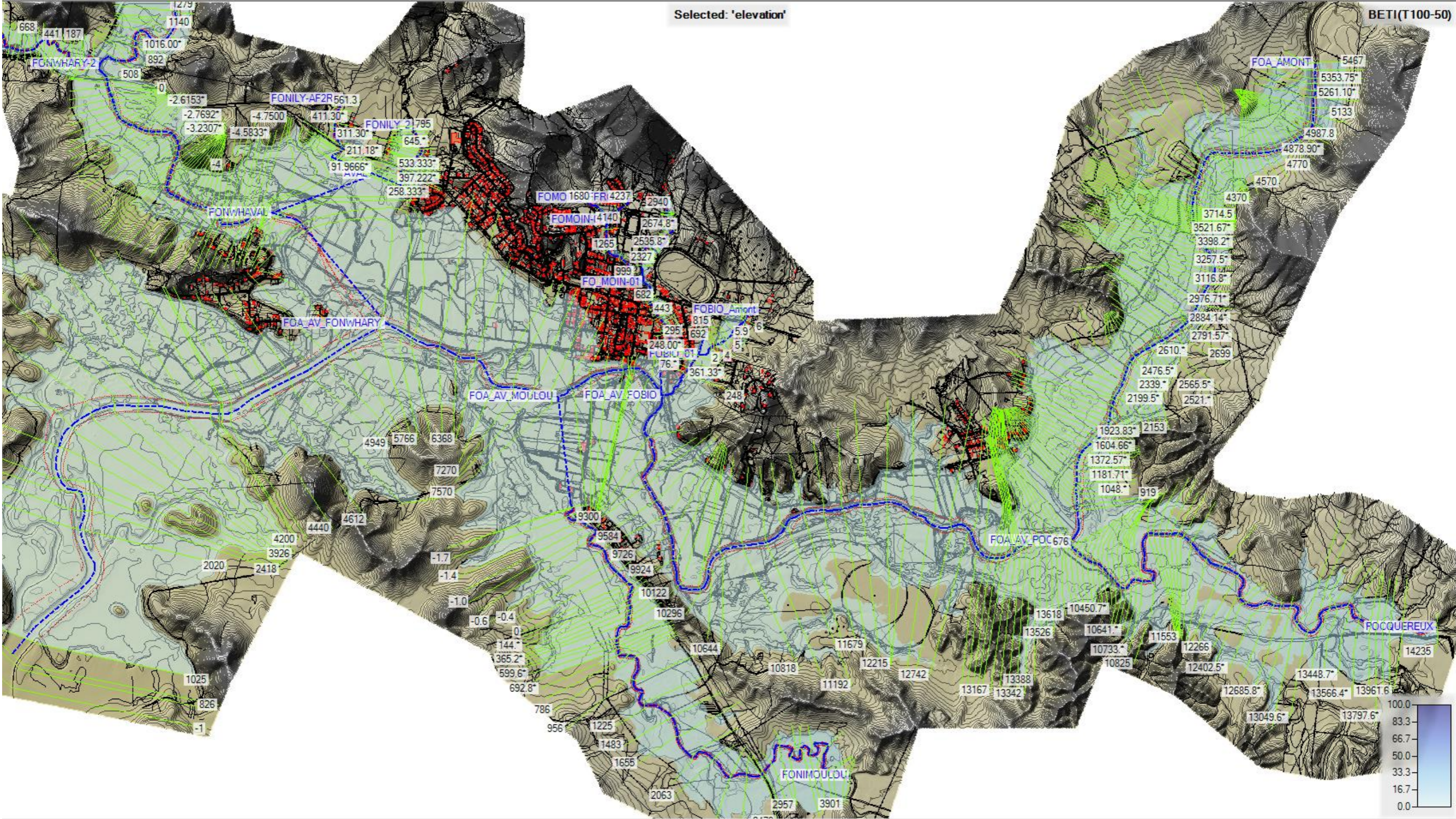
La légende suivante a été appliquée aux profils en long d'écoulement :

	Ligne d'eau modélisée pour l'écoulement d'une crue historique BETi ou Edna (en m NGNC) Ligne du fond du lit (en m NGNC) Repère de crue (en m NGNC)
---	--

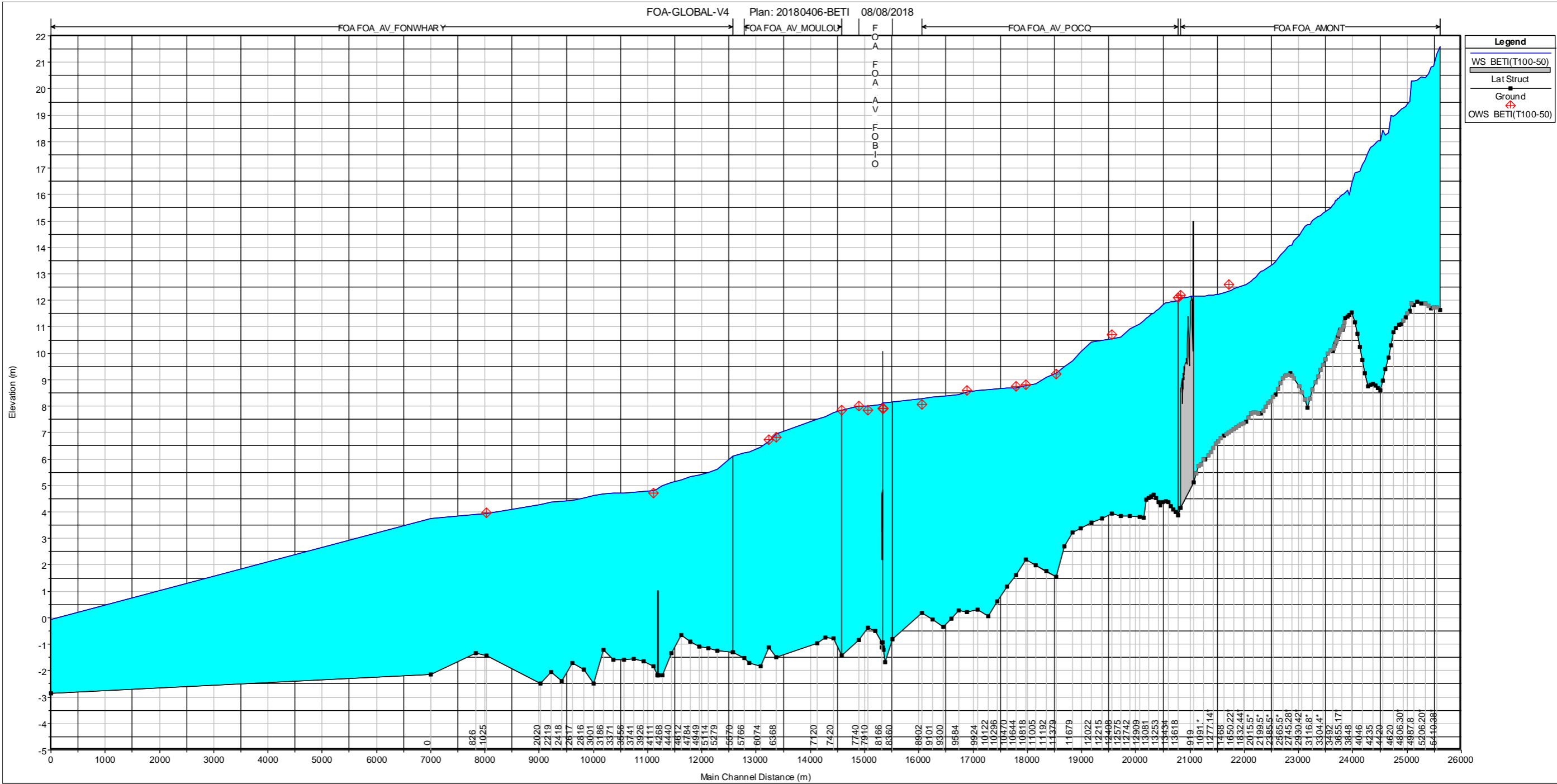
Les sources de simulations sont les suivantes :

20180406-BETI
 20180406-EDNA

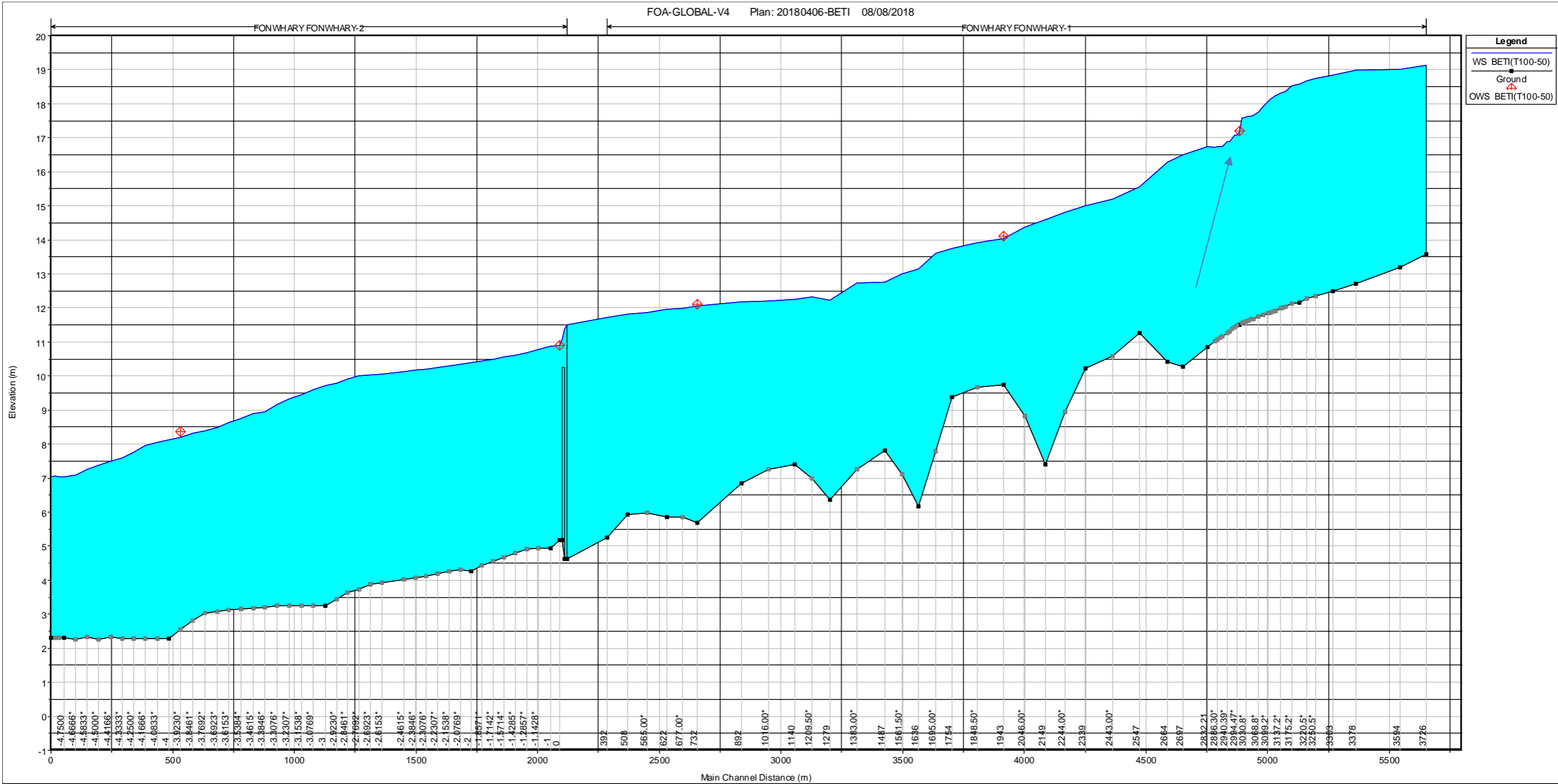
Localisation Profils en long – Calage pour les crues BETI et EDNA – secteur de la FOA



Profil en long – Calage pour crue BETI – Axe de la Foa

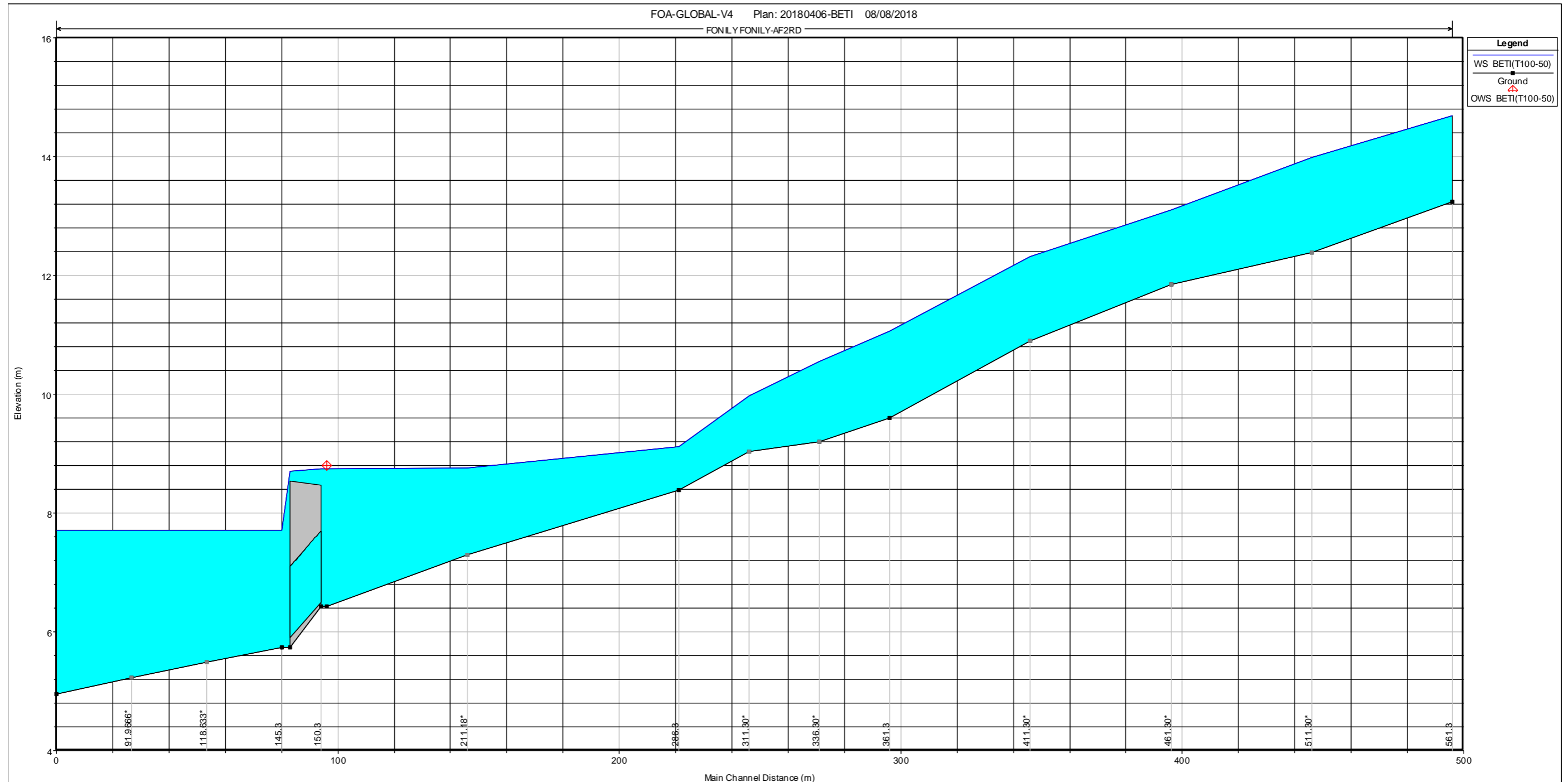


Profil en long – Calage pour crue BETI – Axe de la Fonwahry



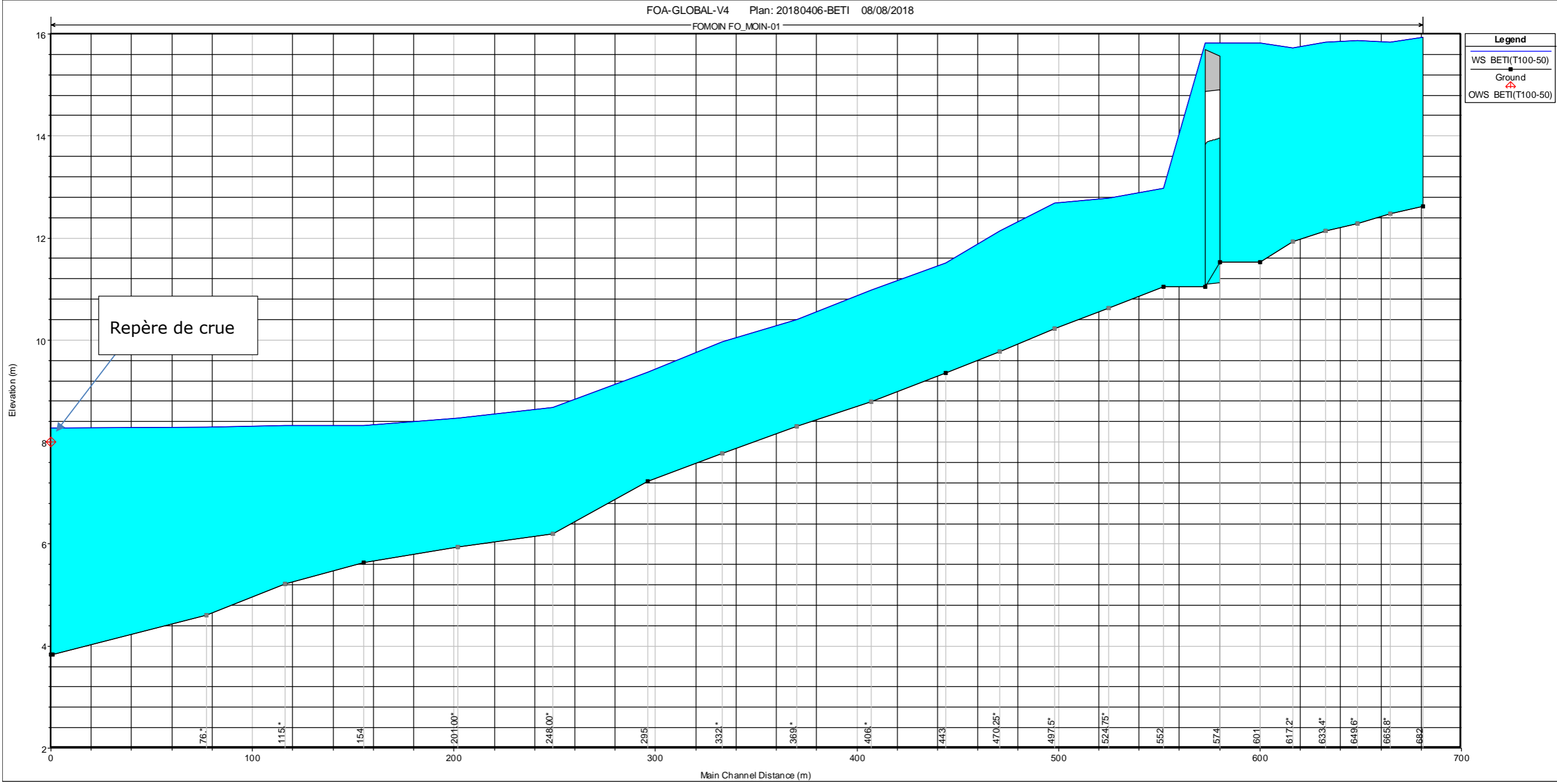
Rappel concernant l'étude de 2014 : On note une cassure de pente ponctuelle de la ligne d'eau aux abords de RS 3008. La première raison vient du fait que ce profil présente une transition brusque du Ks du lit majeur (en amont $n=0.080 = k=12.5 =$ forêt éclaircie / en aval $n=0.055 = k=8 =$ champ de culture rase). Le niveau d'eau tend à baisser dans le lit majeur, les vitesses tendent à augmenter. Le second effet vient du fait qu'il y a une contraction de la section hydraulique non progressive en amont de ce point (champ d'inondation passe de 500 à 300 m de large), qu'ensuite le lit majeur reste homogène sur 150 ml champ d'inondation de 300 m de large) puis en aval de RS 2850 la section hydraulique s'élargit progressivement. La combinaison de la contraction de section et de la variation de vitesse (les 2 paramètres d'influences sur une courbe de remous à Q constant) entraîne un remous d'exhaussement très marqué en ce point qui crée ainsi cette cassure.

Profil en long – Calage pour crue BETI – Axe de la FoNily

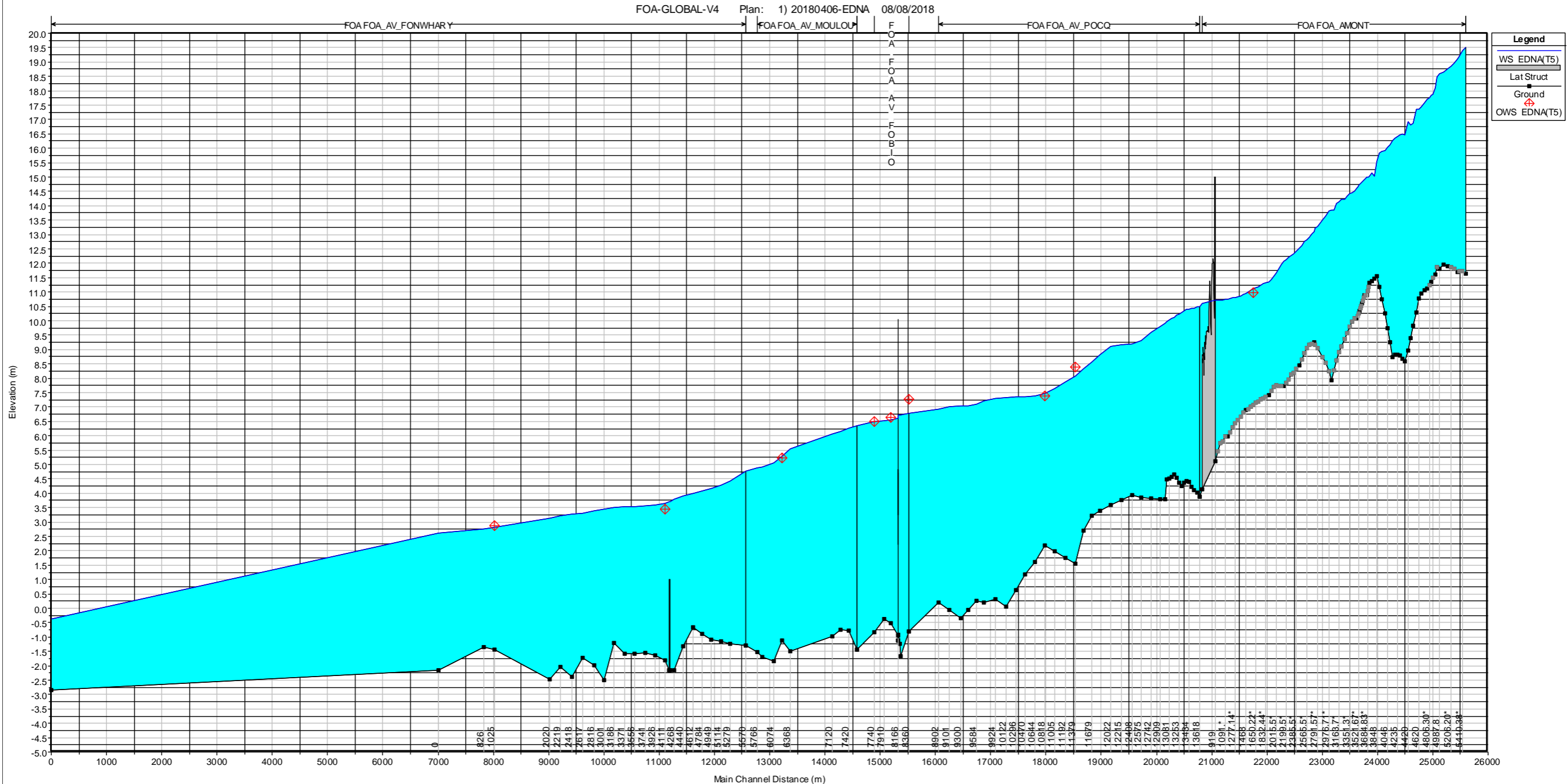


On note une cassure de pente ponctuelle de la ligne d'eau aux abords de RS 286. Le mode d'écoulement en amont de ce point est de type « accéléré », amplifié par l'élargissement du champ d'inondation du lit actif au lit majeur. Ce qui explique la courbe de remous qui semble plonger. Ce point correspond spécifiquement au point de rencontre entre ce mode accéléré et le contrôle aval exercé par l'ouvrage aval. Pour information, cette partie du modèle en amont du RS 1503 a été validée dans l'étude de 2014.

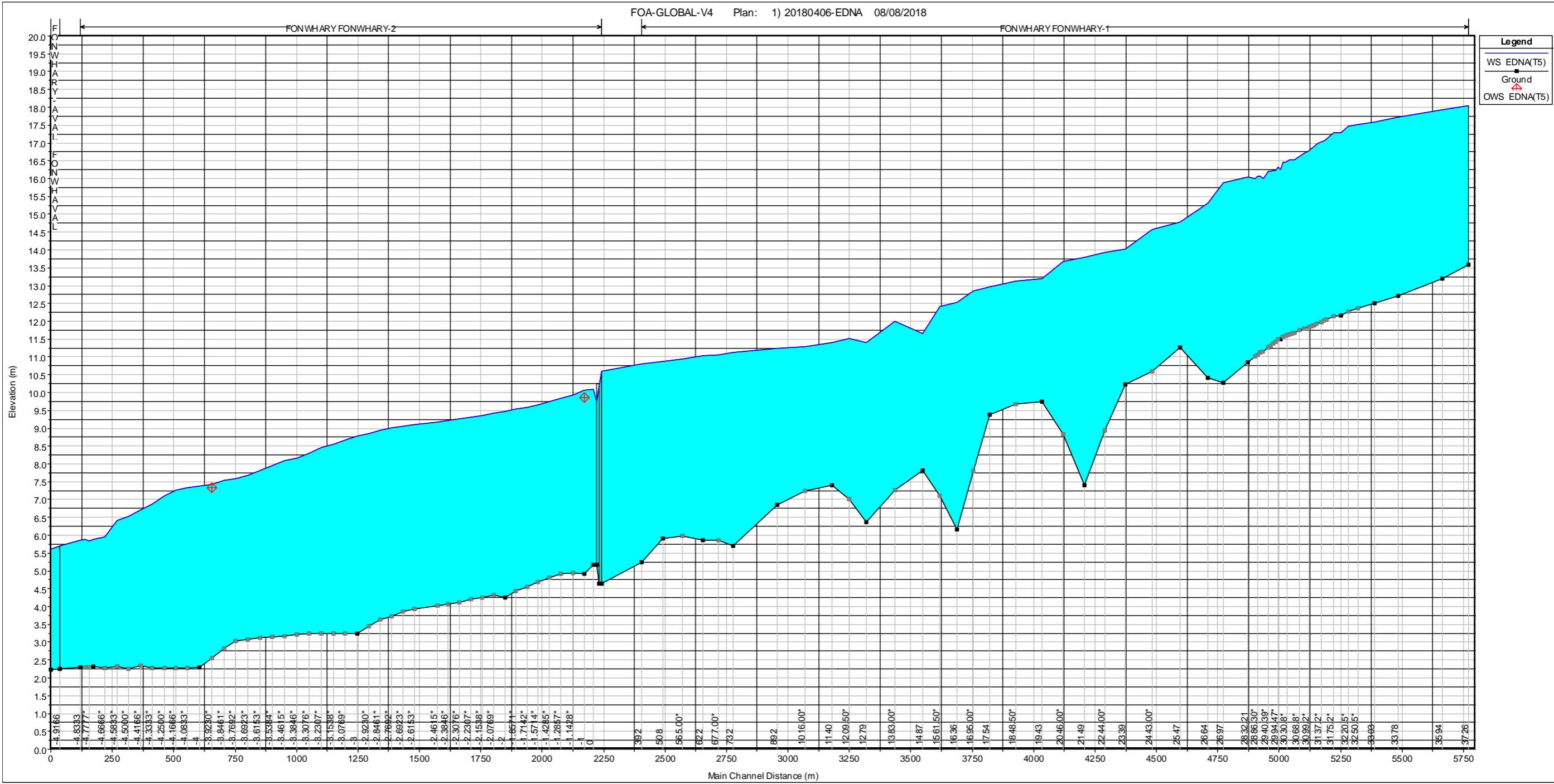
Profil en long – Calage pour crue BETI – Axe de la FoMoin






Profil en long – Calage pour crue EDNA – Axe de la Foa



Profil en long – Calage pour crue BETI – Axe de la Fonwhary



	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	<i>Page 60 sur 117</i>	

7.4.6 ANALYSE DU CALAGE SUR LE SECTEUR DE LA FOCOLA

7.4.6.1 Evènement BETI (T50-100)

Les profils en long, ci-après, présentent les résultats de calage obtenus au droit des repères de crue sélectionnés pour cet évènement.

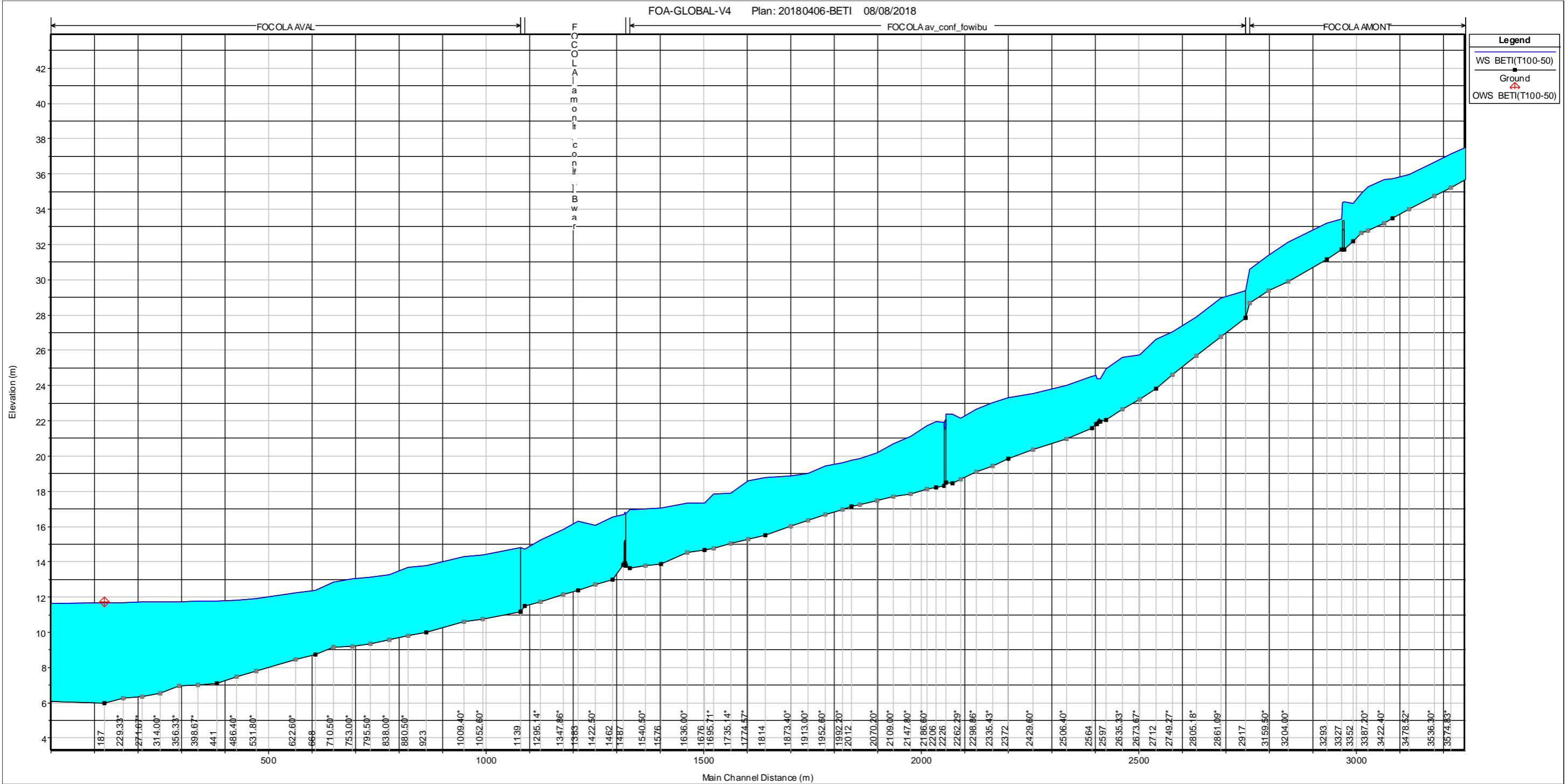
On note que cette partie du modèle est calée à +/- 25 cm par rapport aux niveaux des repères de crues. On note peu de laisses de crues exploitées car :

- Un certain nombre de laisses de crues concernent l'évènement du 25/2/2015, non exploitable à ce stade du calage (cf. infra),
- L'analyse de la crue centennale va nous indiquer finalement qu'il y a très peu d'habitations inondables (peu d'enjeux donc peu de témoignages).

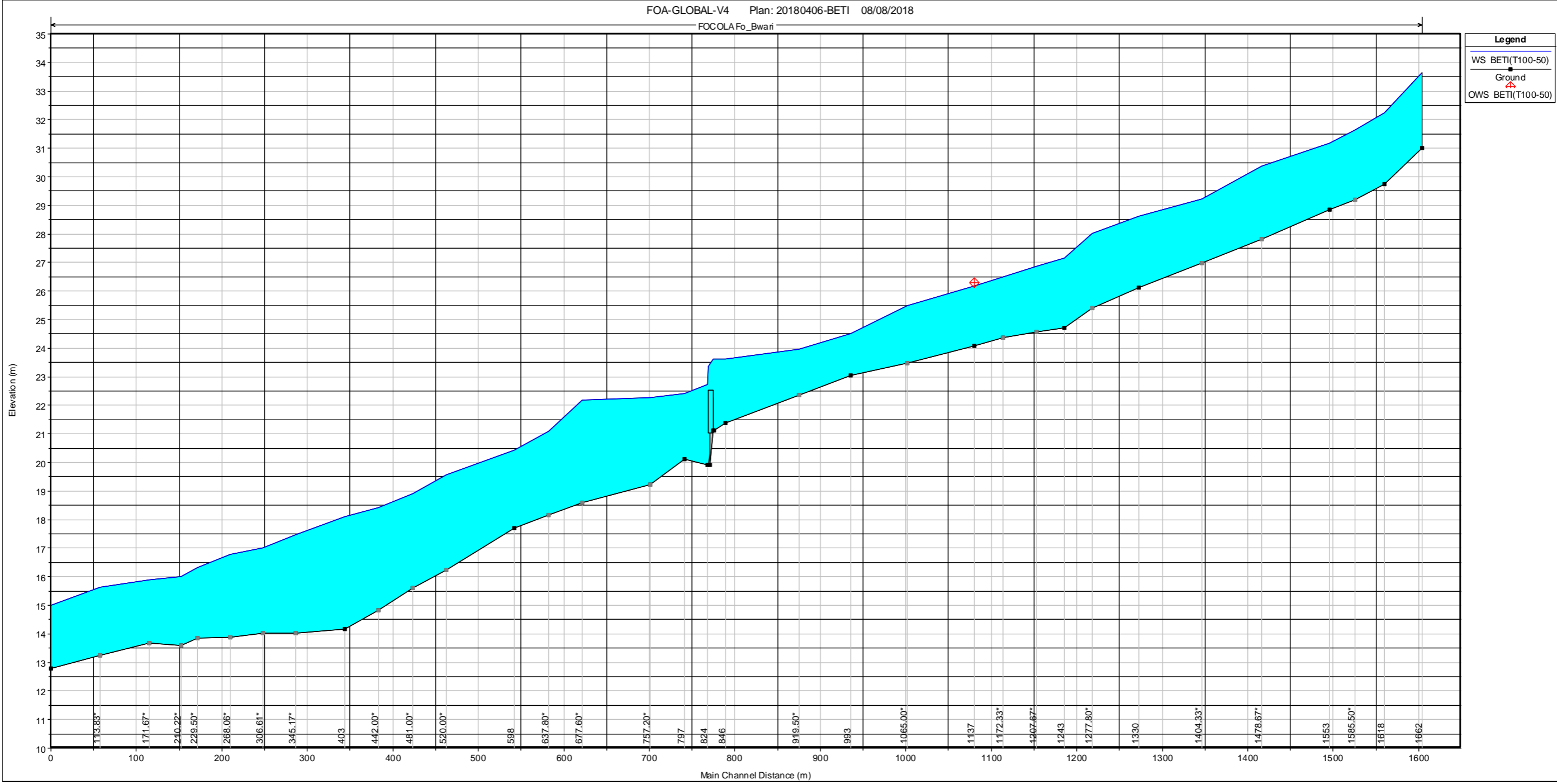
Localisation Profils en long – Calage pour crue BETI – secteur de la FOCOLA



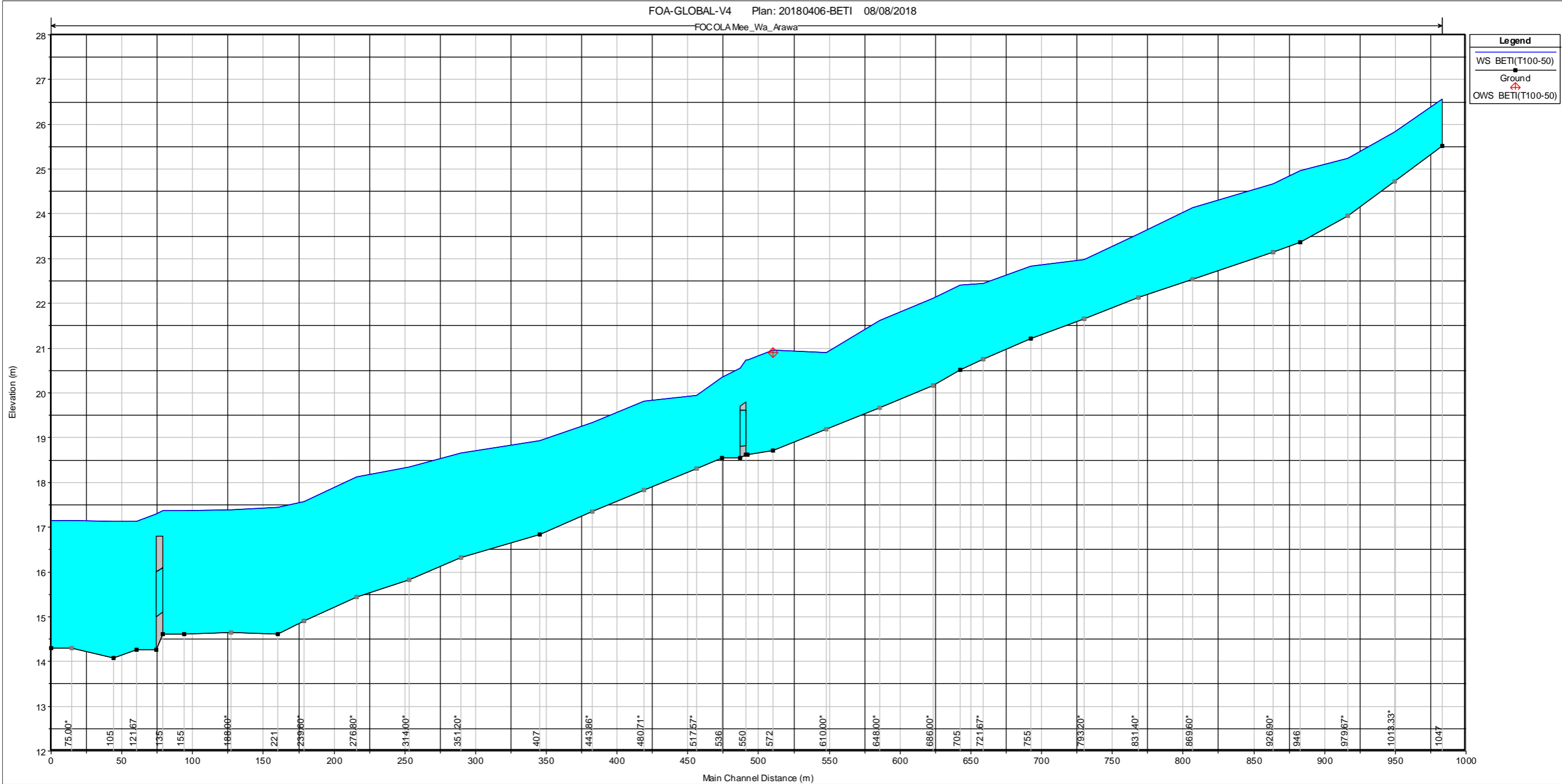
Profil en long – Calage pour crue BETI – Axe de la Focola






Profil en long – Calage pour crue BETI – Axe de la Fo Bwari



Profil en long – Calage pour crue BETI – Axe de la Mee Wa Arawa



	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	Page 65 sur 117	

7.4.6.2 Analyse de l'évènement du 17/2/2015

Comme indiqué précédemment, l'évènement du 17 février 2015 n'a pas pu être caractérisé avec les moyens d'observations et d'analyses dont nous disposions. L'hydrogramme de cet épisode est qualifié par la DAVAR d'incertain. De plus les laisses levées correspondent à un évènement du 25/02/2015.

D'après les témoignages on sait que c'est un évènement relativement rare, en termes d'intensités :

- Evènement vécu comme le plus intense ou très proche de BETI (T50/T100) sur la Fo Bwari
- Evènement moins fort que Erica (T10) sur la Focola.

Cette crue peut néanmoins être caractérisée et constituer ainsi un élément supplémentaire de calage.

On part de l'hypothèse que cet évènement possède la même intensité sur l'ensemble du bassin versant de la Focola, aussi cette intensité génère nécessairement des débits d'occurrences différentes en fonction des temps de concentration des différents bassins versants.

Ensuite, le principe est de faire varier de manière linéaire l'ensemble des débits intrants du modèle sur le secteur de la Focola, de manière itérative, jusqu'à obtenir une ligne d'eau qui s'approche des repères de crues.

Par cette approche on peut ainsi tenter de (i) déduire la période de retour de l'évènement et (ii) confirmer la fiabilité du calage.

La carte suivante illustre la position des repères de crues exploités pour ce calage sur l'orage du 17 février 2015.

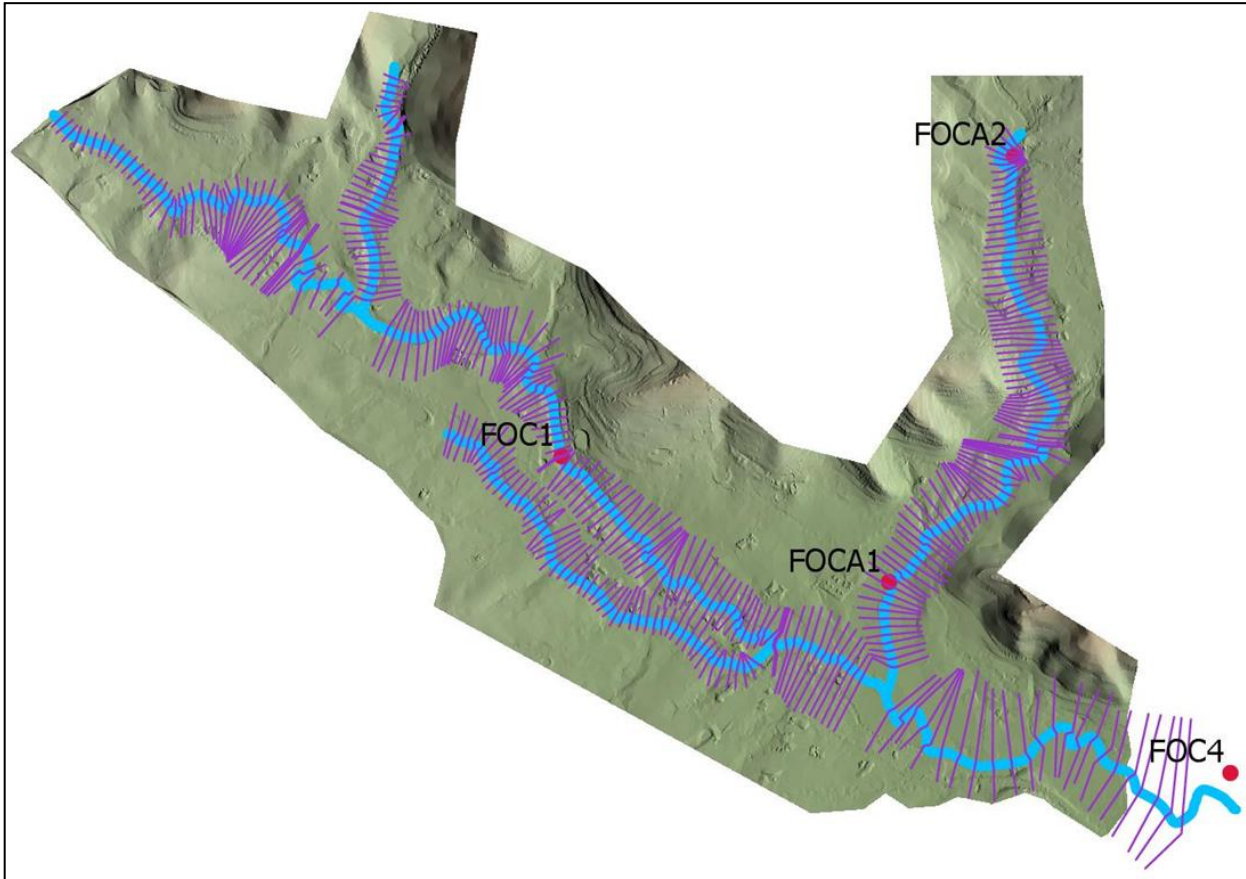


Figure 9 : Vallée de la Focola - position des repères de crues exploités pour le calage sur l'orage du 17 février 2015.

Les résultats obtenus par simulations itératives au droit de ces différents repères de crue sont donc les suivants :

FOC1 : $Z = 21.45$ correspond au PT 2228 sur FOCOLA/INTER1

Résultats HECRAS

	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Q100	121	18.42	22.25	21.65	23.08	0.007497	4.39	44.6	33.02	0.76
Q010	66	18.42	21.49	20.92	21.87	0.004979	3.02	29.95	15.86	0.6
Q005	46	18.42	21	20.51	21.33	0.005305	2.72	22.4	15.39	0.59
	4.8	18.42	19.22	19.09	19.36	0.011366	1.66	2.89	5.32	0.72
	9.6	18.42	19.55	19.37	19.75	0.01052	2.01	4.77	6.03	0.72
	14.4	18.42	19.82	19.59	20.06	0.009552	2.21	6.9	9.74	0.71
	19.2	18.42	20.06	19.82	20.32	0.00803	2.28	9.46	11	0.67
	24	18.42	20.26	19.97	20.54	0.007206	2.39	11.78	12.09	0.65
	28.8	18.42	20.44	20.11	20.73	0.006743	2.5	14.01	13.4	0.64
	33.5	18.42	20.61	20.24	20.92	0.006166	2.56	16.49	14.9	0.62
	38.3	18.42	20.63	20.34	21.02	0.007715	2.89	16.8	15.04	0.69
	43.1	18.42	20.92	20.45	21.24	0.005384	2.67	21.2	15.32	0.59

Donc, la fréquence des écoulements au droit de ce repère de crue est de l'ordre de Q10.

FOCA1 : $Z = 16.10$ correspond au PT 268.06* sur FOCOLA/FOCA

Résultats HECRAS

	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Q100	107	13.63	17.16	17.07	17.6	0.006507	3.36	60.44	69.75	0.68
Q010	58	13.63	16.68	16.18	17.03	0.005834	2.75	31.08	53.65	0.62
Q005	41	13.63	16.42	15.81	16.71	0.005414	2.41	18.23	30.74	0.58
	4.3	13.63	14.83	14.43	14.88	0.003193	1.04	4.14	6.05	0.4
	8.5	13.63	15.2	14.71	15.28	0.003361	1.3	6.55	6.94	0.43
	12.8	13.63	15.47	14.92	15.59	0.003635	1.5	8.54	7.64	0.45
	17.1	13.63	15.69	15.09	15.83	0.003912	1.67	10.26	8.19	0.48
	21.4	13.63	15.87	15.24	16.04	0.004192	1.82	11.79	8.66	0.5
	25.6	13.63	16.02	15.38	16.21	0.004471	1.95	13.13	9.05	0.52
	29.9	13.63	16.15	15.51	16.37	0.004786	2.08	14.35	9.39	0.54
	34.2	13.63	16.27	15.64	16.52	0.005049	2.21	15.52	11.74	0.56
	38.4	13.63	16.37	15.75	16.64	0.005276	2.34	16.99	17.86	0.57

Donc, la fréquence des écoulements au droit de ce repère de crue est inférieure à Q5.

FOC4 : $Z = 10.39$ correspond au PT 95 sur FOCOLA/AVAL

Résultats HECRAS

	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Q100	260	5.79	12.14	10.16	12.15	0.000317	0.98	730.79	359.09	0.14
Q010	139	5.79	11.52	9.57	11.53	0.000223	0.76	518.86	327.33	0.11
Q005	96	5.79	10.7	8.62	10.73	0.000471	0.96	273.41	260.01	0.16
	10	5.79	7.27	6.74	7.34	0.004252	1.21	8.29	8.6	0.39
	20	5.79	7.76	7.1	7.88	0.005025	1.55	12.9	10.3	0.44
	30	5.79	8.13	7.39	8.29	0.005459	1.77	16.95	11.72	0.47
	40	5.79	8.48	7.63	8.66	0.00532	1.87	21.45	14.66	0.47
	50	5.79	8.88	7.84	9.05	0.004092	1.85	28.73	25.42	0.42
	60	5.79	9.31	8.05	9.46	0.002804	1.72	48.15	80	0.36
	70	5.79	9.79	8.23	9.87	0.001387	1.37	100.42	128.59	0.26
	80	5.79	10.25	8.41	10.28	0.000711	1.08	168.86	170.45	0.19
	90	5.79	10.49	8.55	10.52	0.000677	1.11	217.45	250.06	0.19

Donc, la fréquence des écoulements au droit de ce repère de crue est inférieure à Q5.

FOW BWARI / FOCA2 : $Z = 32.30$ correspond au PT 1618 sur FOCOLA/FOCA

Résultats HECRAS

	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
Q100	78	29.64	32.56	32.34	32.86	0.005088	2.59	45.73	57.15	0.6
Q010	43	29.64	31.75	31.48	32.15	0.009127	2.78	15.46	11.75	0.76
Q005	30	29.64	31.4	31.19	31.74	0.009752	2.56	11.71	10.23	0.76
	3.1	29.64	30.3	30.24	30.4	0.0141	1.41	2.2	6.58	0.78
	6.3	29.64	30.5	30.42	30.65	0.013584	1.74	3.62	7.56	0.8
	9.4	29.64	30.65	30.56	30.84	0.012838	1.95	4.83	8.1	0.81
	12.5	29.64	30.78	30.68	31.01	0.012266	2.11	5.93	8.48	0.8
	15.6	29.64	30.91	30.78	31.16	0.01164	2.22	7.01	8.83	0.8
	18.8	29.64	31.03	30.88	31.3	0.011043	2.32	8.11	9.18	0.79
	21.9	29.64	31.14	30.97	31.43	0.010558	2.39	9.15	9.49	0.78
	25	29.64	31.24	31.06	31.55	0.010226	2.47	10.14	9.78	0.77
	28.1	29.64	31.34	31.14	31.67	0.009898	2.53	11.13	10.06	0.77

Donc, la fréquence des écoulements au droit de ce repère de crue est comprise entre Q10 et Q100.

On note que :

- Sur le sous bassin versant de la FOW BWARI, la période intense de pluie a vraisemblablement été proche des temps de concentration, ce qui s'est traduit par des écoulements correspondant à des périodes de retour plus rares (corroboré par les témoignages des riverains)
- Le long du cours principal de la FOCOLA, on observe une baisse des périodes de retour respectives associées aux laisses de crues, à mesure qu'on avance vers l'aval. Ceci est caractéristique des effets d'un orage intense mais bref d'une durée inférieure au temps de concentration du bassin versant global) dont l'effet est « laminé » en allant vers l'aval.
- Plus en aval, vers l'exutoire du bassin versant de la Focola, l'arrêt de la pluie sur l'amont du bassin versant et l'amortissement des pointes de crues dans les fonds de vallons, aboutit à des fréquences plus courantes (légèrement inférieure à Q5).

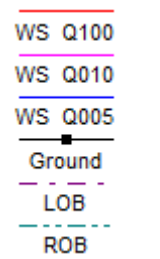
Cette modélisation de l'évènement du 17/02/2015 indique des périodes de retour qui dans leurs ordres de grandeurs, sont confirmées par les témoignages des riverains.

7.4.7 REVISION EVENTUELLE DES DEBITS ESTIMES POUR LES CRUES HISTORIQUES DE CALAGE

Cette étape n'a pas été nécessaire pour obtenir un calage satisfaisant du modèle.

7.5 MODELISATION Q5, Q10, Q100 SUR LA ZONE DE LA FOA

La légende suivante a été appliquée aux profils en long et aux profils en travers d'écoulement :

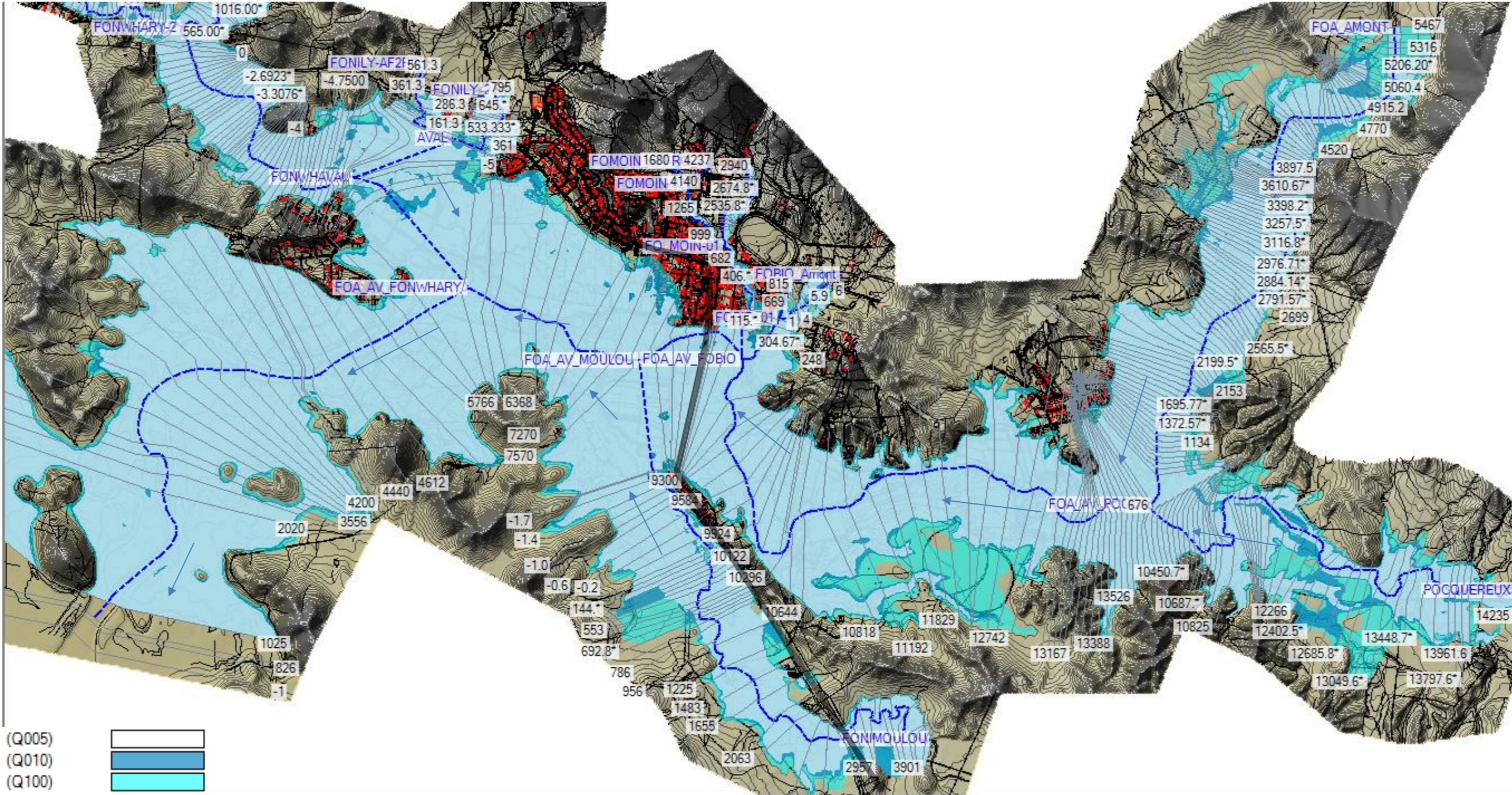
	<p>Ligne d'eau modélisée pour l'écoulement d'une crue T 100 ans (en m NGNC)</p> <p>Ligne d'eau modélisée pour l'écoulement d'une crue T 10 ans (en m NGNC)</p> <p>Ligne d'eau modélisée pour l'écoulement d'une crue T 05 ans (en m NGNC)</p> <p>Ligne du fond du lit et des rives (en m NGNC)</p> <p>Haut de berge – Rive gauche (en m NGNC)</p> <p>Haut de berge – Rive droite (en m NGNC)</p>
--	--

Les sources de simulations sont les suivantes :

20180406-BETI
 20180406-EDNA
 20180406-Q5-10-100

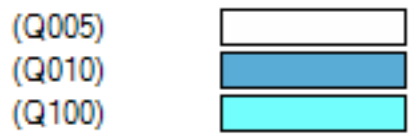
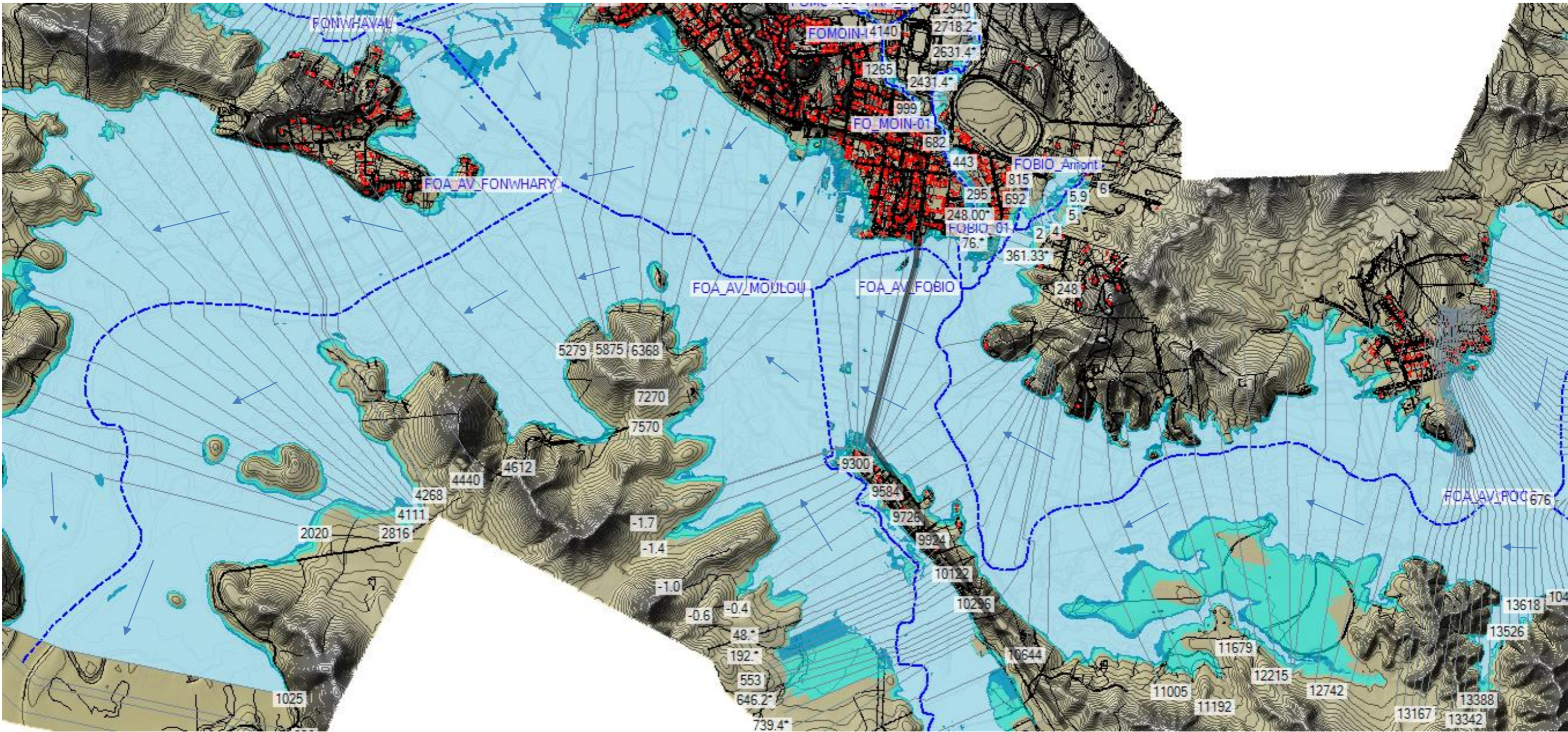
7.5.1 LOCALISATION GLOBALE DES TRONÇONS MODELISÉS

Localisation des tronçons et enveloppes de crues - Q5, 10 et 100 ans - Vue globale

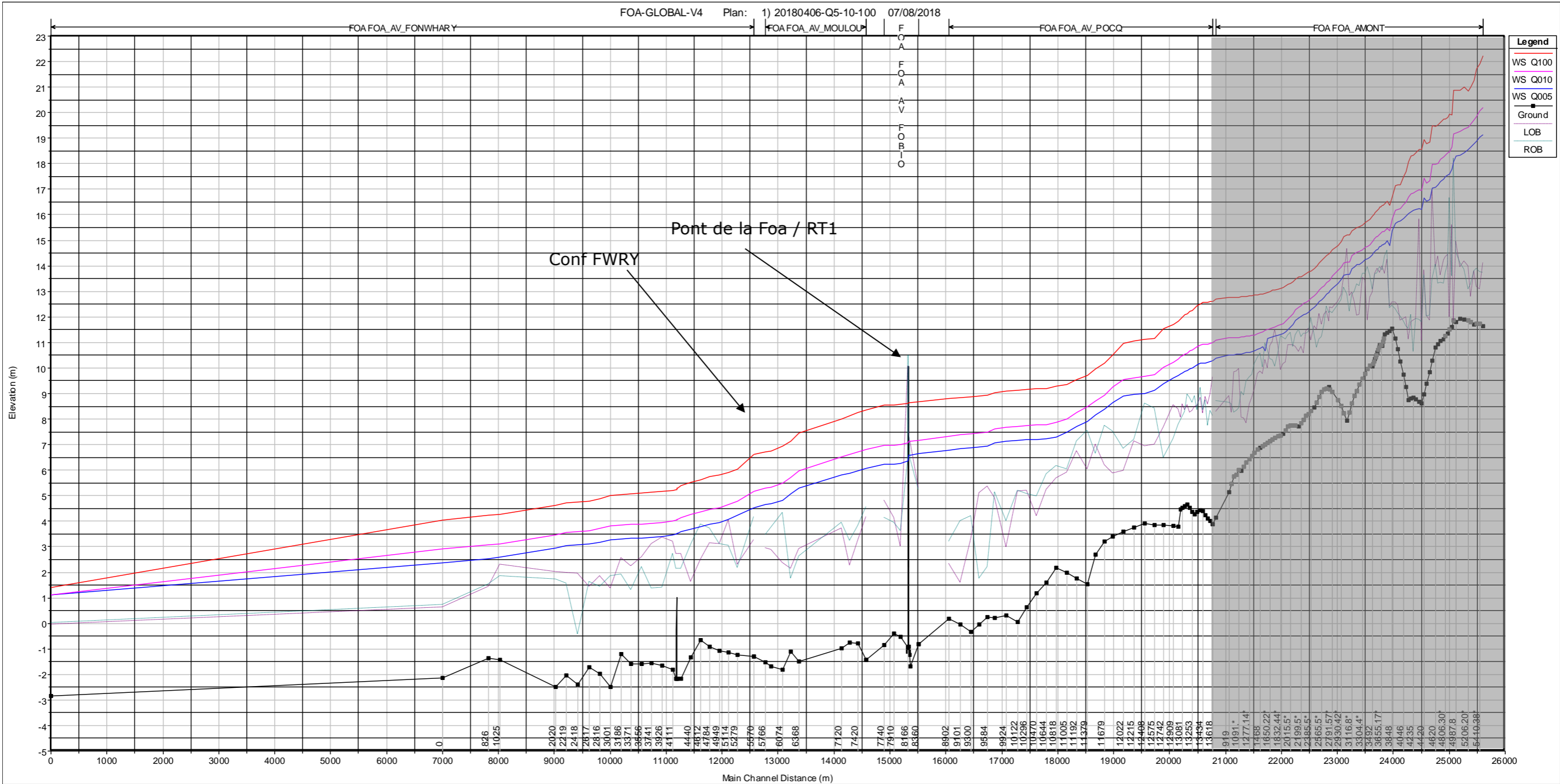


7.5.2 LA FOA MEDIANE ET AVAL

Localisation des tronçons et enveloppes de crues – Q5, 10 et 100 ans – secteur de la FOA MEDIANE ET AVAL



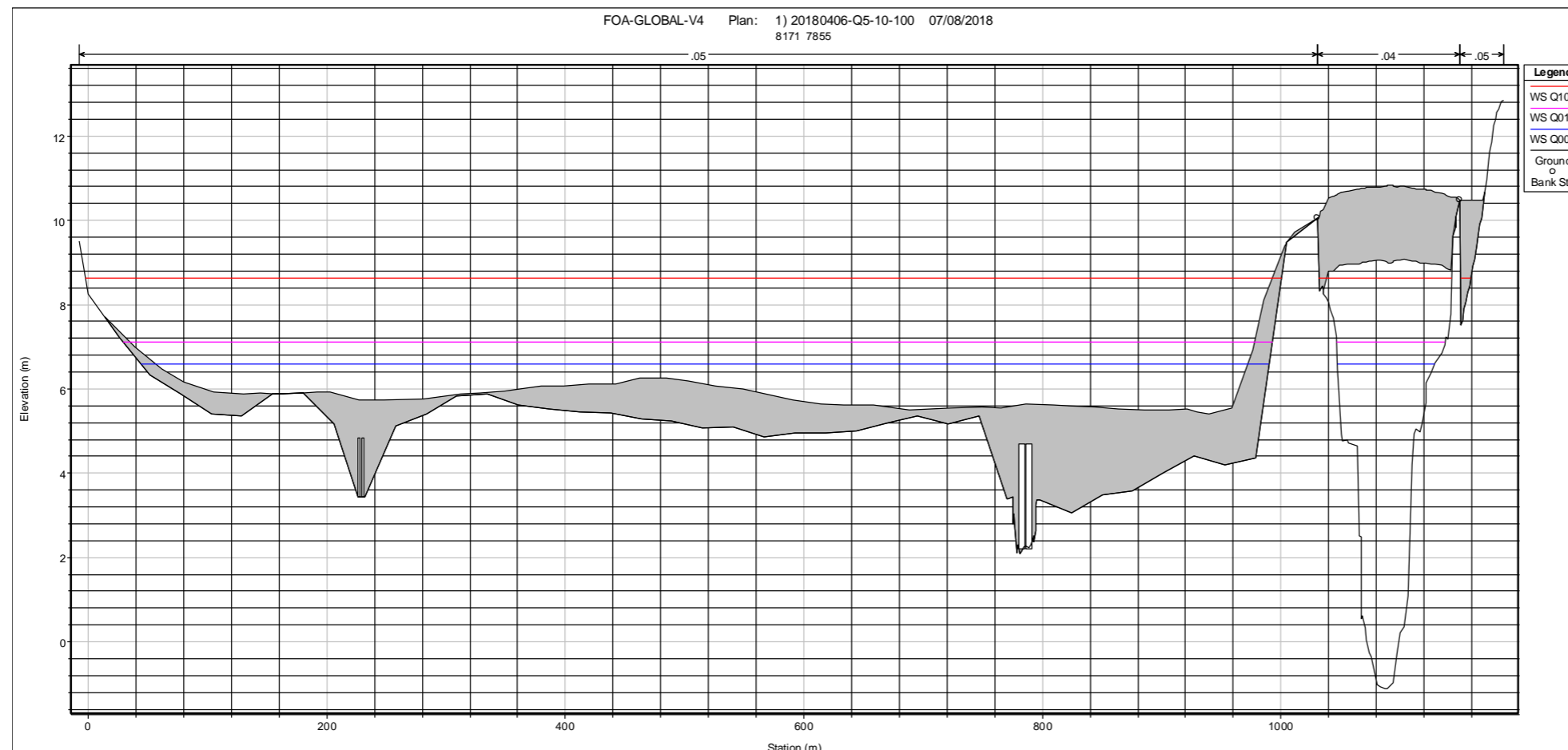
Les lignes d'eau calculées pour les périodes de retour 5, 10 et 100 ans sur la FOA sont présentées ci-dessous.



Profil en long de ligne d'eau - Q5-10-100- La Foa globale

Les résultats obtenus permettent de dresser différents constats :

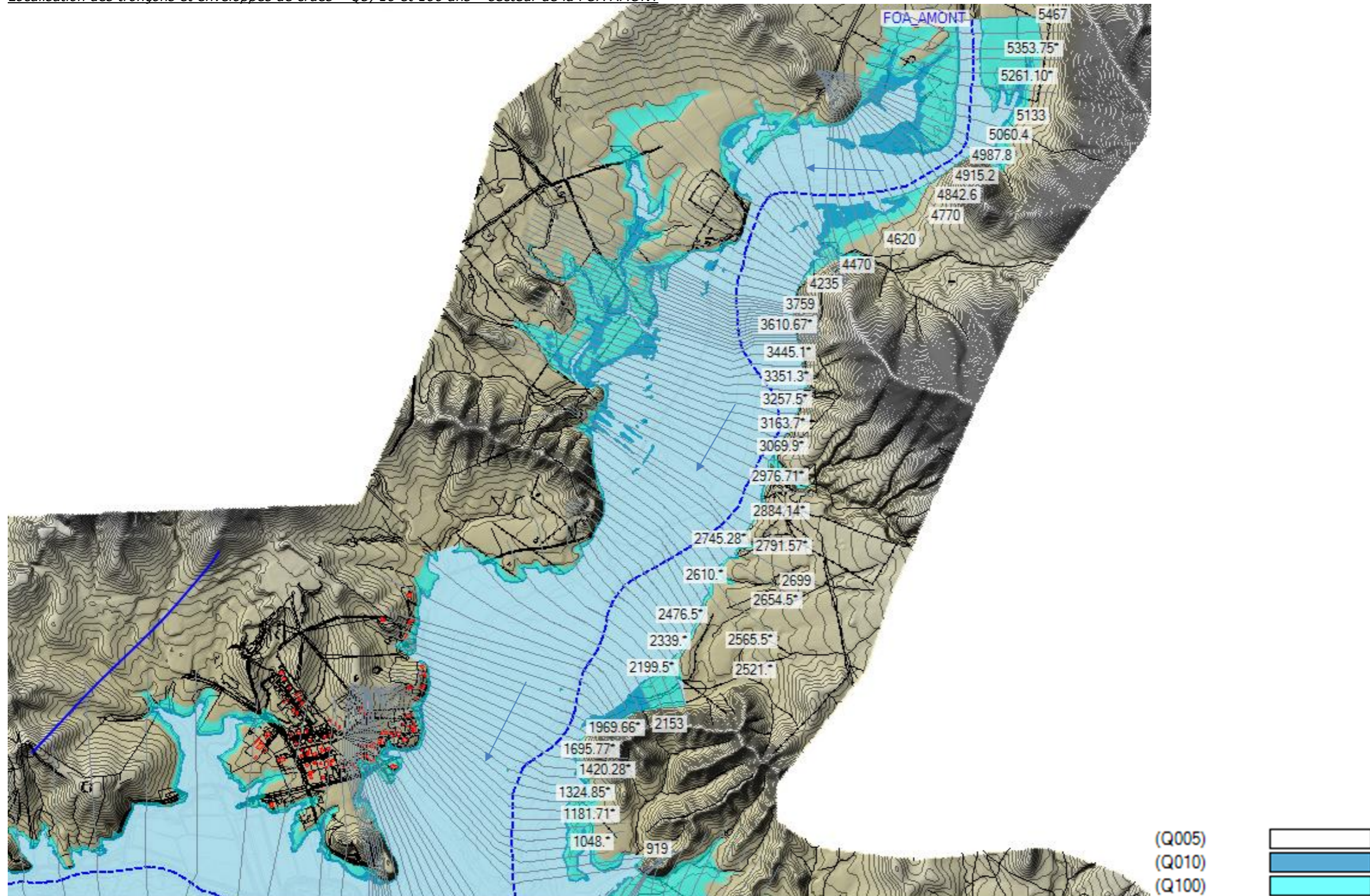
- Les seuls ouvrages rencontrés sont ceux de la RT1 (2 ouvrages de décharges plus le pont de La Foa) et le barrage anti-sel (ce dernier n'a aucune incidence, une modélisation avec cet ouvrage figure en **Annexes numériques**). Le pont de La Foa n'est jamais submergé ni mis en charge. En revanche, les autres ouvrages sont très largement submergés dès la crue de période de retour 5 ans. Les capacités hydrauliques de ces ouvrages restent négligeables en comparaison des débits de référence (cf. figure ci-dessous).
- La RT1 à l'entrée du village, est largement submergée dès la crue quinquennale. La lame d'eau est comprise entre 1 m et 2.5 m en fonction de la crue de référence (cf. figure ci-dessous).



- Les voiries situées en bord du lit majeur droit (RM3 et VU34), sont majoritairement submergées pour chacune des crues étudiées. Les hauteurs d'eau sur voiries qui sont déjà quasiment de 1m pour les crues de période de retour 5 ans atteignent plus de 4 m pour les crues centennales.
- Les enjeux d'habitation situés en contre bas du village et en bordure des voiries sont impactés en grand nombre par les crues de période de retour décennale et centennale. La crue de période de retour 5 ans impacte globalement peu d'habitations.
- Le lit majeur de La Foa présente une largeur de 400 à 2000 m. Dans l'ensemble, les variations de section sont relativement progressives, à noter cependant la présence d'un étranglement au droit du profil RS11679 qui est à l'origine d'une rupture de pente sur les lignes d'eau.
- Les écoulements sont accélérés dès l'aval de confluence avec la Fonwhary. Les conditions limites aval de marée, même conservatives, n'exercent pas de contrôle sur l'amont. Le régime d'écoulement est globalement fluvial. Les vitesses sont faibles de 1 à 2 m/s.

7.5.3 LA FOA AMONT

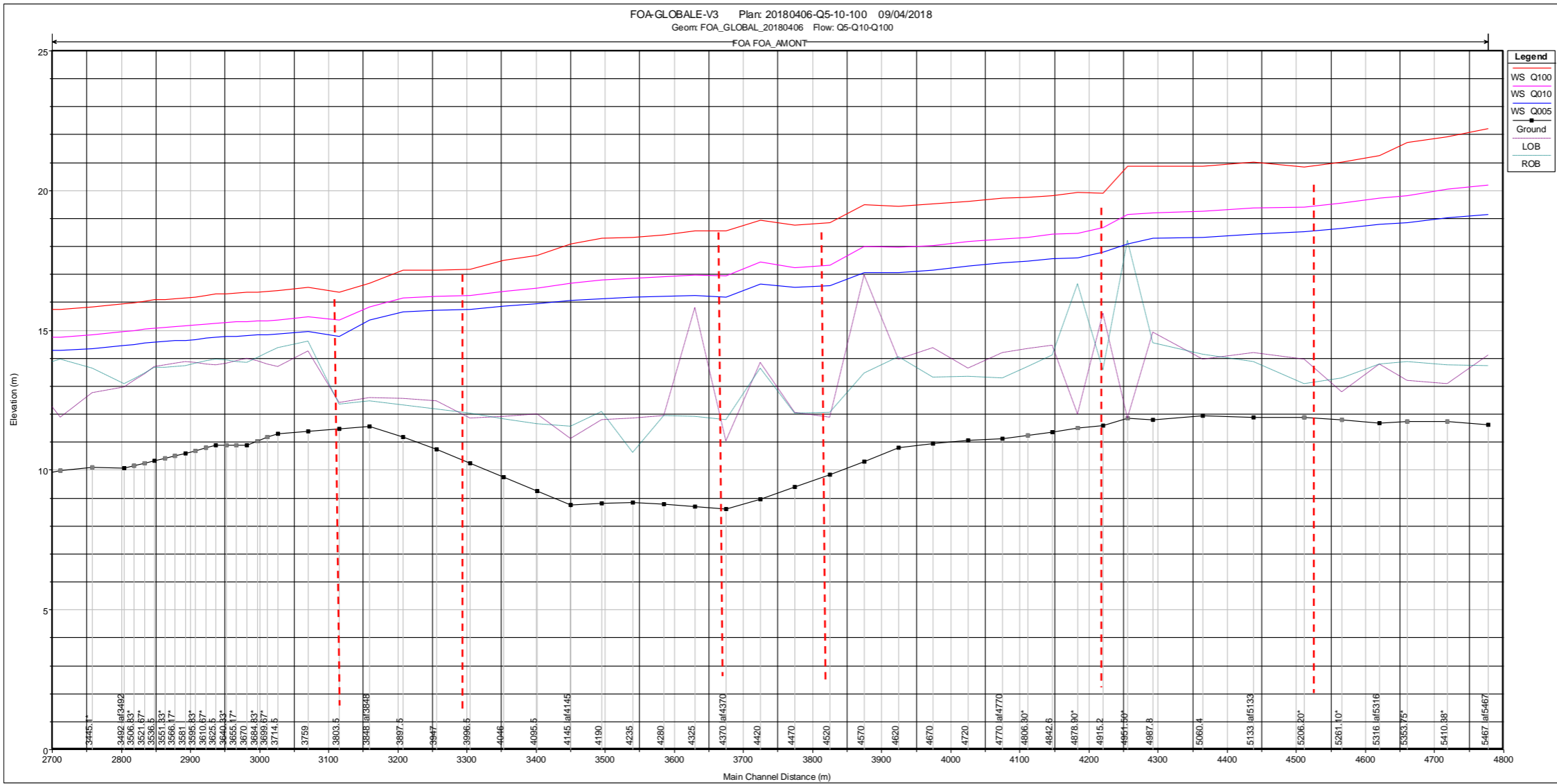
Localisation des tronçons et enveloppes de crues – Q5, 10 et 100 ans – secteur de la FOA AMONT



Quelle que soit la période de retour de la crue, la ligne d'eau semble « chahutée » dans la portion amont du tronçon de la FOA AMONT, entre RS 3803 et RS 5467. On note des « cassures de la ligne d'eau » aux 6 points suivants de « River Section »: RS 3803, RS 3980/3995, RS 4370, RS 4520, RS 4897/4915, RS 5242/5261 (cf. Figure ci-après)..

Ces « cassures » de lignes d'eau proviennent de variations de sections hydrauliques (diminution/augmentation) qui engendrent nécessairement des variations de vitesses et des variations de régime hydraulique (retardé/accélééré).

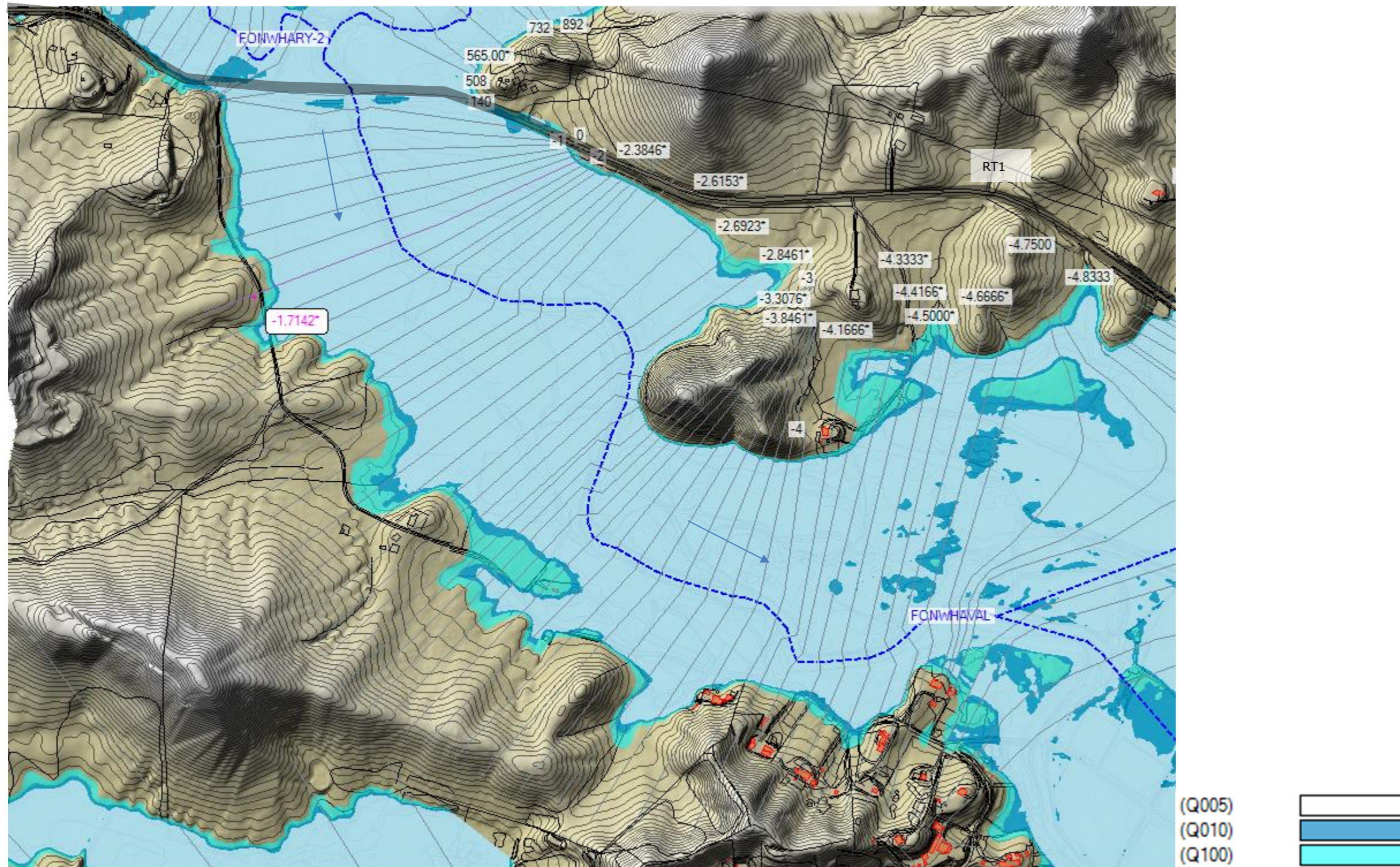
Les argumentaires techniques pour s'assurer de la cohérence hydraulique des résultats, pour vérifier que ces écarts ne sont pas dus à des artefacts de modélisation et pour déterminer quelles sont les variations physiques à l'origine de de ces « cassures » de lignes d'eau sont consultables en **Annexes**.

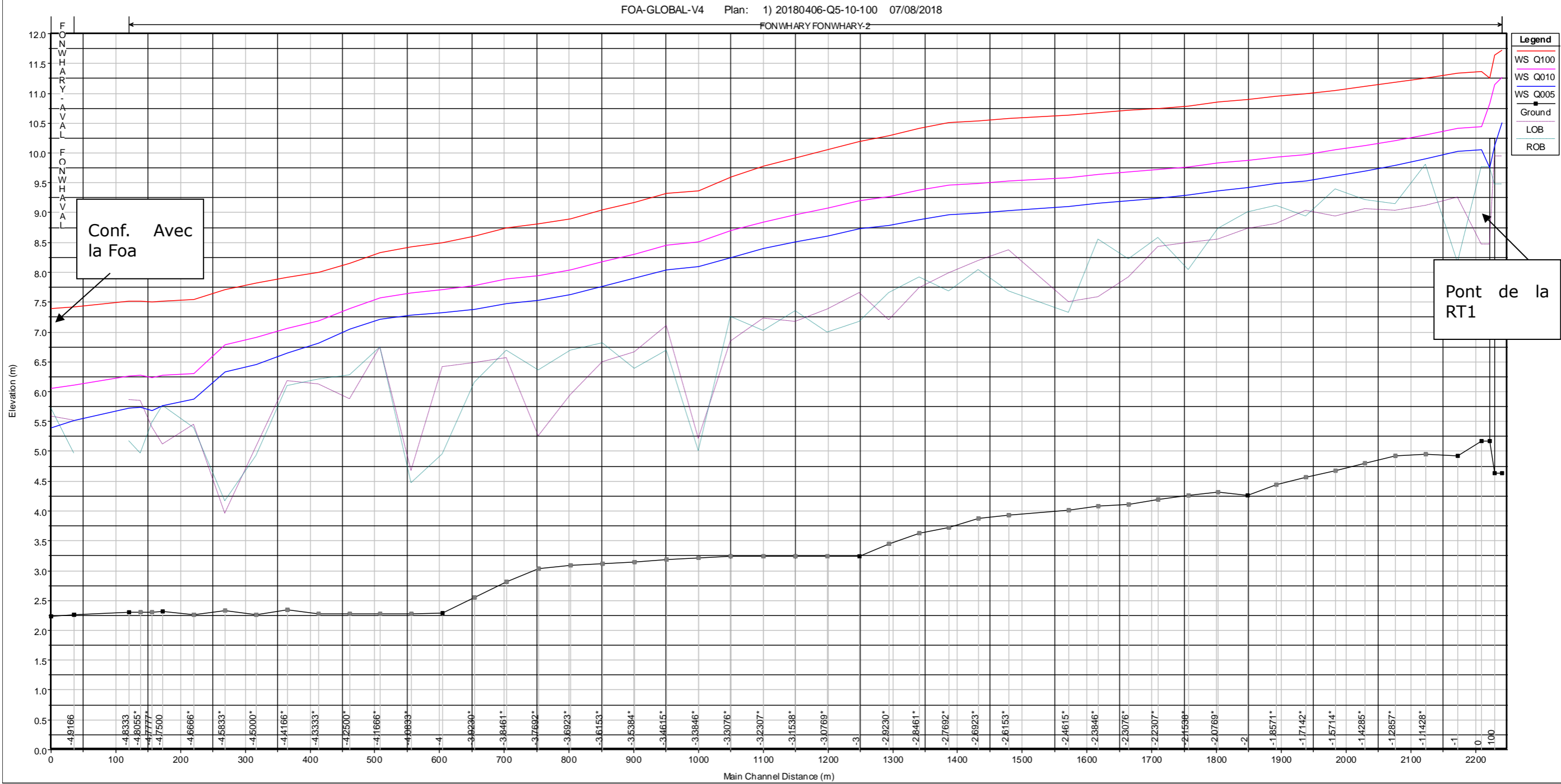


Profil en long de ligne d'eau - Q5-10-100- La Foa amont

7.5.4 LA FONWHARY EN AVAL DE LA RT1

Localisation des tronçons et enveloppes de crues - Q5, 10 et 100 ans - secteur de FONWHARY AVAL RT1

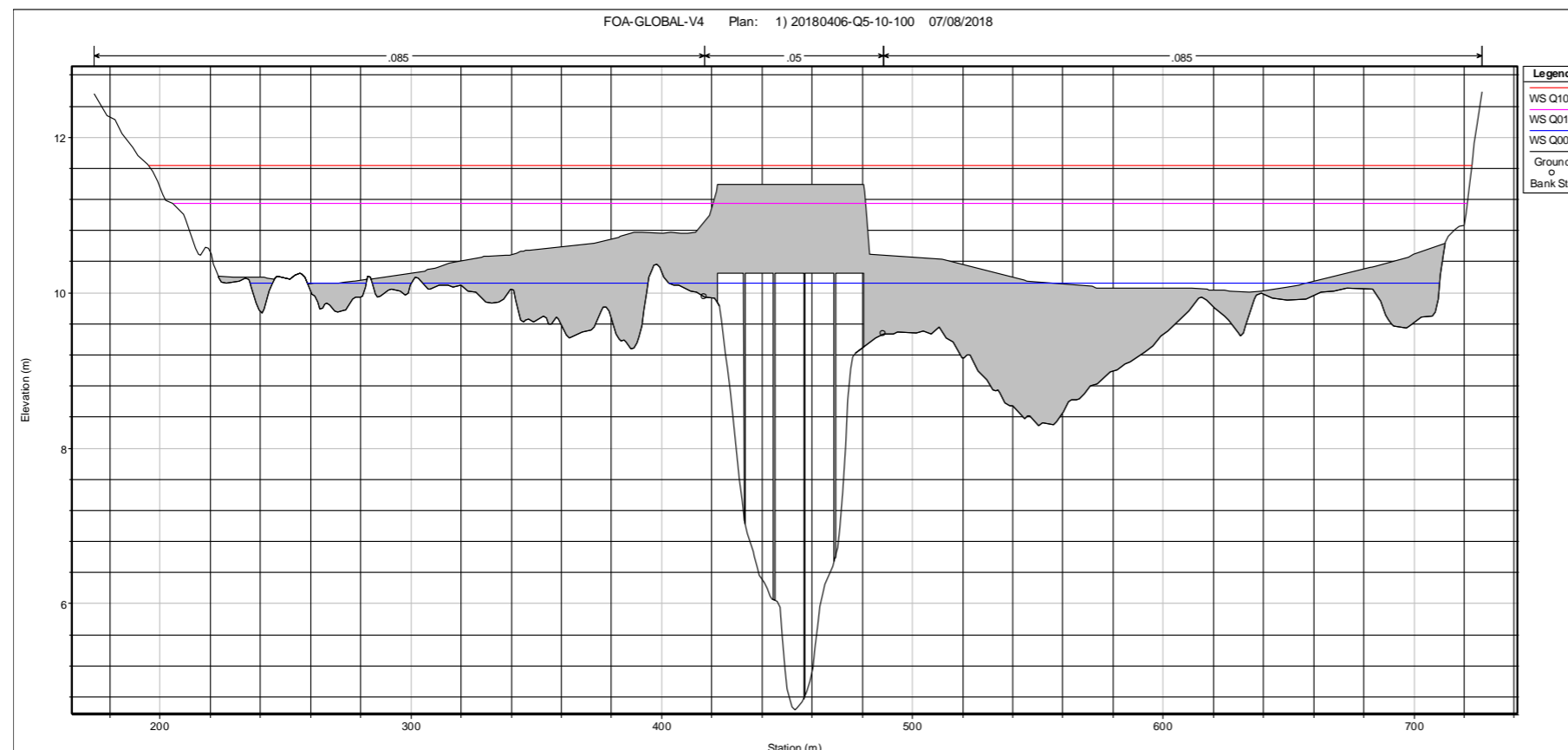




Profil en long ligne d'eau - Q5-10-100- La Fonwhary en Aval de la RT1

Les résultats obtenus permettent de dresser différents constats :

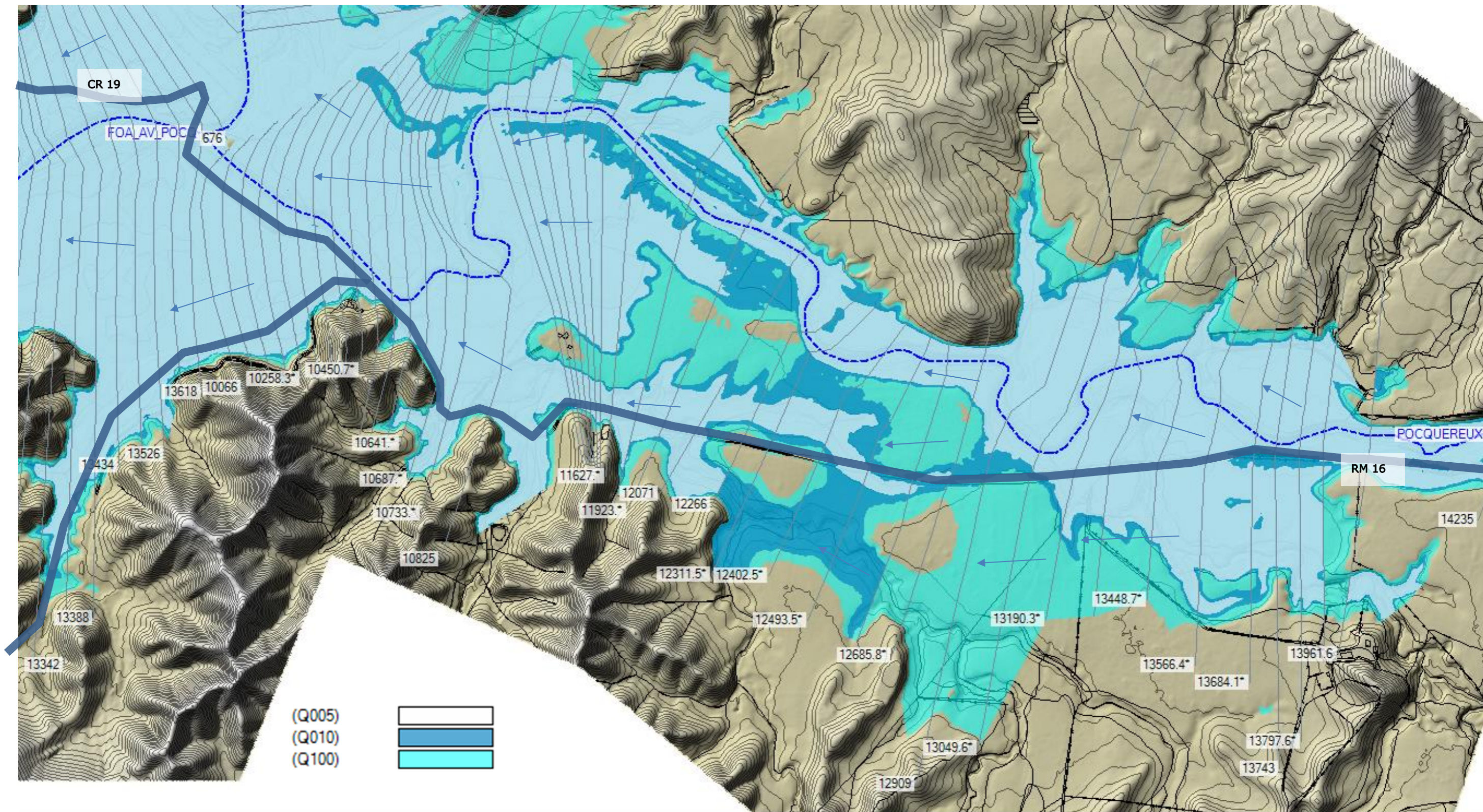
- Le seul ouvrage rencontré est celui de la RT1. La submersion de la RT1 commence dès la crue de période de retour 5 ans, ensuite l'ouvrage est très largement submergé dès la crue de période de retour 10 ans, pour atteindre près de 2 m de lame surversante en crue centennale (cf. figure ci-dessous).
- Cet ouvrage provoque un effet « seuil » avec un passage par la hauteur critique (rupture hydraulique) rendant l'amont de la RT1 indépendant de l'aval.

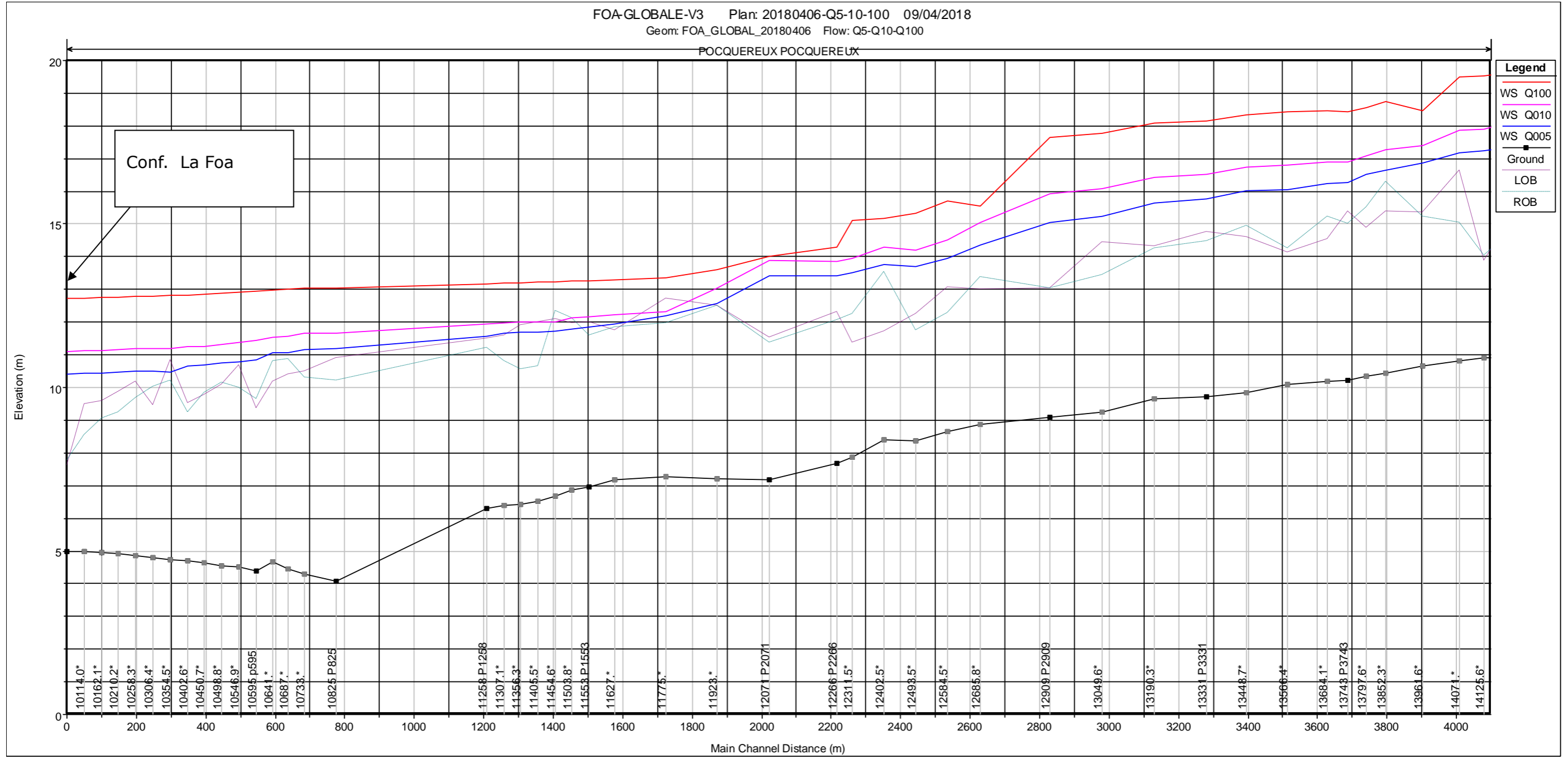


- La voirie située en bord du lit majeur droit (RM1) et celle qui traverse le lit majeur (VU34), sont majoritairement submergées pour chacune des crues étudiées. Les hauteurs d'eau sur voiries qui sont déjà quasiment de 3m pour les crues de période de retour 5 ans atteignent plus de 5 m pour les crues centennales.
- Très peu d'habitation sont impactées par la crue de période de retour 100 ans. Aucune habitation n'est inondable pour la crue de période de retour 10 ans.
- Le lit majeur de La Fonwhary présente une largeur de 300 à 800 m. Dans l'ensemble, les variations de section sont relativement progressives, à noter cependant la présence d'un étranglement au droit du profil RS-3.3846 qui est à l'origine d'un léger remous d'exhaussement. Les vitesses sont fortes de l'ordre de 2 à 3 m/s.
- On note une cassure de pente ponctuelle de la ligne d'eau aux abords de RS (-)4.5. Le mode d'écoulement en amont de ce point est de type « accéléré » car situé dans une zone de contraction de la section hydraulique (entre (-) 3.5 et (-)4.5) puis amplifié par l'élargissement du champ d'inondation en aval de ce point. Ce qui explique la courbe de remous qui semble plonger.
- Les écoulements du tronçon modélisé sont faiblement contrôlés par les niveaux de la confluence avec la jonction de la Foa (sur les 300 derniers mètres). En revanche dans la mesure où la jonction la Foa/Fonwhary est une jonction de grande dimension, la Fonwhary se retrouve en réalité contrôlée sur ses 2000 derniers mètres.




7.5.5 LA POCQUEREUX

Localisation des tronçons et enveloppes de crues - Q5, 10 et 100 ans - secteur de POCQUEREUX GLOBALE





Profil en long ligne d'eau- Q5-10-100- La Pocquereux globale

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT		

Les résultats obtenus permettent de dresser différents constats :

Pas d'ouvrage rencontré.

la voirie située dans le lit majeur gauche (RM16) est majoritairement submergée pour chacune des crues étudiées. En partie amont de cette route la submersion peut atteindre 3m.

Aucune habitation n'est présente dans l'emprise du lit majeur.

Le lit majeur de La Fonwhary présente une largeur de 400 à 700 m.

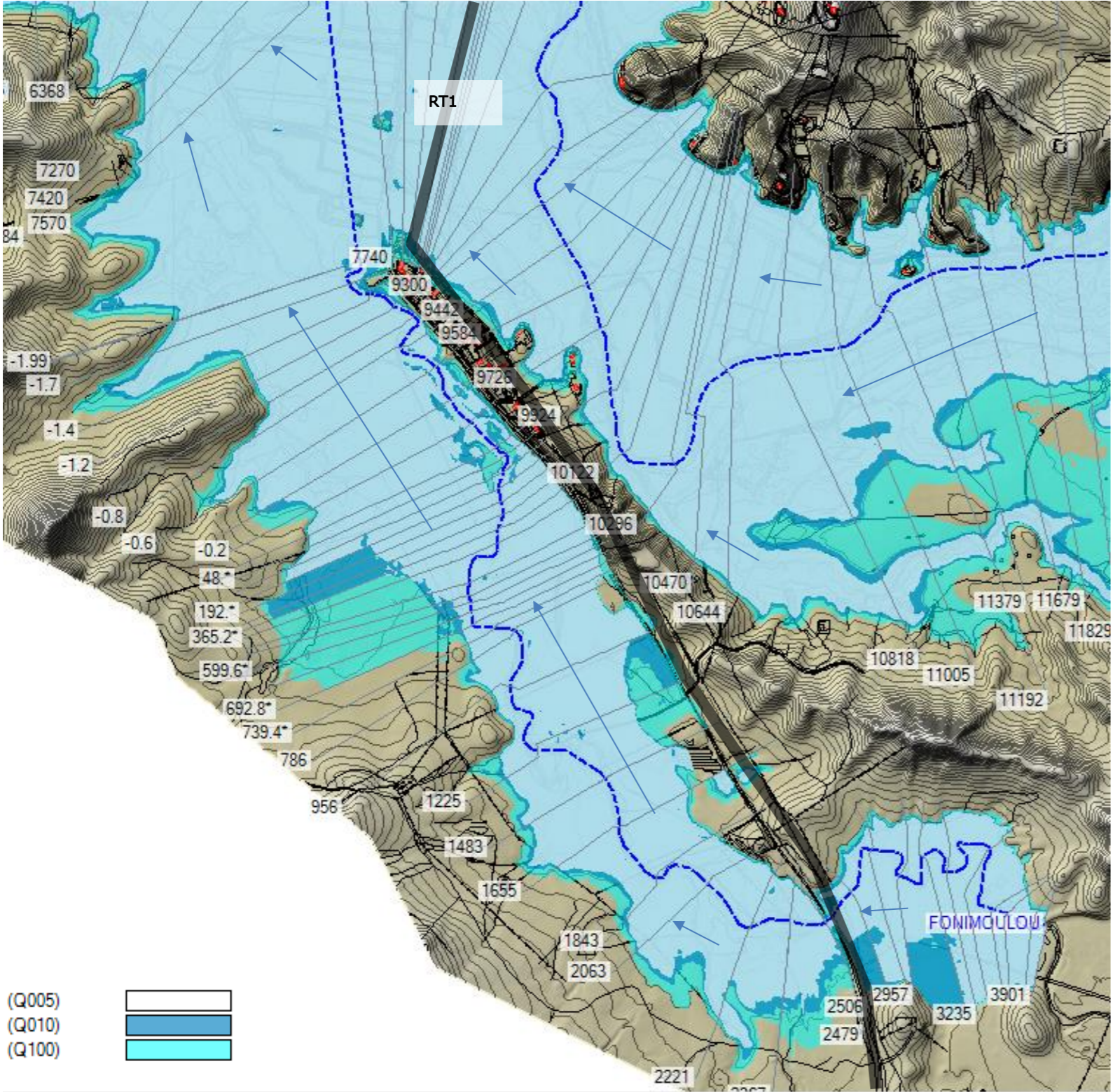
Sur la partie aval du tronçon (entre RS 10114 et RS 11775) les variations de section sont relativement progressives. Les vitesses sont plus faibles de l'ordre de 2 à 3 m/s et les écoulements sont fortement contrôlés par les niveaux de la Foa.

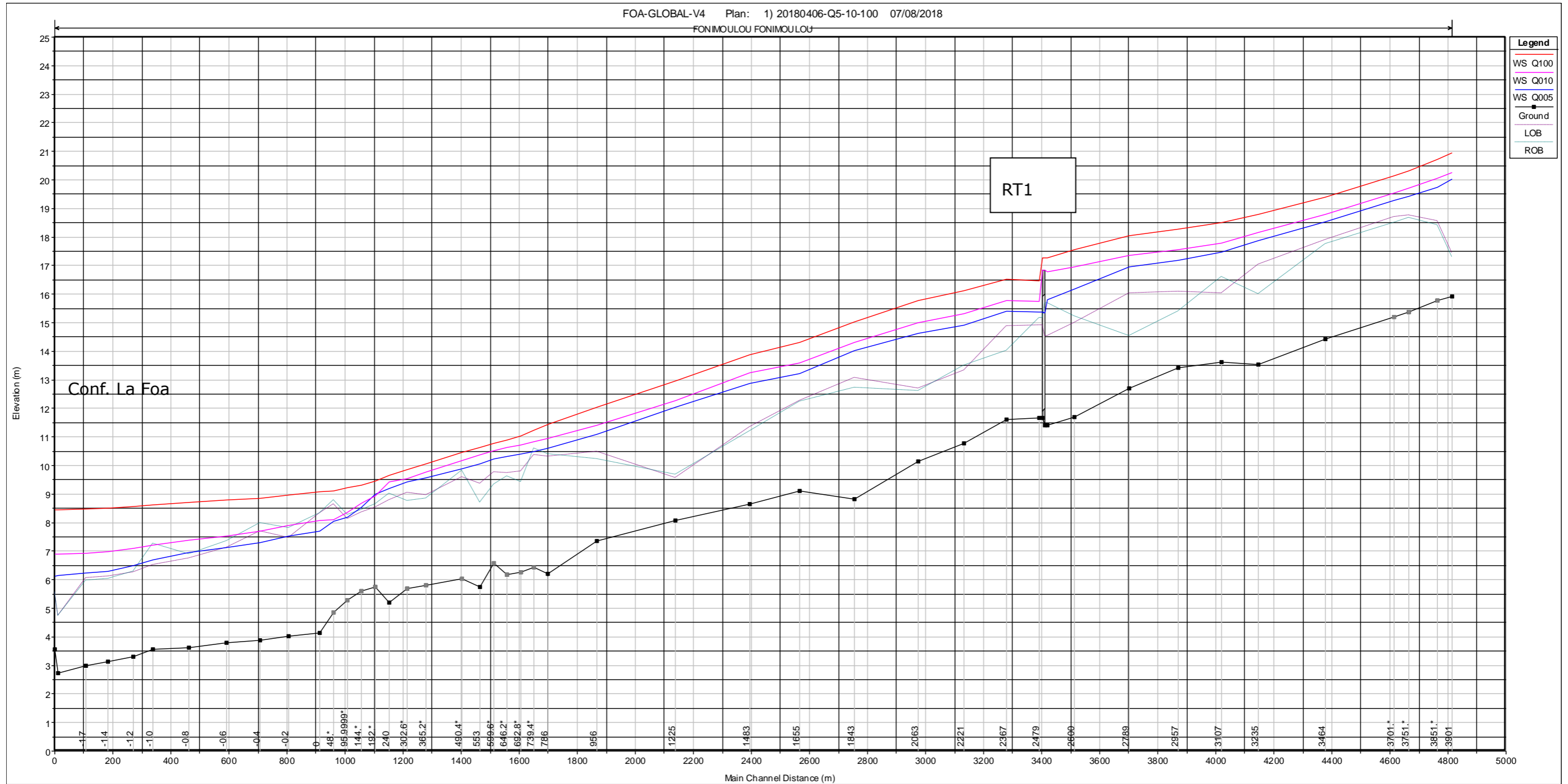
Sur la partie amont du tronçon (entre RS 11775 et RS 14071), la ligne d'eau semble très chahutée, en raison essentiellement de la présence de talwegs longitudinaux en RG et de variations de largeur du champ d'inondation.

Les argumentaires techniques pour s'assurer de la cohérence hydraulique des résultats, pour vérifier que ces écarts ne sont pas dus à des artefacts de modélisation et pour déterminer quelles sont les variations physiques à l'origine de de ces « cassures » de lignes d'eau sont consultables en **Annexes**.

7.5.6 LA FO NI MOULOU AVAL

Localisation des tronçons et enveloppes de crues – Q5, 10 et 100 ans – secteur de FO NI MOULOU

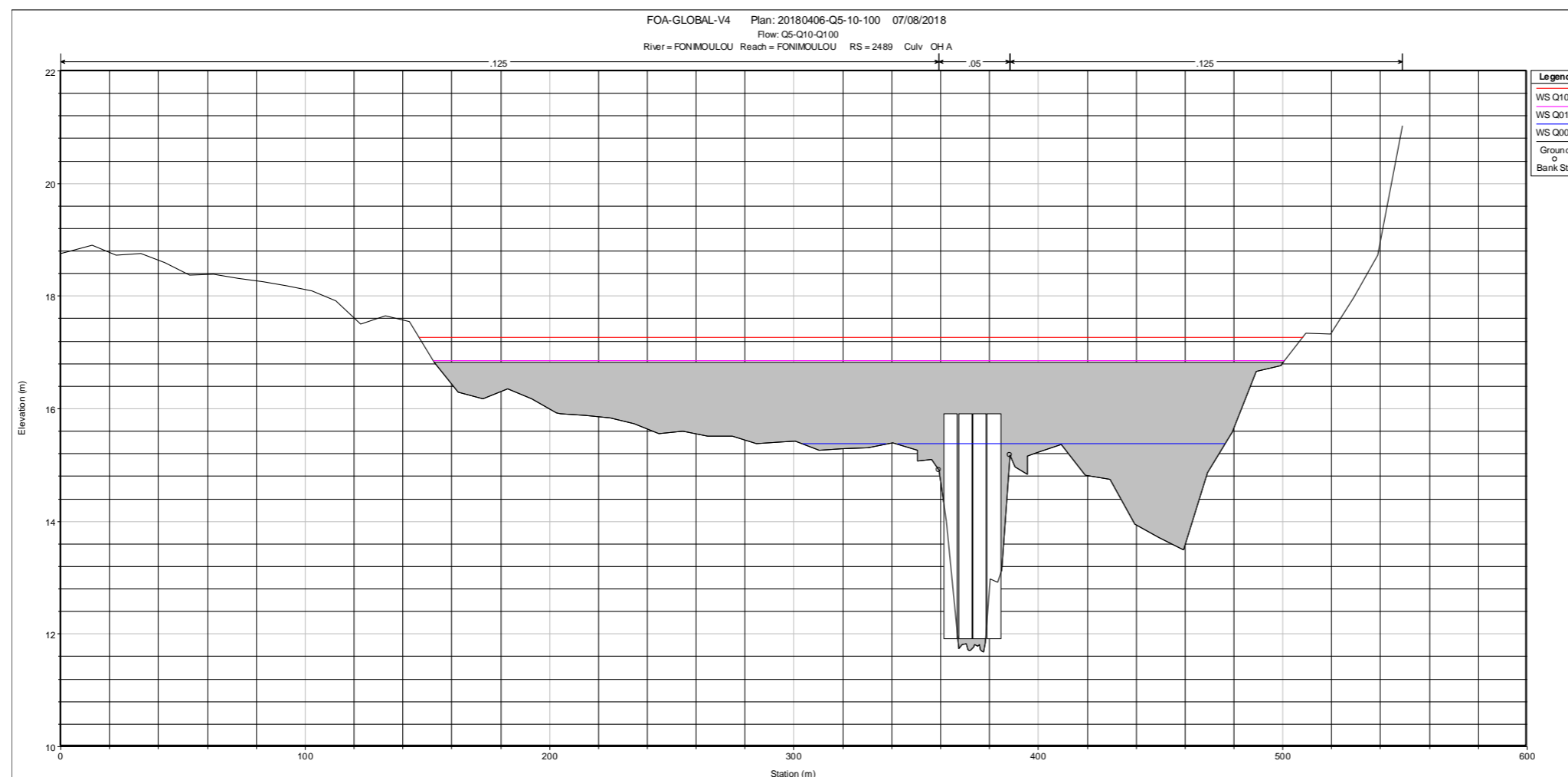




Profil en long ligne d'eau- Q5-10-100- La Fo Ni Moulou

Les résultats obtenus permettent de dresser différents constats :

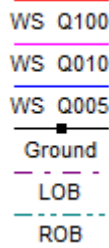
- Le seul ouvrage rencontré est celui de la RT1. La submersion de la RT1 commence dès la crue de période de retour 10 ans, ensuite l'ouvrage est submergé pour atteindre 0.5 m de lame surversante en crue centennale (cf. figure ci-dessous).
- Cet ouvrage se comporte comme un « seuil noyé par l'aval » provoquant un remous d'exhaussement en amont.



- Hormis au droit de ce pont et aux abords du profil RS956, la RT1 chemine sur une crête et n'est quasiment pas submergée.
- Aucune habitation (toutes localisées le long de la RT1) n'est inondable pour la crue de période de retour 100 ans.
- Le lit majeur de La Fonwhary présente une largeur de 300 à 1000 m. Dans l'ensemble, les variations de section sont relativement progressives.
- Les vitesses sont fortes à modérées de l'ordre de 1 à 3 m/s.
- Les écoulements du tronçon modélisé sont contrôlés par les niveaux de la confluence avec la Foa, sur les 1000 derniers mètres du tronçon modélisé.
- Le régime est globalement fluvial.

7.6 MODELISATION Q5, Q10, Q100 SUR LA ZONE DE LA FOCOLA

La légende suivante a été appliquée aux profils en long et aux profils en travers d'écoulement :

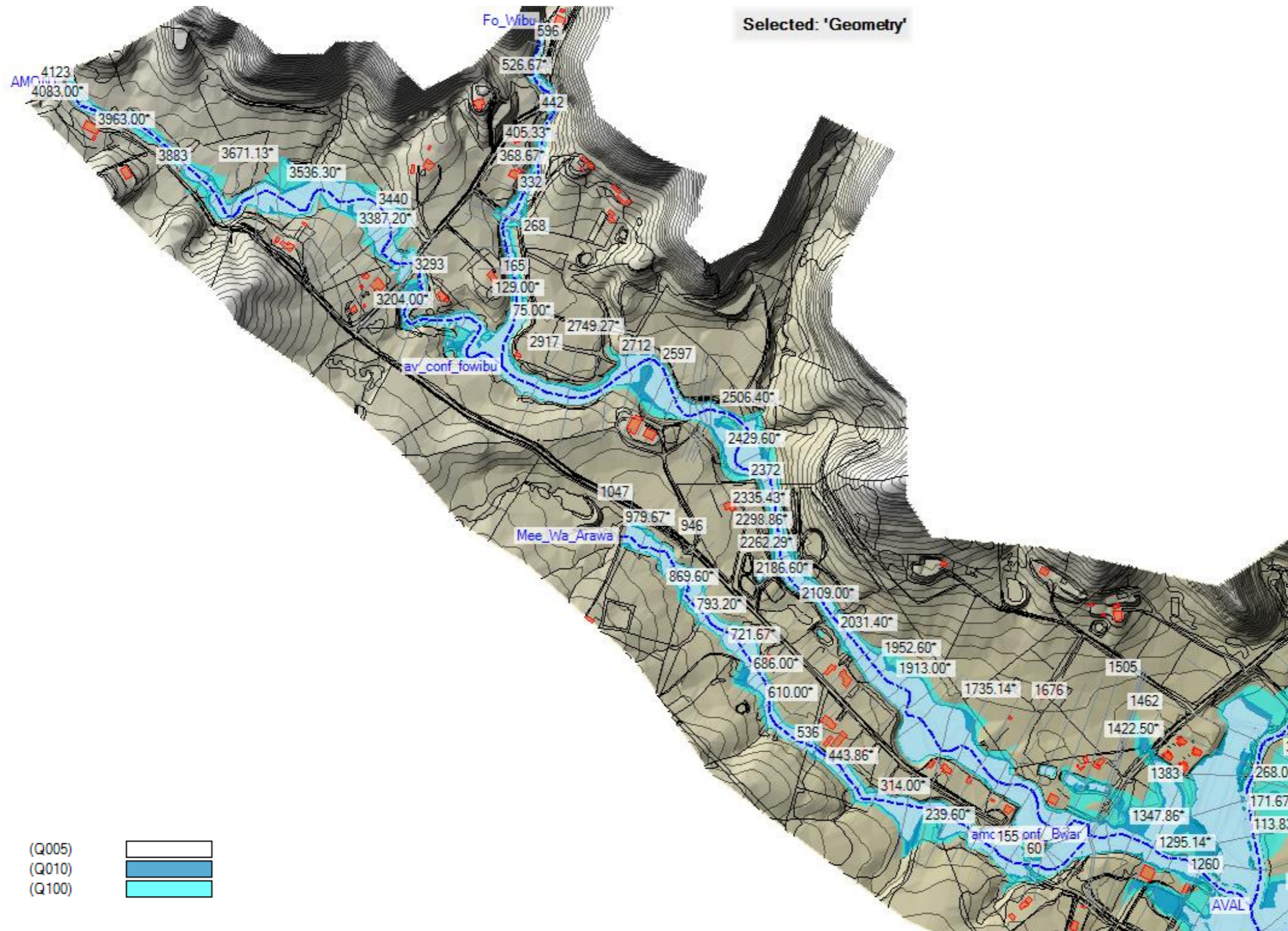
	<p>Ligne d'eau modélisée pour l'écoulement d'une crue T 100 ans (en m NGNC)</p> <p>Ligne d'eau modélisée pour l'écoulement d'une crue T 10 ans (en m NGNC)</p> <p>Ligne d'eau modélisée pour l'écoulement d'une crue T 05 ans (en m NGNC)</p> <p>Ligne du fond du lit et des rives (en m NGNC)</p> <p>Haut de berge – Rive gauche (en m NGNC)</p> <p>Haut de berge – Rive droite (en m NGNC)</p>
---	--

Les sources de simulations sont les suivantes :

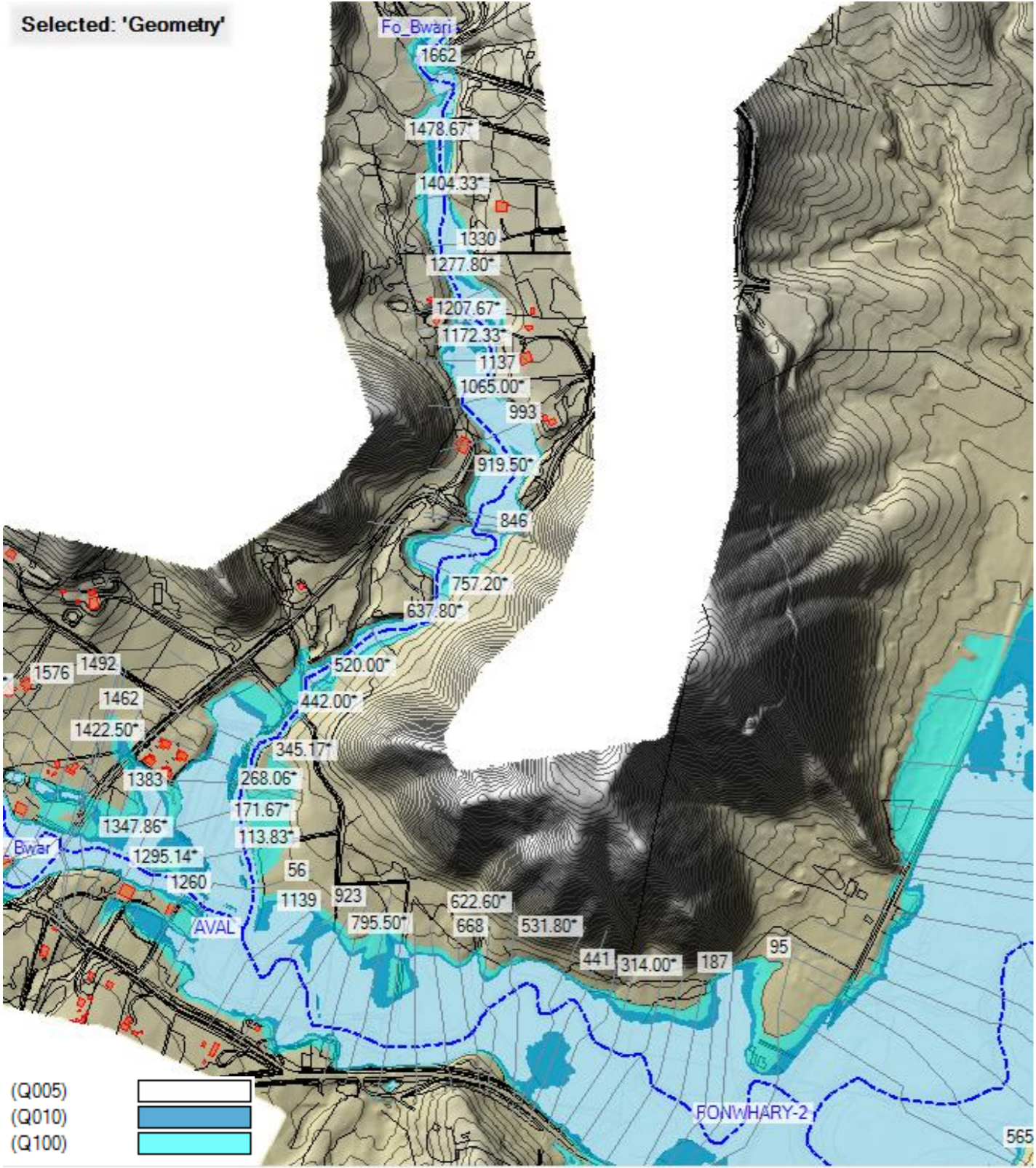
20180406-BETI
 20180406-EDNA
 20180406-Q5-10-100

7.6.1 LOCALISATION DES TRONÇONS DE RIVIERES

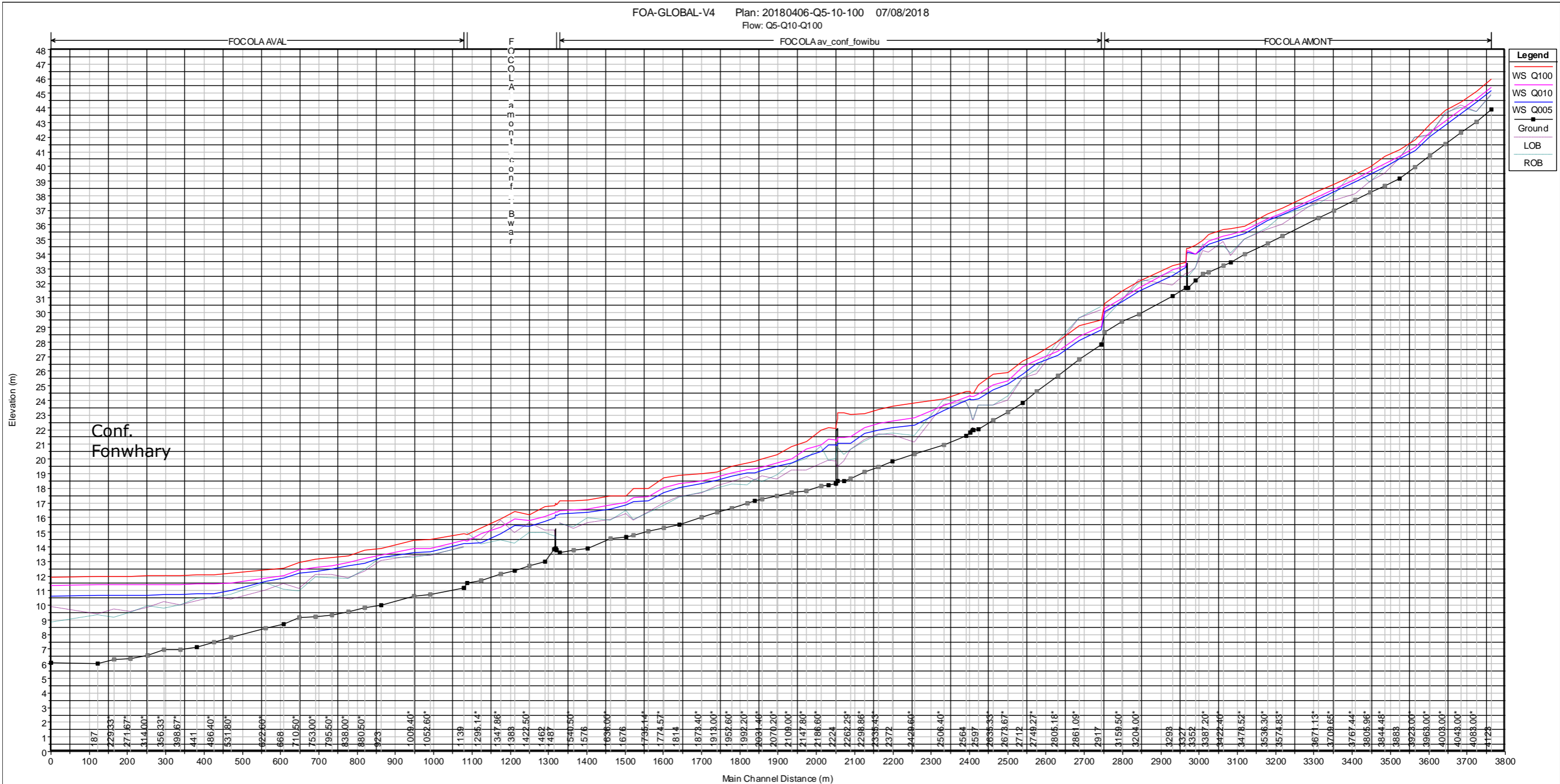
7.6.1.1 Focola vallée amont



7.6.1.2 Focola vallée aval



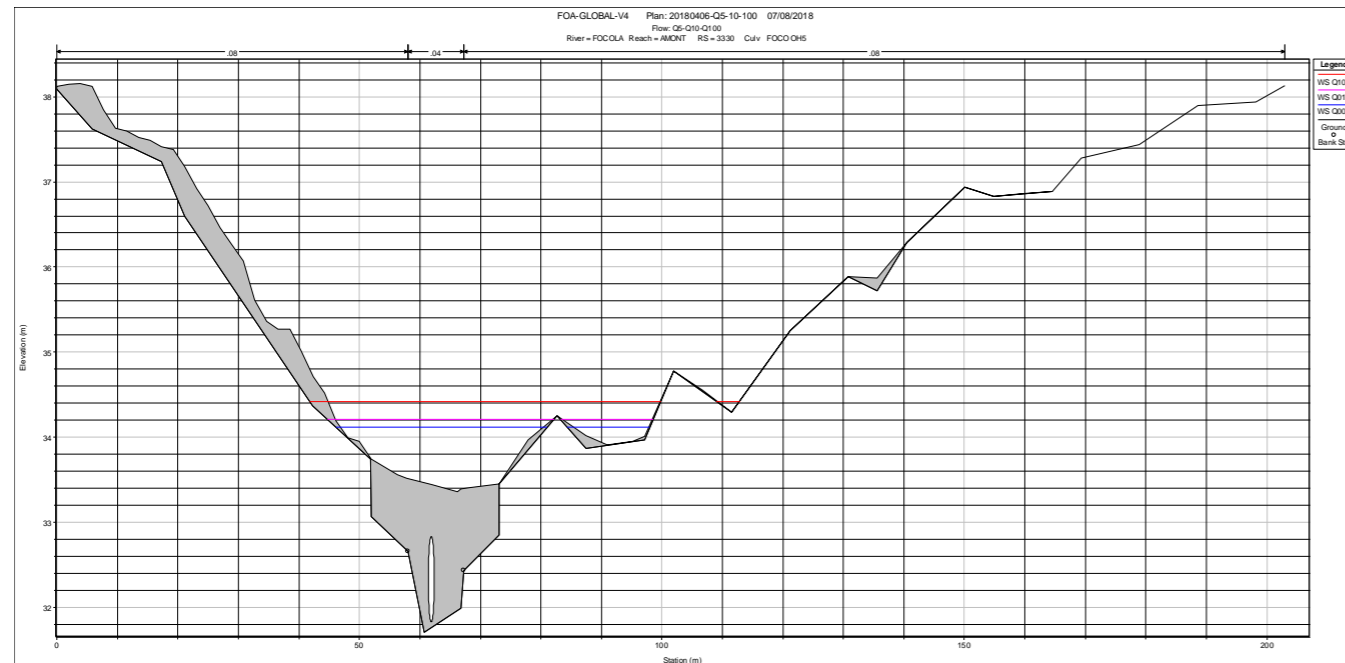
7.6.2 LA FOCOLA



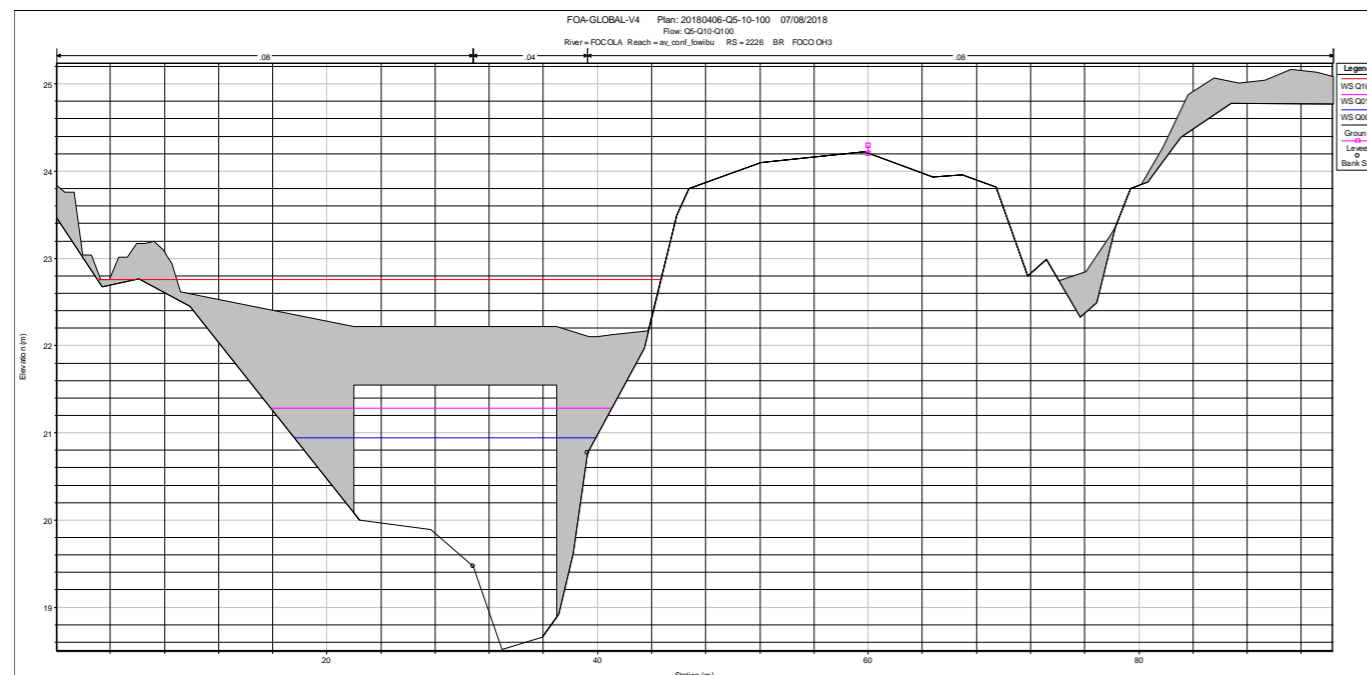
Profil en long ligne d'eau- Q5-10-100- La Focola globale

Les résultats obtenus permettent de dresser différents constats :

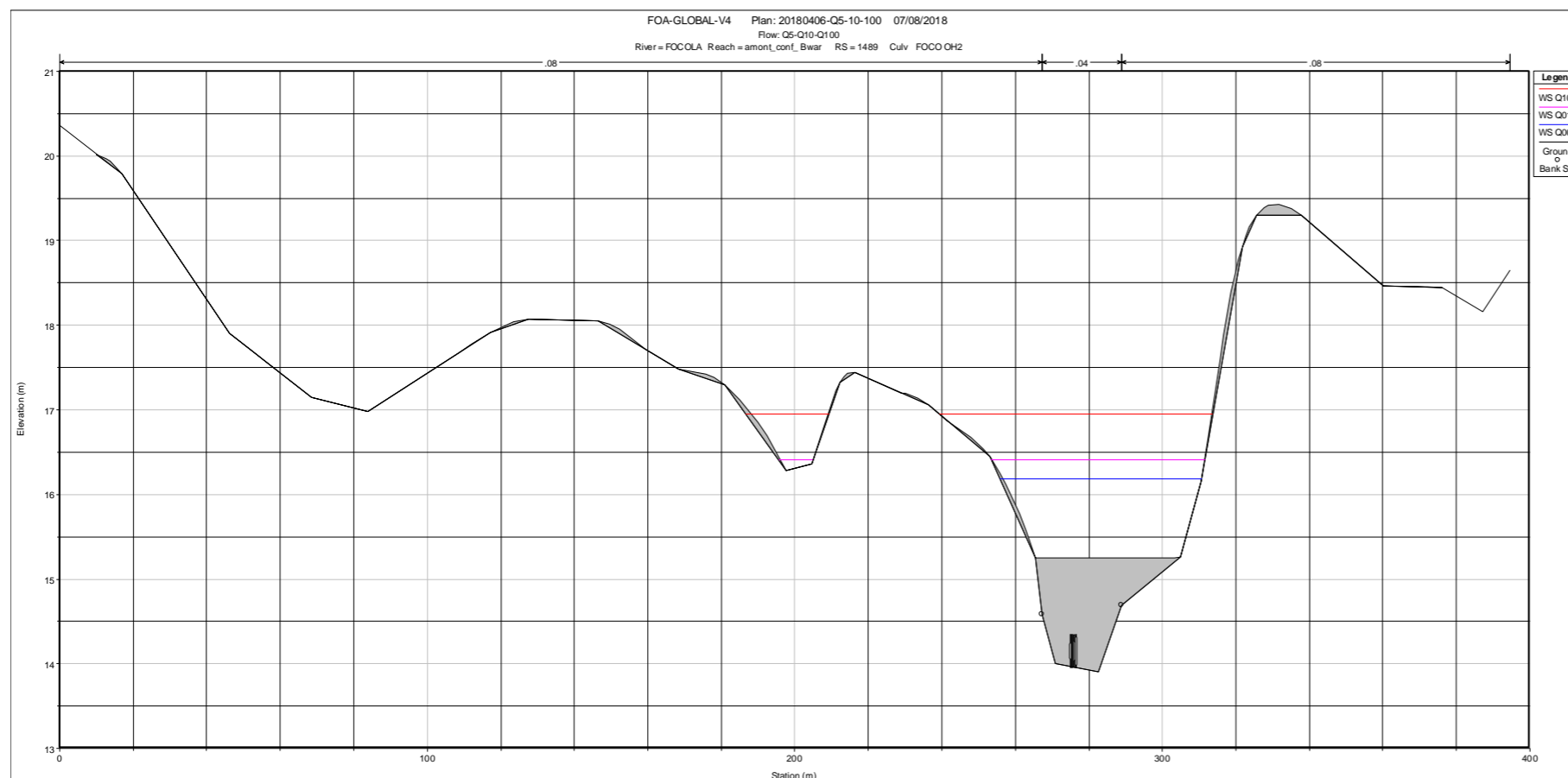
- L'ouvrage le plus en amont (RS3330 - VU6) est très largement submergé pour les crues étudiées. La capacité hydraulique de cet ouvrage reste négligeable en comparaison des débits de référence. Cet ouvrage provoque un effet « seuil » avec un passage par la hauteur critique (rupture hydraulique) rendant l'amont indépendant de l'aval. La lame surversante en crue centennale peut atteindre plus de 1 m (cf. figure ci-dessous).



- L'ouvrage médian (RS2226 - passerelle privée en bois) est submergé pour crue centennale uniquement. Cet ouvrage se comporte alors comme un « seuil noyé par l'aval » provoquant un remous d'exhaussement en amont (cf. figure ci-dessous).

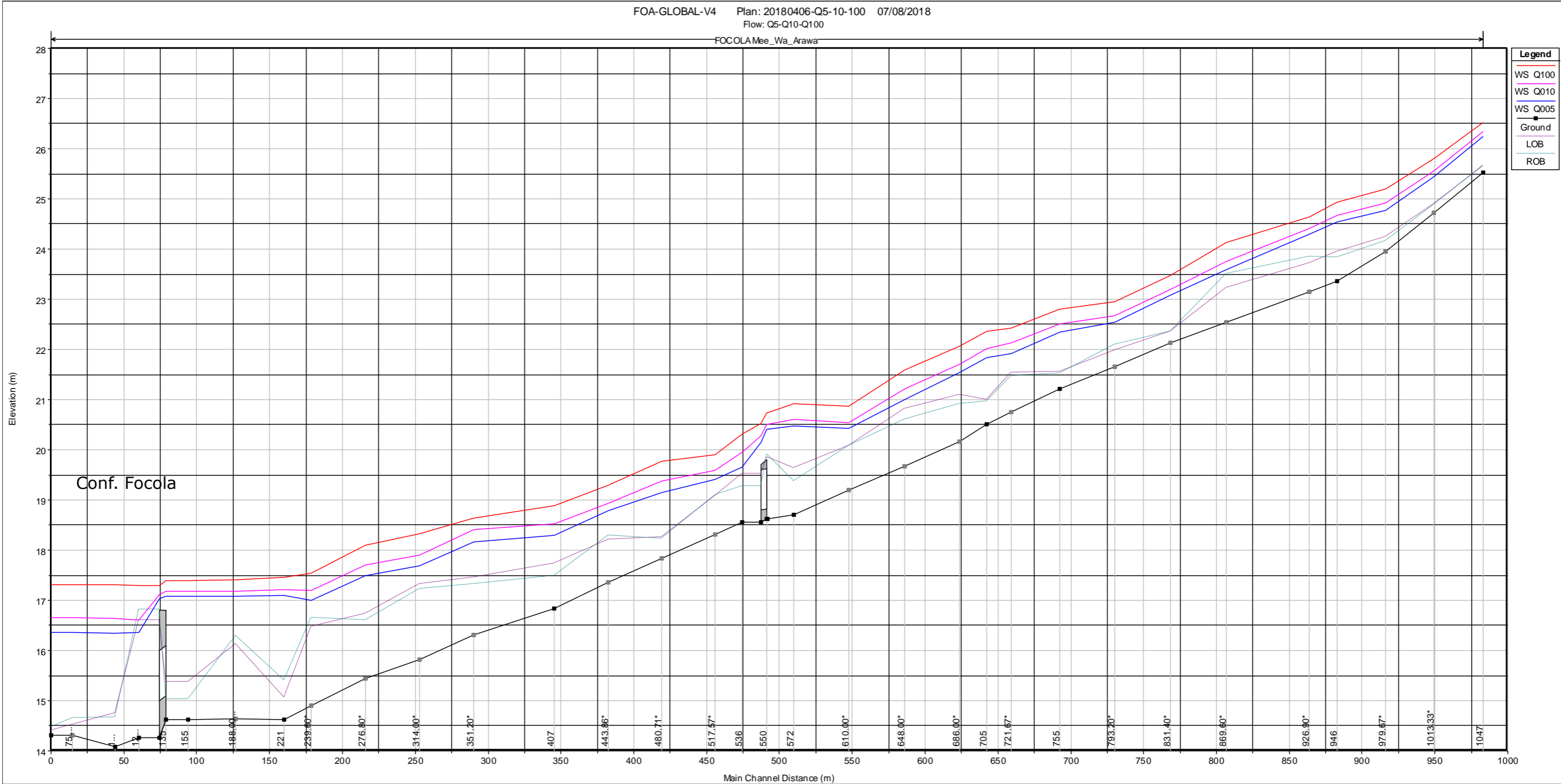


- L'ouvrage le plus en aval (RS1489 – RM8) est très largement submergé pour les crues étudiées. La capacité hydraulique de cet ouvrage reste négligeable en comparaison des débits de référence. Cet ouvrage se comporte alors comme un « seuil noyé par l'aval » provoquant un remous d'exhaussement en amont (cf. figure ci-dessous).



- Le lit majeur présente un faciès de vallée encaissée. Le niveau peut monter jusqu'à 4 m mais le champ d'inondation reste cantonné à une frange relativement étroite.
- En partie amont, le lit majeur présente une largeur de 50 à 100 m. Dans l'ensemble, les variations de section sont relativement progressives.
- En partie aval, le lit majeur s'évase et présente une largeur de 100 à 200 m. Dans l'ensemble, les variations de section sont relativement progressives.
- Hormis au droit des ouvrages hydrauliques, la route RM4 n'est pas inondée.
- En partie amont, aucune habitation (toutes localisées sur une crête) n'est inondable pour la crue de période de retour 100 ans.
- En partie aval, quelques habitations sont impactées par la crue centennale.
- Les vitesses sont relativement fortes de l'ordre de 2 à 4 m/s.
- Les écoulements sont contrôlés par les niveaux de la Fonwhary, sur les 600 derniers mètres.
- En partie amont, le régime est proche du torrentiel voire torrentiel. Conserver une modélisation en régime fluviale permet de rester conservatif vis-à-vis des niveaux d'eau.

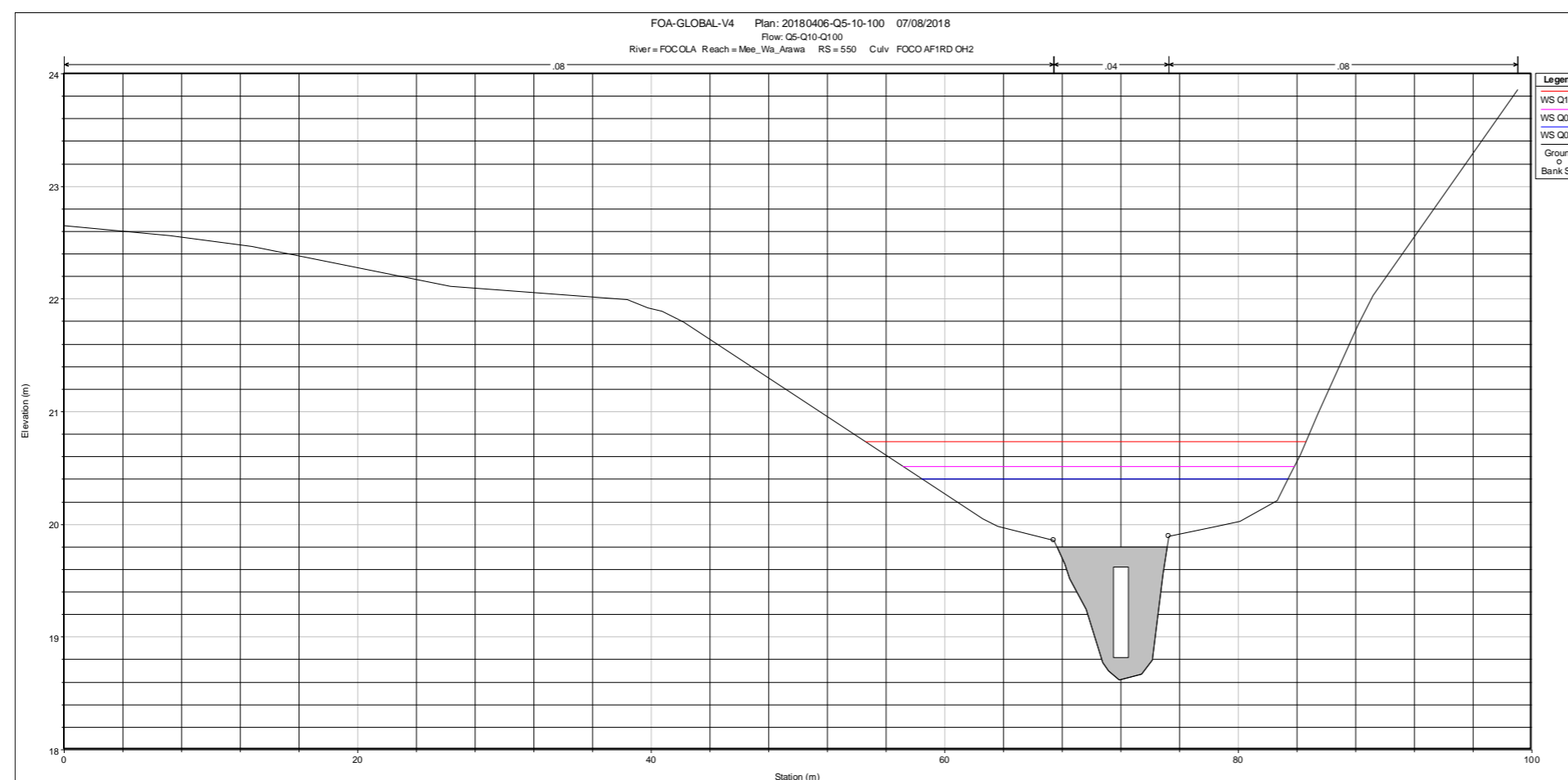
7.6.3 LA MEE WA ARAWA



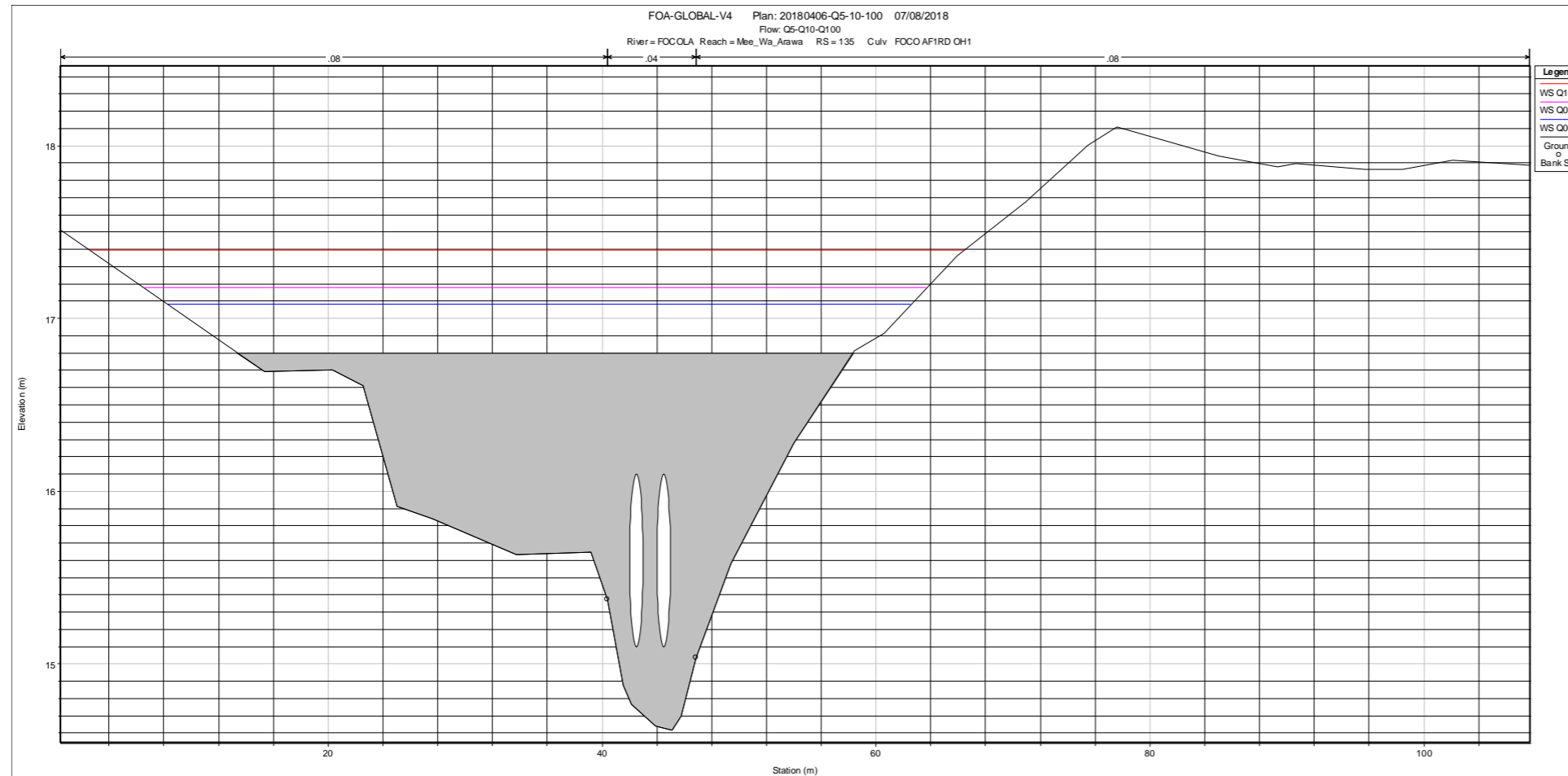
Profil en long ligne d'eau- Q5-10-100- La Mee Wa Arawa

Les résultats obtenus permettent de dresser différents constats :

- L'ouvrage le plus en amont (RS-550 – voie privée) est très largement submergé pour les crues étudiées. La capacité hydraulique de cet ouvrage reste négligeable en comparaison des débits de référence. Cet ouvrage se comporte alors comme un « seuil noyé par l'aval » provoquant un remous d'exhaussement en amont (cf. figure ci-dessous). La lame surversante en crue centennale peut atteindre près de 0.8 m (cf. figure ci-dessous).

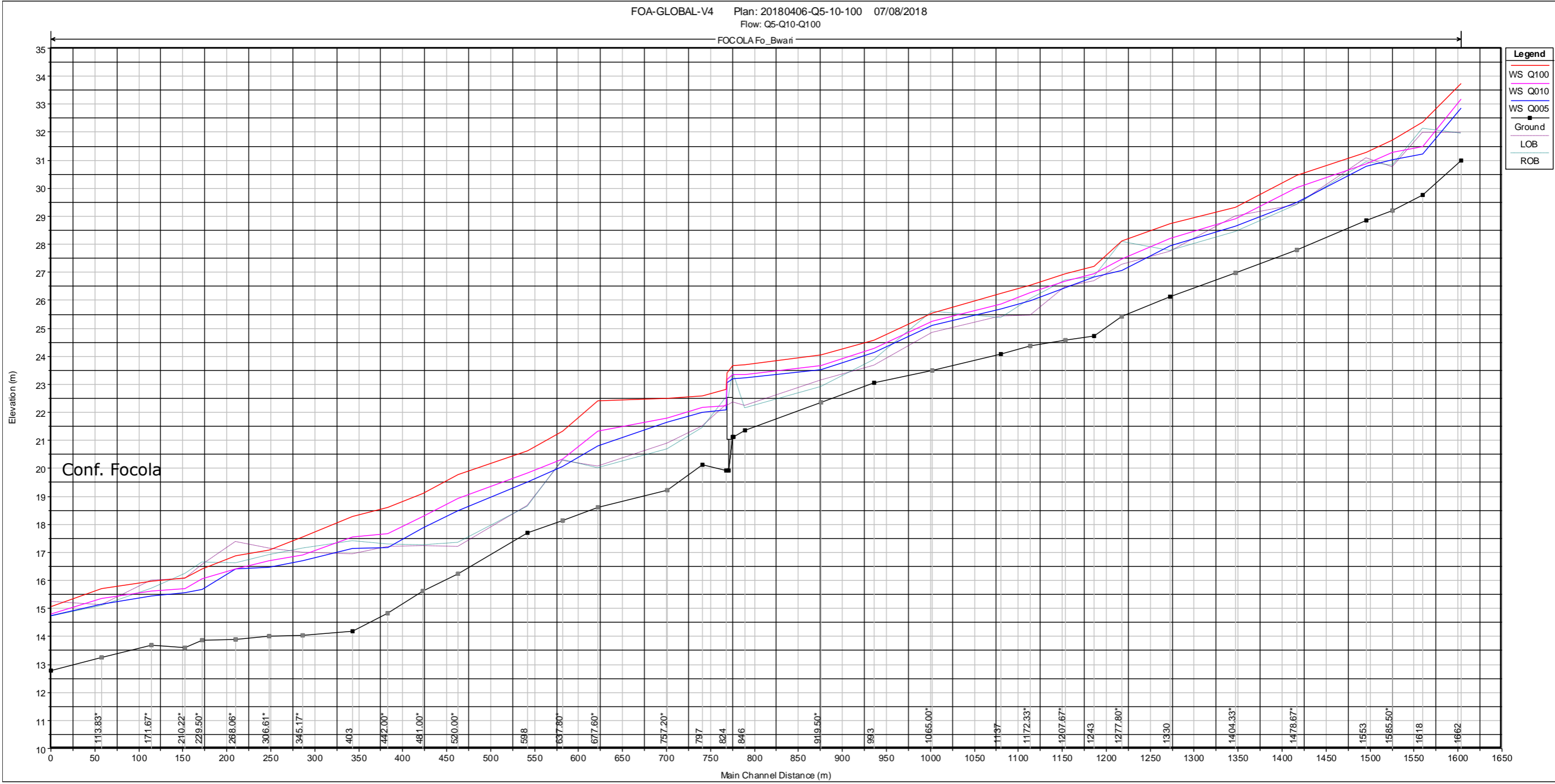


- L'ouvrage le plus en aval (RS-135 - VU3) est très largement submergé pour les crues étudiées. La capacité hydraulique de cet ouvrage reste négligeable en comparaison des débits de référence. Cet ouvrage se comporte alors comme un « seuil noyé par l'aval » provoquant un remous d'exhaussement en amont. La lame surversante en crue centennale peut atteindre près de 0.7 m (cf. figure ci-après).



- Ce cours d'eau s'apparente à un creek.
- Le lit majeur présente une largeur de 20 à 50 m. Dans l'ensemble, les variations de section sont relativement progressives.
- Hormis au droit des ouvrages hydrauliques, la route RM4 n'est pas inondée.
- Hormis une habitation qui est impactée par la crue centennale, en partie aval, à la confluence avec la Focola, aucune autre habitation (toutes localisées sur une crête) n'est inondable pour la crue de période de retour 100 ans.
- Les vitesses sont modérées à fortes de l'ordre de 1 à 3 m/s.
- Le régime est fluvial.

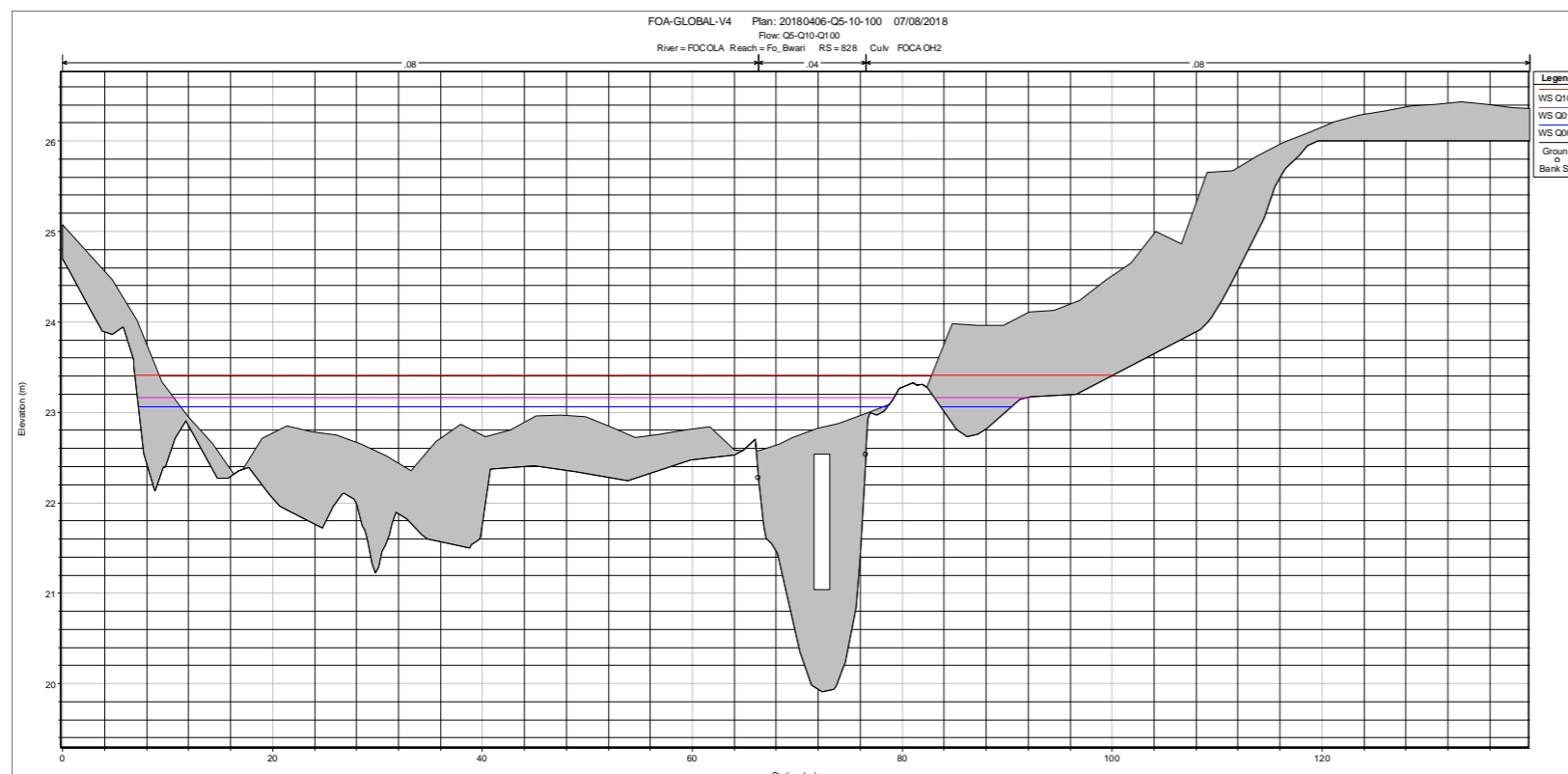
7.6.4 LA FO BWARI



Profil en long ligne d'eau- Q5-10-100- La Fo Bwari

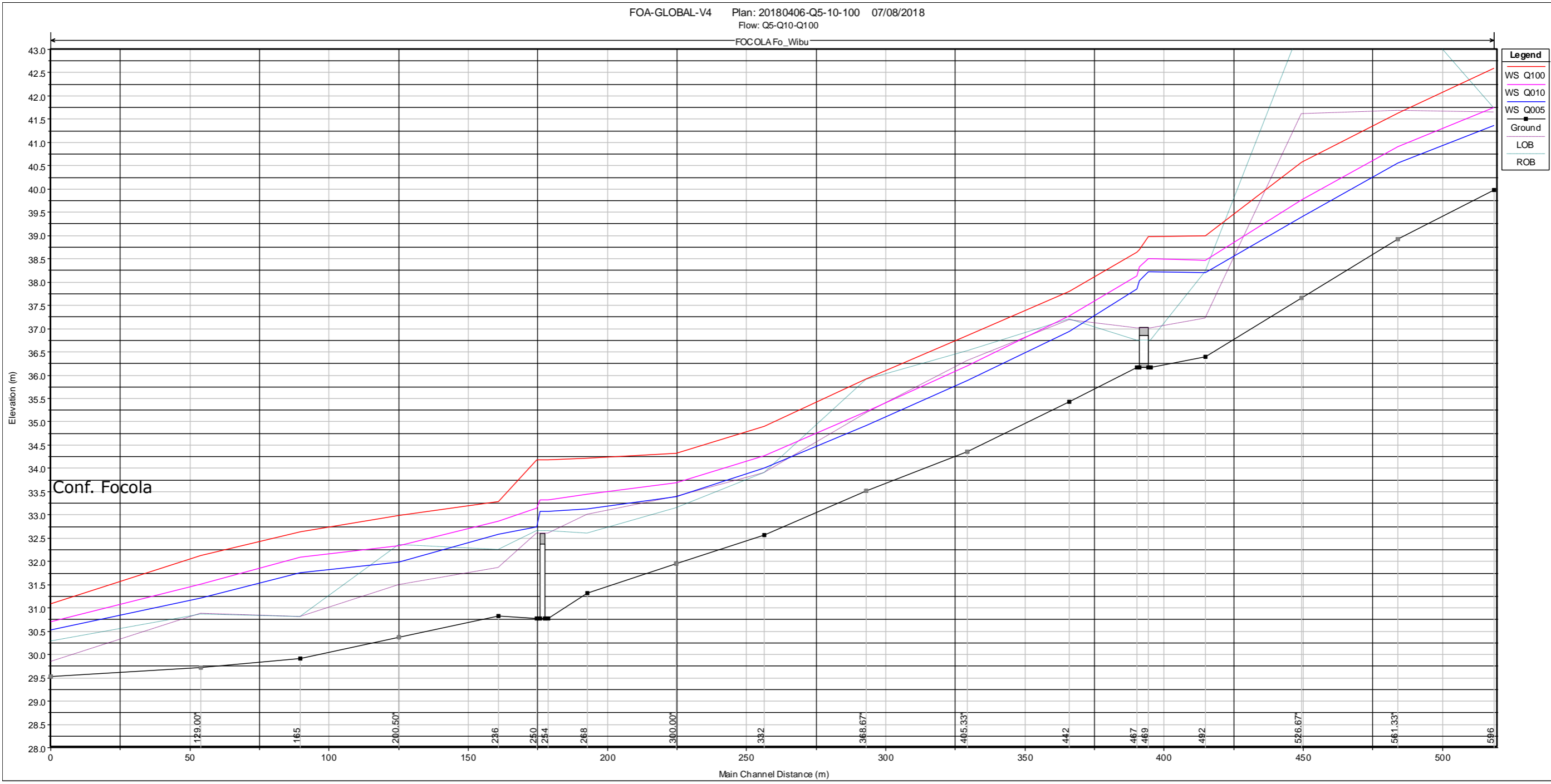
Les résultats obtenus permettent de dresser différents constats :

- Le seul ouvrage présent sur le tronçon (RS-828 – RM6) est très largement submergé pour les crues étudiées. La capacité hydraulique de cet ouvrage reste négligeable en comparaison des débits de référence. Cet ouvrage provoque un effet « seuil » avec un passage par la hauteur critique (rupture hydraulique) rendant l’amont indépendant de l’aval. La lame surversante en crue centennale peut atteindre près de 1.1 m (cf. figure ci-dessous).



- Plus en aval, on note la présence d’un radier (RS-345)
- Le lit majeur présente un faciès de vallée encaissée. Le niveau peut monter jusqu’à 3 m mais le champ d’inondation reste cantonné à une frange relativement étroite.
- En amont du radier, le lit majeur présente une largeur de 50 à 100 m. Dans l’ensemble, les variations de section sont relativement progressives.
- En aval du radier, le lit majeur s’évase brusquement (inondation de champs agricoles) sur une largeur de l’ordre de 150 m.
- Hormis au droit de l’ouvrage hydraulique, la route RM6 n’est pas inondée.
- Aucune habitation n’est inondable pour la crue de période de retour 100 ans.
- Les vitesses sont relativement fortes de l’ordre de 2 à 4 m/s.
- Les écoulements ne sont pas contrôlés par la confluence aval avec la Focola.
- Le régime est fluvial.
- On note une sorte de palier de la ligne d’eau en amont de RS677.6. En ce point, il y a une contraction brusque, le lit est profond et encaissé, la totalité de la crue se retrouve dans le lit mineur. Il y a un effet « verrou » ou contrôle aval sur la ligne d’eau. Ensuite, le lit demeure profond, encaissé et pentu sur 250 m jusqu’au profil RS403. Il n’y a pas de remous d’exhaussement marqué en sortie de cette contraction car le régime d’écoulement est proche du régime critique voire torrentiel.

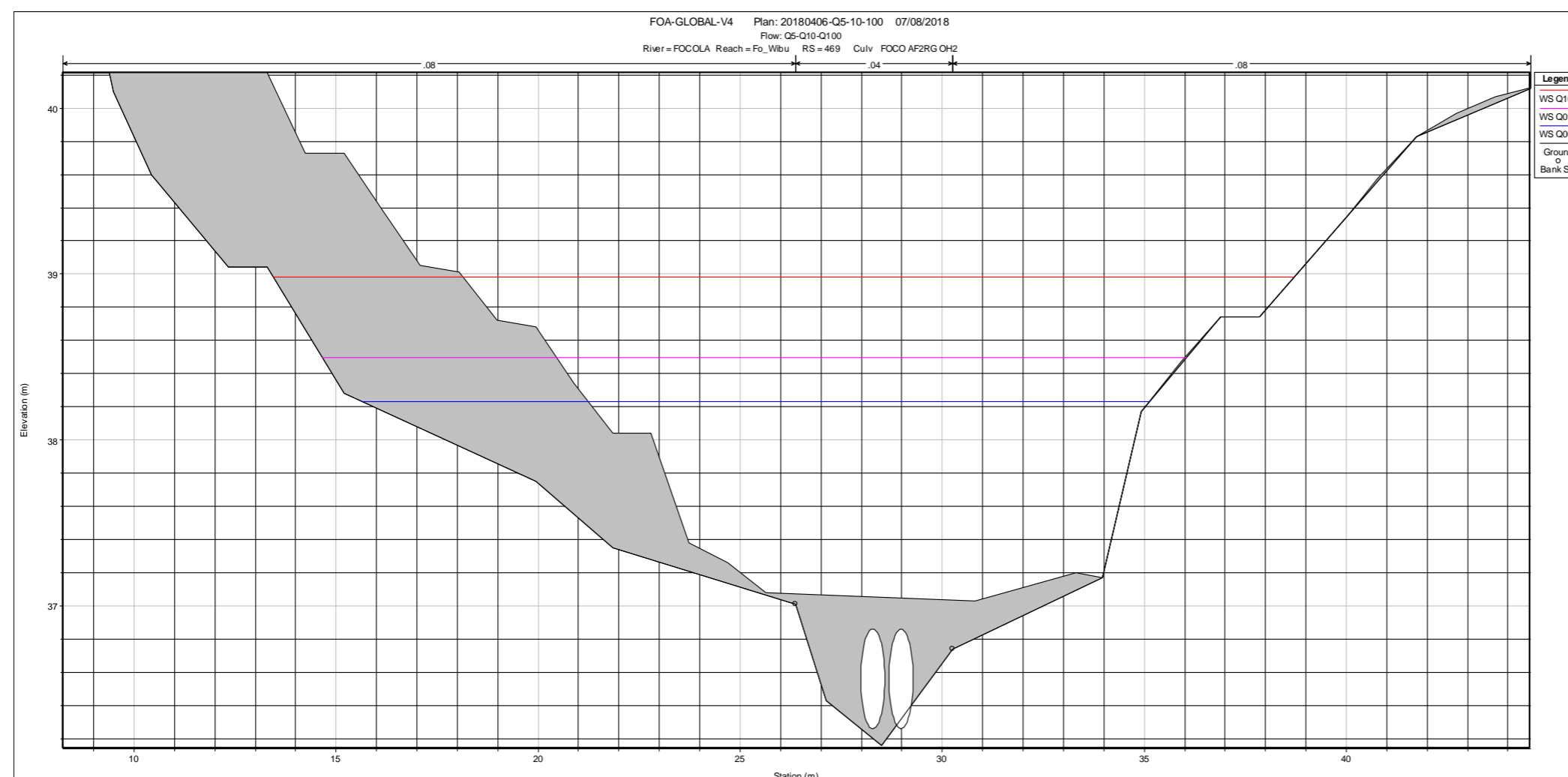
7.6.5 LA FO WIBU



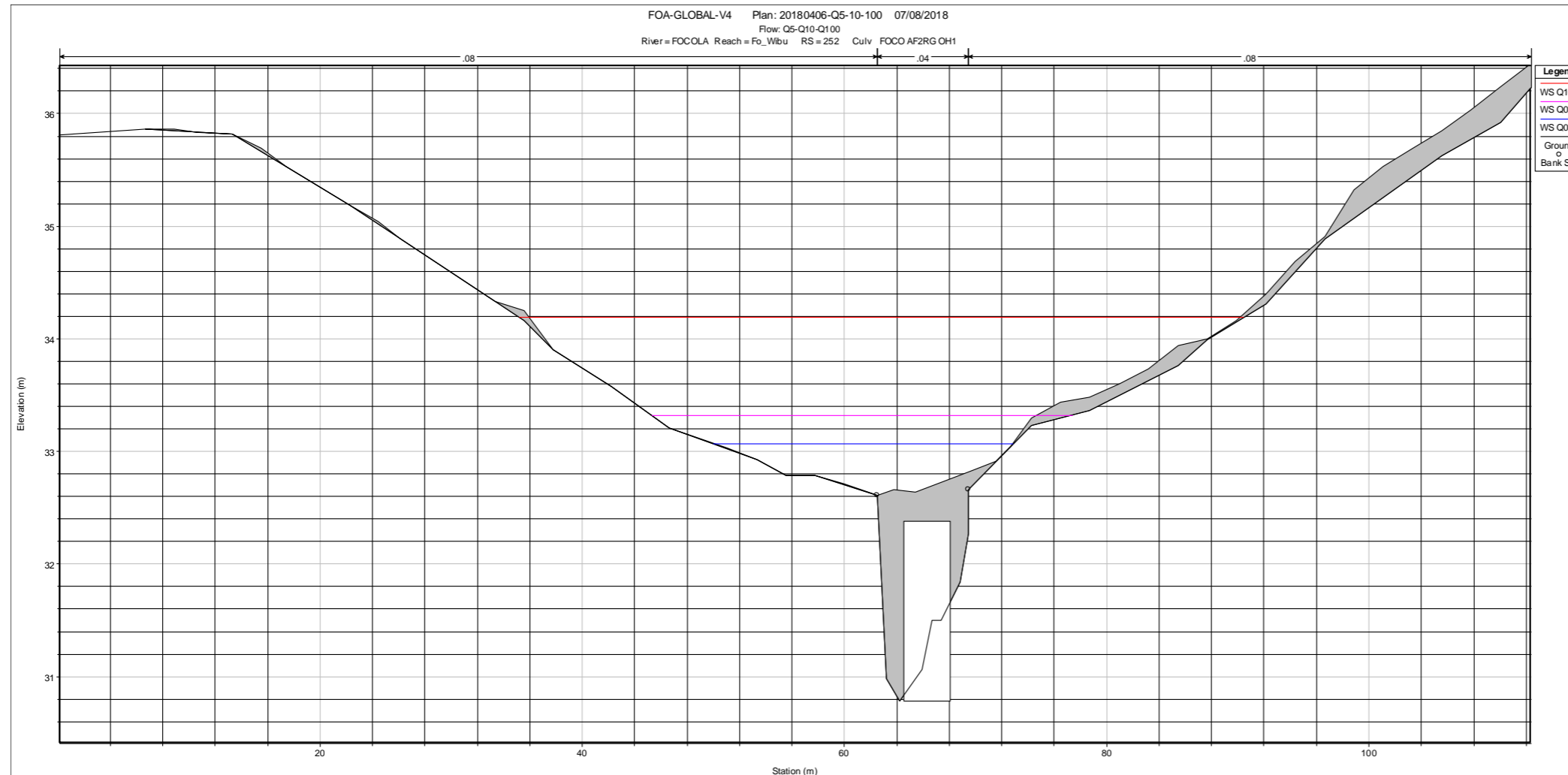
Profil en long ligne d'eau- Q5-10-100- La Fo Wibu

Les résultats obtenus permettent de dresser différents constats :

- L'ouvrage le plus en amont (RS-469 - VU6) est très largement submergé pour les crues étudiées. La capacité hydraulique de cet ouvrage reste négligeable en comparaison des débits de référence. Cet ouvrage se comporte alors comme un « seuil noyé par l'aval » provoquant un remous d'exhaussement en amont (cf. figure ci-dessous). La lame surversante en crue centennale peut atteindre près de 1.8 m (cf. figure ci-dessous).



- L'ouvrage le plus en aval (RS-252 - Voie privée) est très largement submergé pour les crues étudiées. La capacité hydraulique de cet ouvrage reste négligeable en comparaison des débits de référence. Cet ouvrage se comporte alors comme un « seuil noyé par l'aval » provoquant un remous d'exhaussement en amont. La lame surversante en crue centennale peut atteindre près de 0.7 m (cf. figure ci-dessous).



- Ce cours d'eau s'apparente à un creek. La section est encaissée
- Le lit majeur présente une largeur de 15 à 40 m. Dans l'ensemble, les variations de section sont relativement progressives.
- Hormis au droit des ouvrages hydrauliques, la route communale n'est pas inondée.
- Aucune habitation n'est inondable pour la crue de période de retour 100 ans.
- Les vitesses sont de l'ordre de 2 à 3 m/s.
- Le régime est fluvial.

7.7 AJUSTEMENT DES NIVEAUX DE CRUE CENTENNALE SUR LA ZONE DE LA FOCOLA

Dans le secteur de la Focola amont et de ses affluents, on pourra noter que l'écoulement de crue est fréquemment en régime torrentiel (ligne d'eau \leq hauteur critique = écoulements turbulents, fortes vitesses, fortes pentes, ressauts hydrauliques).

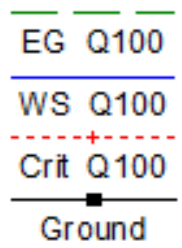
Pour ce genre de régime, les observations de terrain montrent en effet que la ligne d'eau est souvent très fluctuante (sorte de batillage) et que le niveau a tendance à augmenter ponctuellement et sensiblement en fonction des obstacles. Dans ce genre de cas, la ligne d'eau tente, en fait, de rejoindre la ligne de charge qui représente le niveau maximum que peut atteindre l'écoulement à la rencontre d'un obstacle.

Ce niveau de charge hydraulique est représenté par CH (m NGNC) = Niveau fond du lit (m NGNC) + hauteur d'eau (m) + $V^2/2g$ (m), avec V : vitesse de l'écoulement (m/s) et g : accélération de pesanteur (m/s^2).

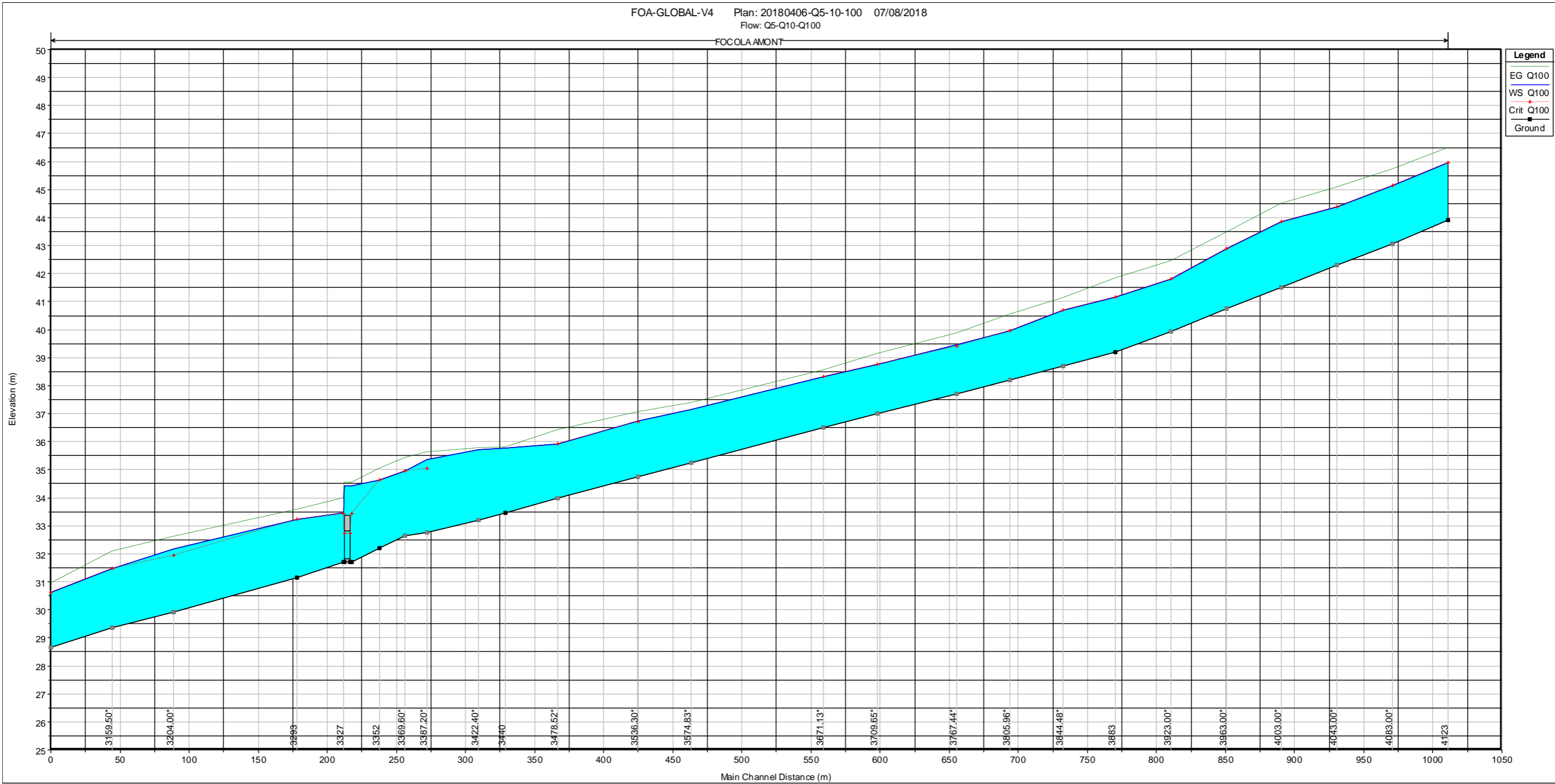
Par conséquent, en concertation avec le comité technique de l'étude et afin d'être conservatif, dans le secteur de la Focola amont et de ses affluents, le niveau d'eau de crue centennale pour la cartographie des aléas, sera représenté par la ligne de charge hydraulique et ce, de manière spécifique sur chaque tronçon.

La valeur moyenne de surcote conservative représentée par la ligne de charge est caractérisée, tronçon par tronçon, via les profils en long d'écoulement ci-après.

La légende suivante a été appliquée aux profils en long d'écoulement :

	<p>Ligne de Charge hydraulique modélisée qui représente le niveau maximum que peut atteindre l'écoulement à la rencontre d'un obstacle (en m NGNC)</p> <p>Ligne d'eau modélisée pour l'écoulement d'une crue centennale (en m NGNC)</p> <p>Ligne de hauteur critique = limite qui indique les écoulements turbulents (en m NGNC)</p> <p>Ligne du fond du lit (en m NGNC)</p>
---	--

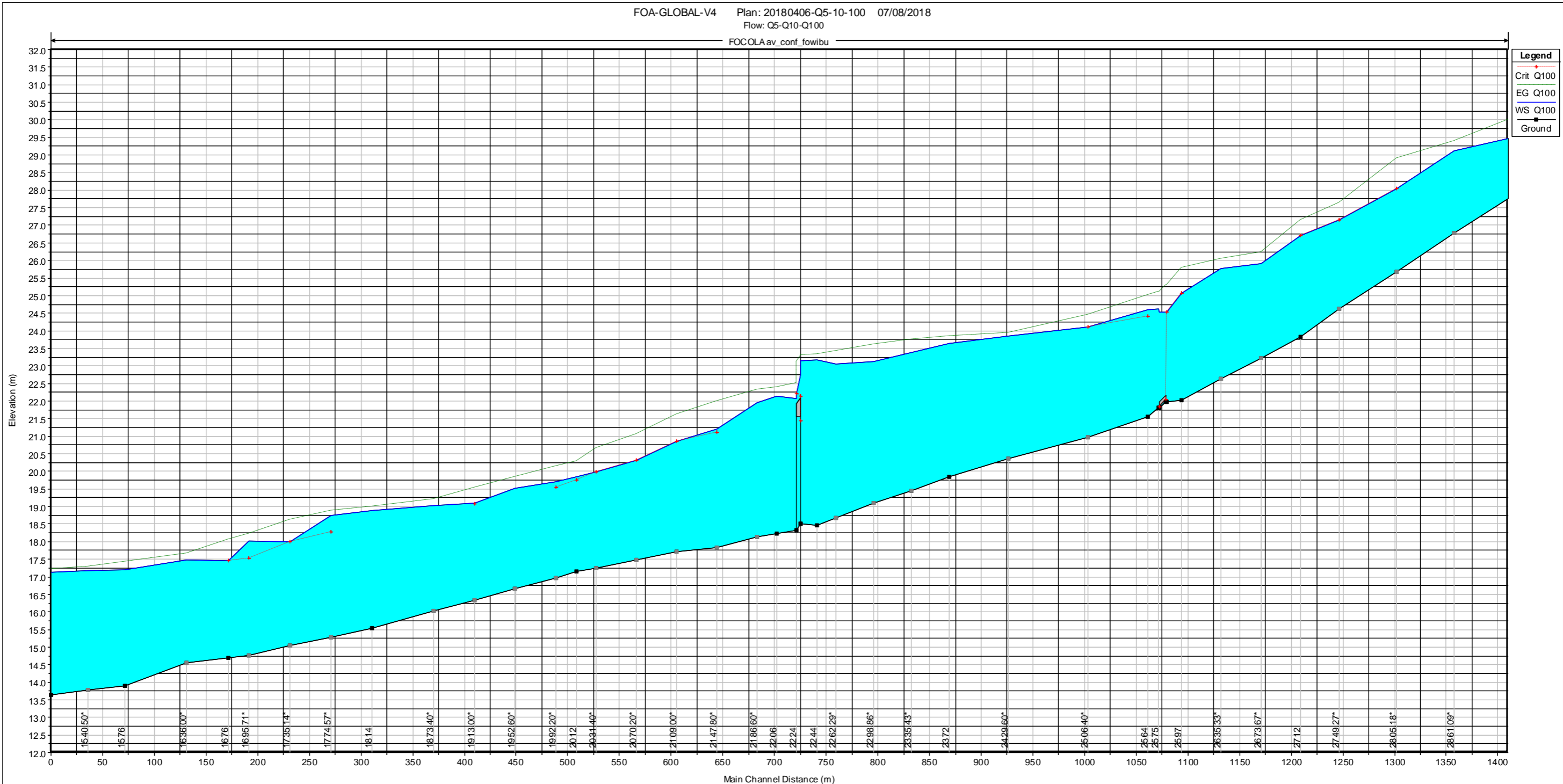
7.7.1 FOCOLA AMONT



En crue centennale et pour ce tronçon de cours d'eau, la valeur de surcote conservative représentée par la différence de hauteur entre la ligne de charge (ligne verte) et la ligne d'eau théorique (ligne bleue) représente une hauteur moyenne de 0.4 m.

Sur ce tronçon de rivière, le niveau d'écoulement cartographié pour crue centennale sera le plus proche possible de la ligne de charge (ligne verte).

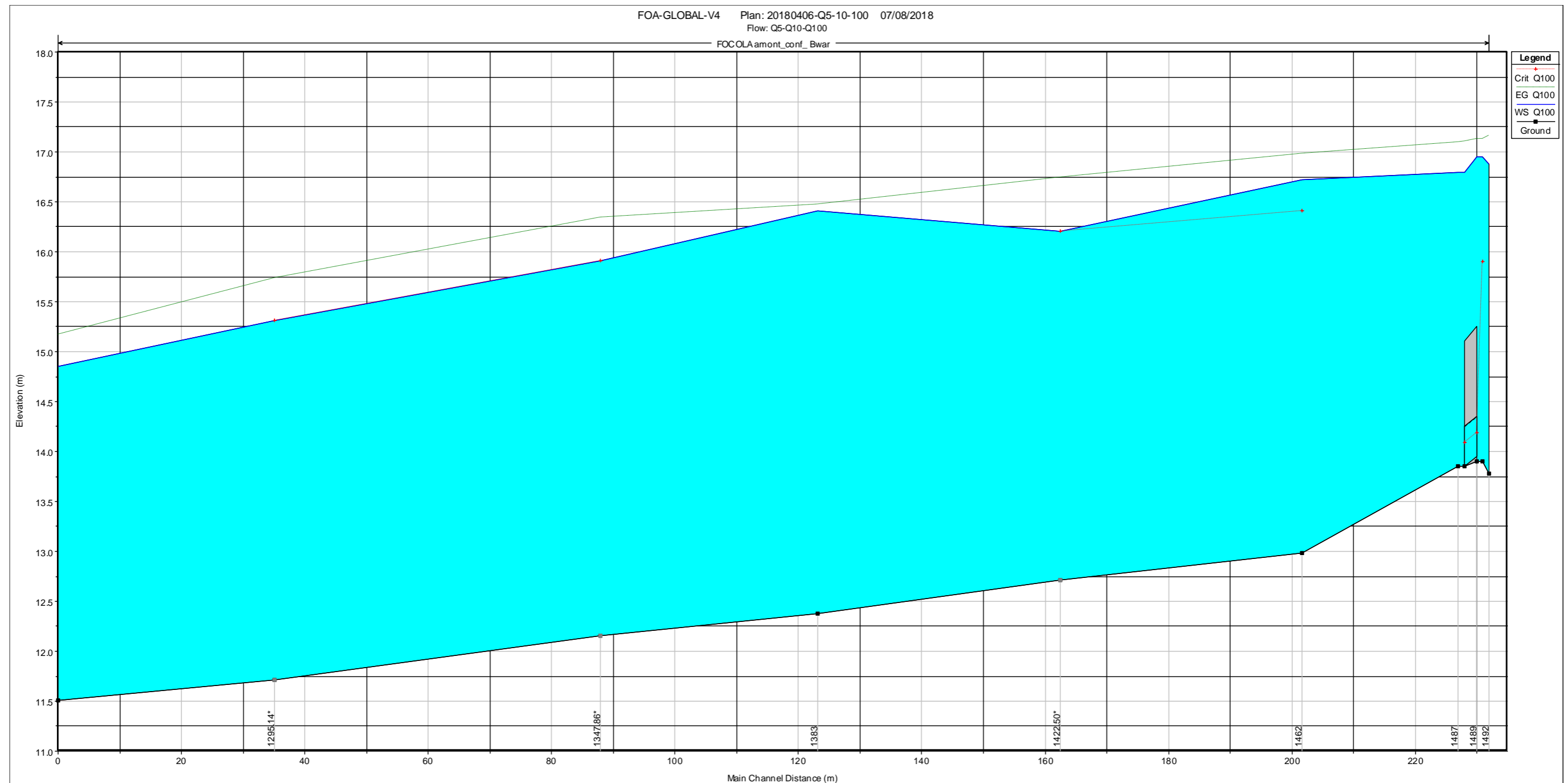
7.7.2 FOCOLA AVAL CONF FO WIBU



En crue centennale et pour ce tronçon de cours d’eau, la valeur de surcote conservative représentée par la différence de hauteur entre la ligne de charge (ligne verte) et la ligne d’eau théorique (ligne bleu) représente une hauteur moyenne de 0.4 m.

Sur ce tronçon de rivière, le niveau d’écoulement cartographié pour crue centennale sera le plus proche possible de la ligne de charge (ligne verte).

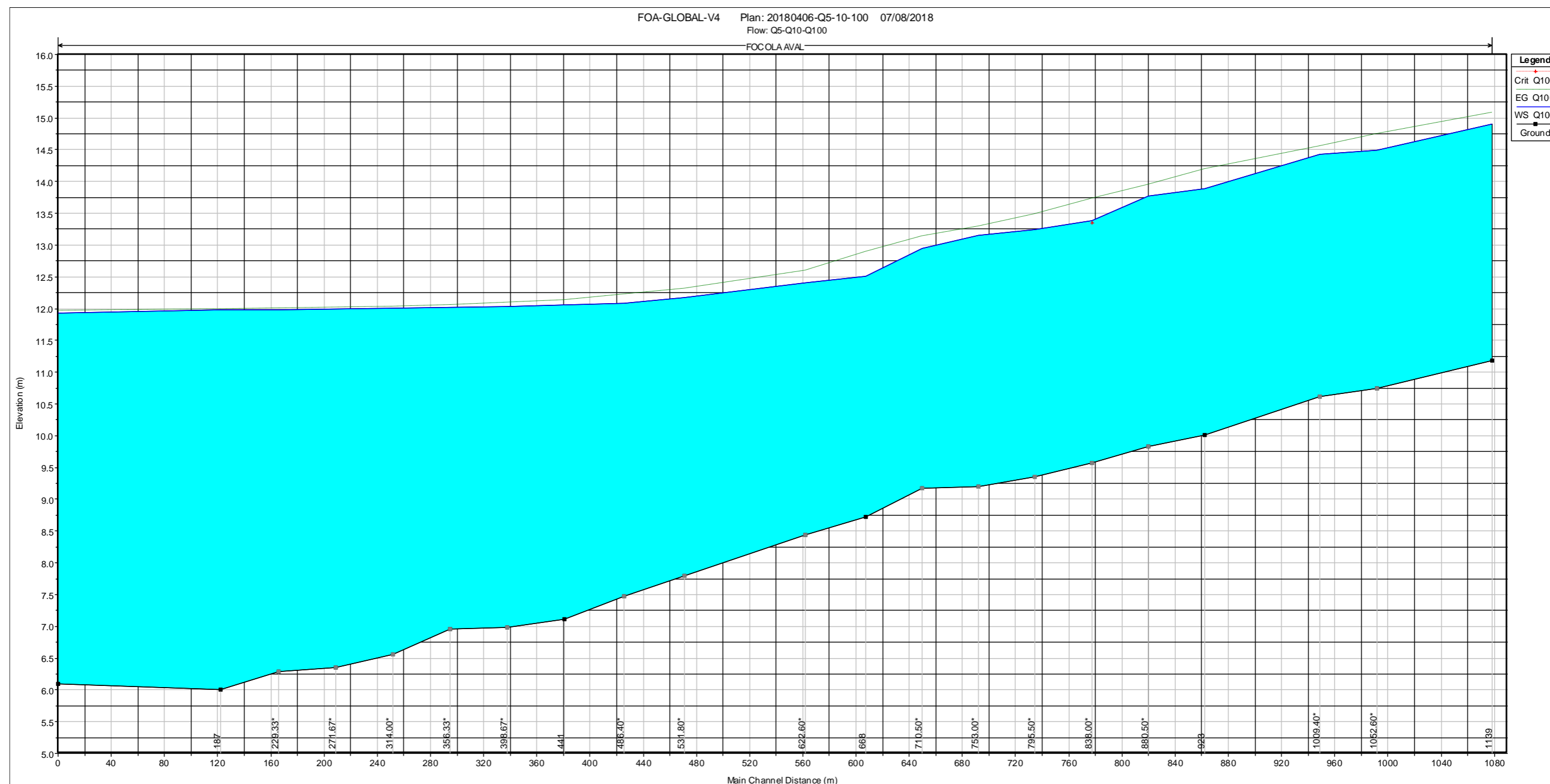
7.7.3 FOCOLA AMONT CONF FO BWARI



En crue centennale et pour ce tronçon de cours d'eau, la valeur de surcote conservative représentée par la différence de hauteur entre la ligne de charge (ligne verte) et la ligne d'eau théorique (ligne bleu) représente une hauteur moyenne de 0.3 m.

Sur ce tronçon de rivière, le niveau d'écoulement cartographié pour crue centennale sera le plus proche possible de la ligne de charge (ligne verte).

7.7.4 FOCOLA AVAL

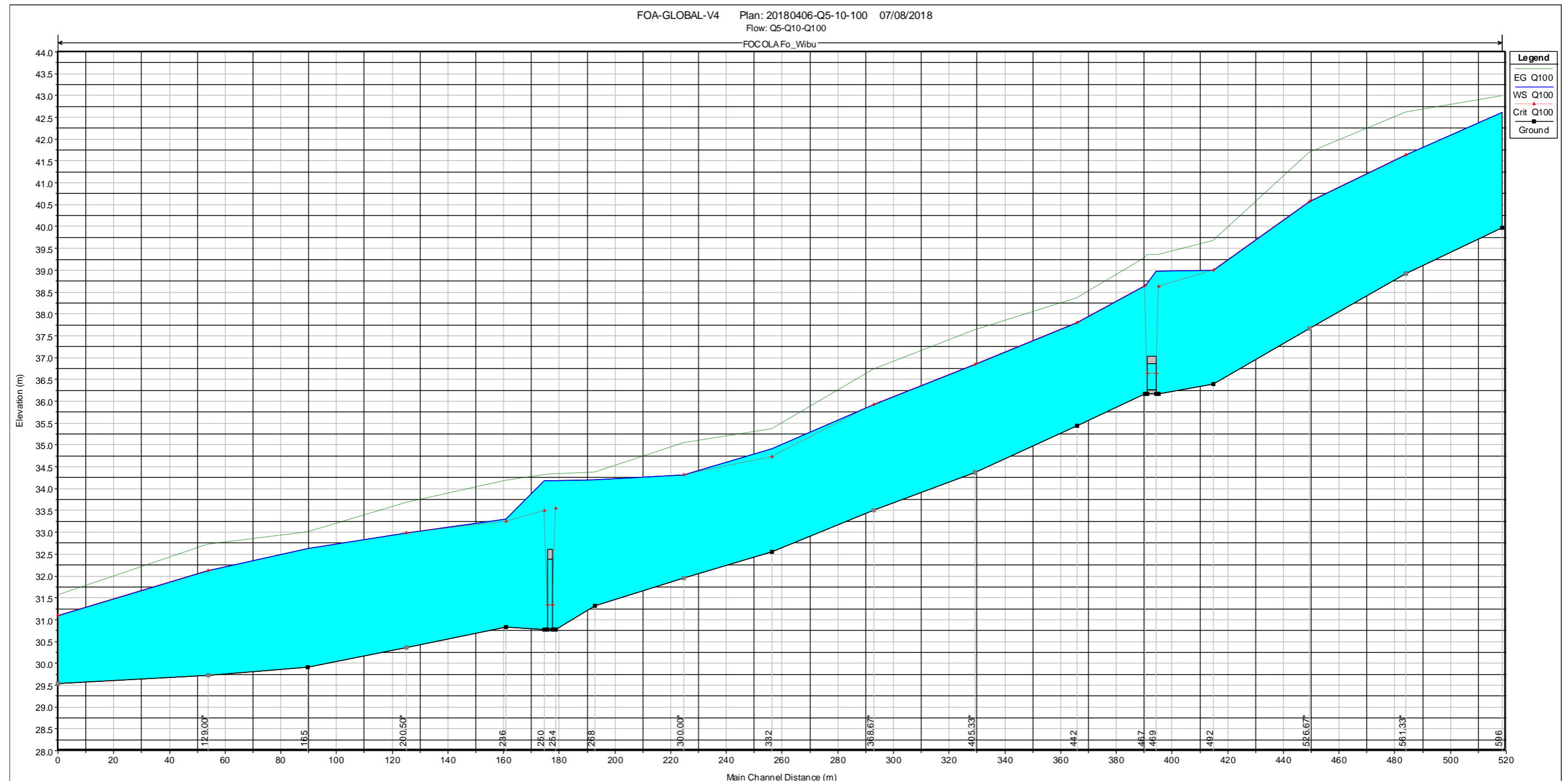


Pour le tronçon de la Focola aval, le régime est fluvial et non torrentiel.

Il n'est donc pas nécessaire d'appliquer une surcote conservative représentée par la différence de hauteur entre la ligne de charge (ligne verte) et la ligne d'eau théorique (ligne bleu).

Sur ce tronçon de rivière, le niveau d'écoulement cartographié pour crue centennale sera le plus proche possible de la ligne de charge (ligne verte).

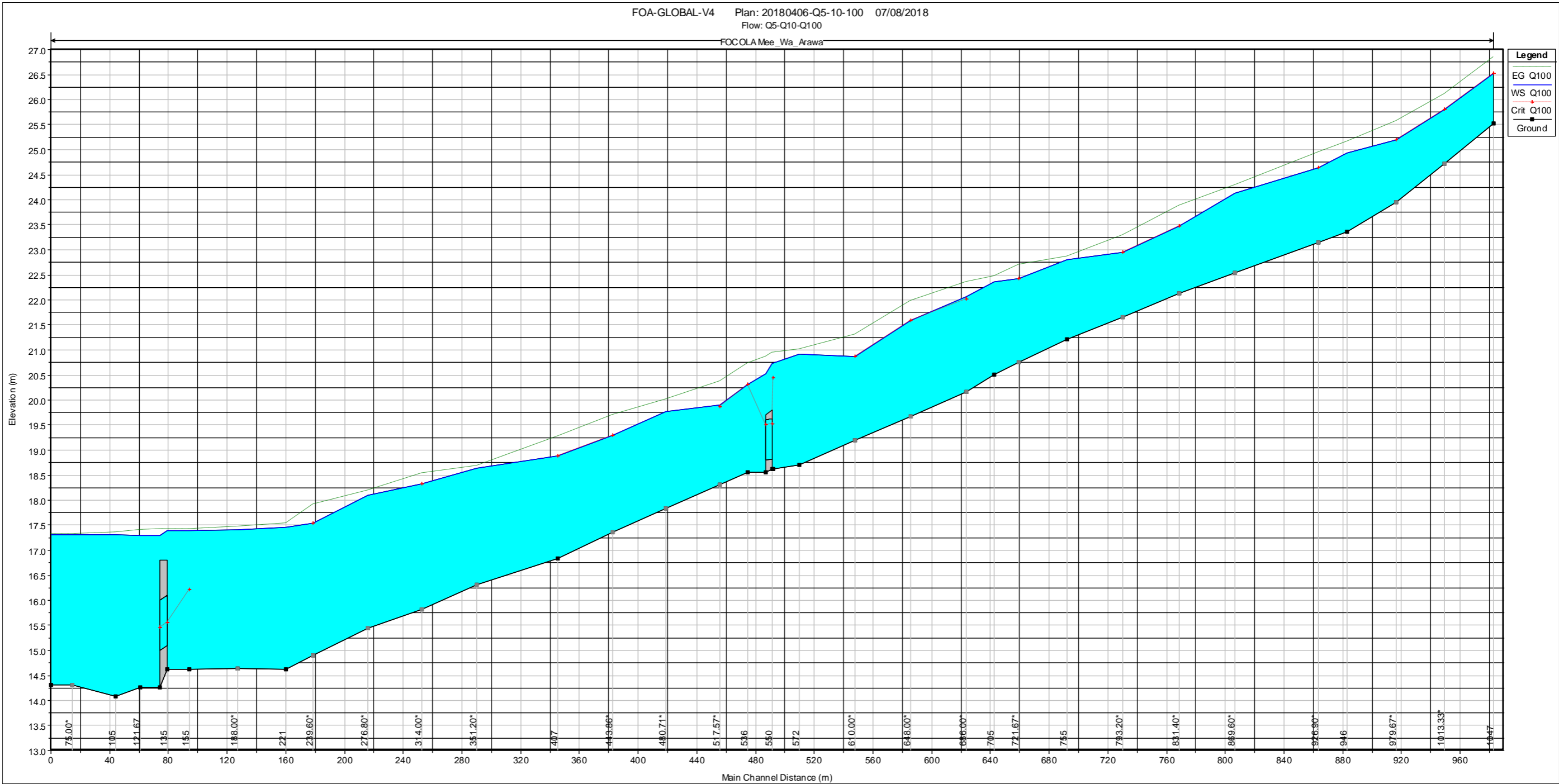
7.7.5 AFFLUENT FO WIBU



En crue centennale et pour ce tronçon de cours d'eau, la valeur de surcote conservative représentée par la différence de hauteur entre la ligne de charge (ligne verte) et la ligne d'eau théorique (ligne bleue) représente une hauteur moyenne de 0.6 m.

Sur ce tronçon de rivière, le niveau d'écoulement cartographié pour crue centennale sera le plus proche possible de la ligne de charge (ligne verte).

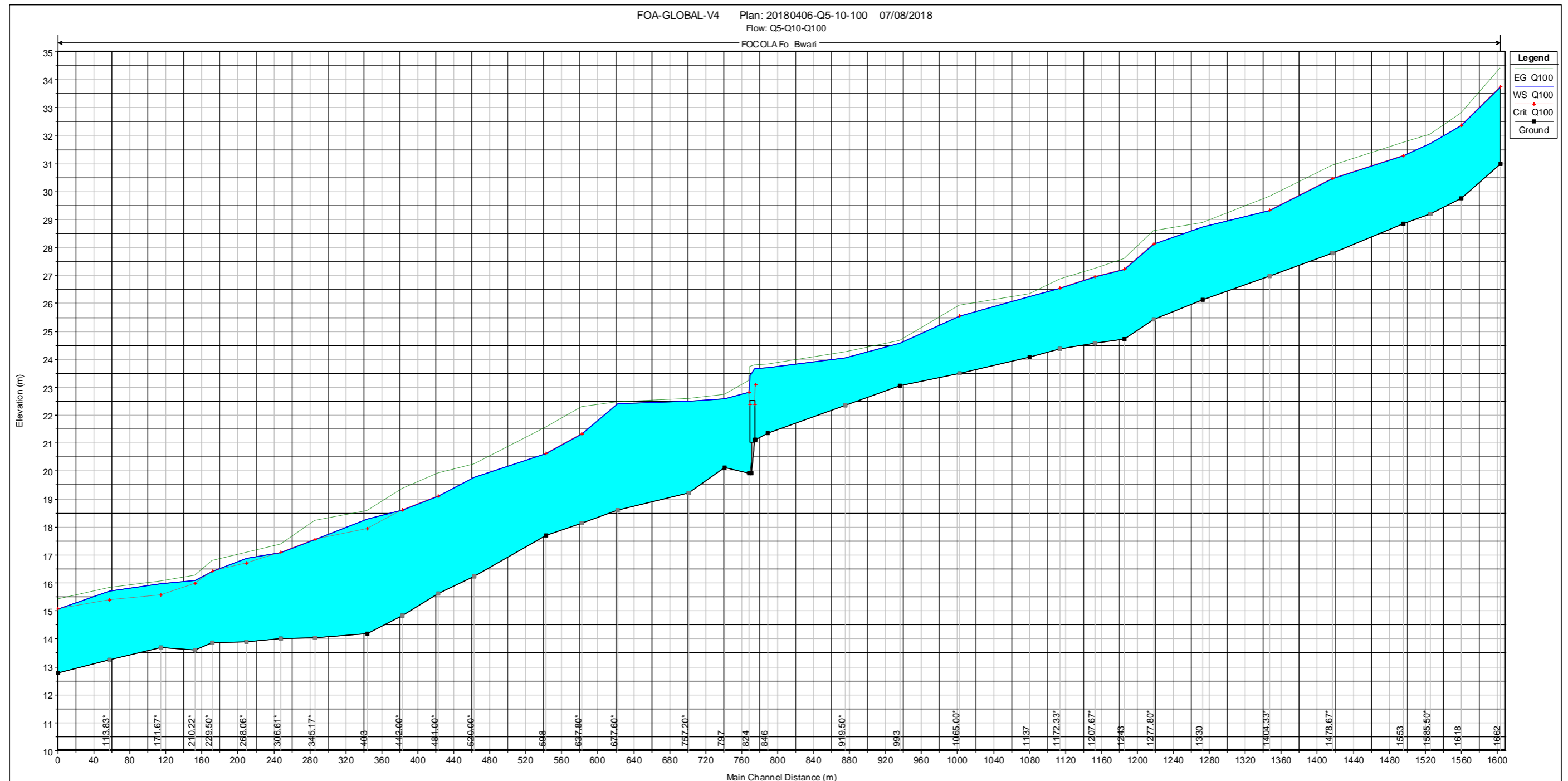
7.7.6 AFFLUENT MEE WA ARAWA



En crue centennale et pour ce tronçon de cours d'eau, la valeur de surcote conservative représentée par la différence de hauteur entre la ligne de charge (ligne verte) et la ligne d'eau théorique (ligne bleu) représente une hauteur moyenne de 0.2 m.

Sur ce tronçon de rivière, le niveau d'écoulement cartographié pour crue centennale sera le plus proche possible de la ligne de charge (ligne verte).

7.7.7 AFFLUENT FO BWARI



En crue centennale et pour ce tronçon de cours d'eau, la valeur de surcote conservative représentée par la différence de hauteur entre la ligne de charge (ligne verte) et la ligne d'eau théorique (ligne bleu) représente une hauteur moyenne de 0.3 m.

Sur ce tronçon de rivière, le niveau d'écoulement cartographié pour crue centennale sera le plus proche possible de la ligne de charge (ligne verte).

Pour résumé, le bassin versant de la Focola est nettement plus petit que le bassin versant de la Foa. Les débits de crue sont donc relativement faibles et le lit est bien marqué. Les débordements sont donc peu importants sur la majeure partie du linéaire (jusqu'à 1000 m en amont de la confluence avec la Fonwhary). Toutefois, du fait de la pente du lit relativement forte, l'écoulement est presque torrentiel avec des vitesses importantes.

Aussi, pour la cartographie des aléas, en accord avec la maîtrise d'ouvrage, il a été convenu de retenir la hauteur de la ligne d'énergie plutôt que la hauteur d'eau calculée. Cette ligne d'énergie (*) correspond à la hauteur que l'eau pourrait atteindre en cas d'obstruction dans le lit et se situe ainsi environ 30 à 60 cm au-dessus de la ligne de hauteur d'eau.

(*) La ligne d'énergie ajoutée à la ligne de fond du lit donne la ligne de charge en m NGNC.

Les détails techniques qui ont été nécessaires pour modéliser la ligne d'énergie sur la Focola sont consultables en Annexes.

7.8 COMPARAISON AVEC LES NIVEAUX DE CRUE DE L'ÉTUDE HYDREX

Lors de l'étude hydraulique de 2014 (qui concernait essentiellement les affluents directs de La Foa Aval), les tests de sensibilité ont mis en évidence une forte incidence des conditions limites aval (Clav) issues de l'étude HYDREX de 1996 sur les tronçons amont.

En 2014, l'estimation de cette forte influence avait consisté à comparer les CLav imposées par Hydrex avec celles obtenues en prenant une hypothèse de hauteur normale d'écoulement (régime permanent et uniforme) :

- Le secteur de la confluence entre la Foa et la Foa Pocquereux, semblait très fortement impacté. Sur les secteurs aval de ces affluents, les niveaux d'eau semblaient ainsi fortement réhaussés du fait du niveau aval repris de l'étude HYDREX. C'est pourquoi la cartographie de ce secteur avait été écarté et a été confiée à la présente étude.
- Pour les affluents, la Fo Moin, la Fo Bio, la Fo Nily, la Fonwhary et la Fo Ni Moulou, les tronçons cartographiés ont été arrêtés aux limites supposées de l'impact des conditions limites aval.

Cette nécessité de mettre à jour l'étude HYDREX est notamment à l'origine de la présente « étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola » dont le but est d'actualiser l'ensemble de ces études via un seul modèle global.

L'analyse s'attache, secteur par secteur, pour une crue centennale, à évaluer l'écart entre les niveaux aval issus d'HYDREX et ceux issus du modèle Global de 2017 pour les tronçons modélisés en 2014 : la Fo Moin, la Fo Bio, la Fo Nily, la Fonwhary amont et la Fo Ni Moulou et la Pocquereux.

Les détails de l'analyse sont exposés en Annexes.

Les résultats, dans le tableau ci-après, indiquent finalement des différences inférieures à 20 cm hormis pour les tronçons de La Fo Bio et de la Fo Moin.

Il est intéressant de noter que lors de la phase de calage de l'étude HYDREX, les repères de la crue de Béli ont également été exploités. Ce sont les mêmes que ceux qui ont été exploités pour la présente étude. Il est donc assez cohérent de retrouver les mêmes ordres de grandeurs de niveaux pour le calage de Béli et par extension pour les niveaux en Q100.

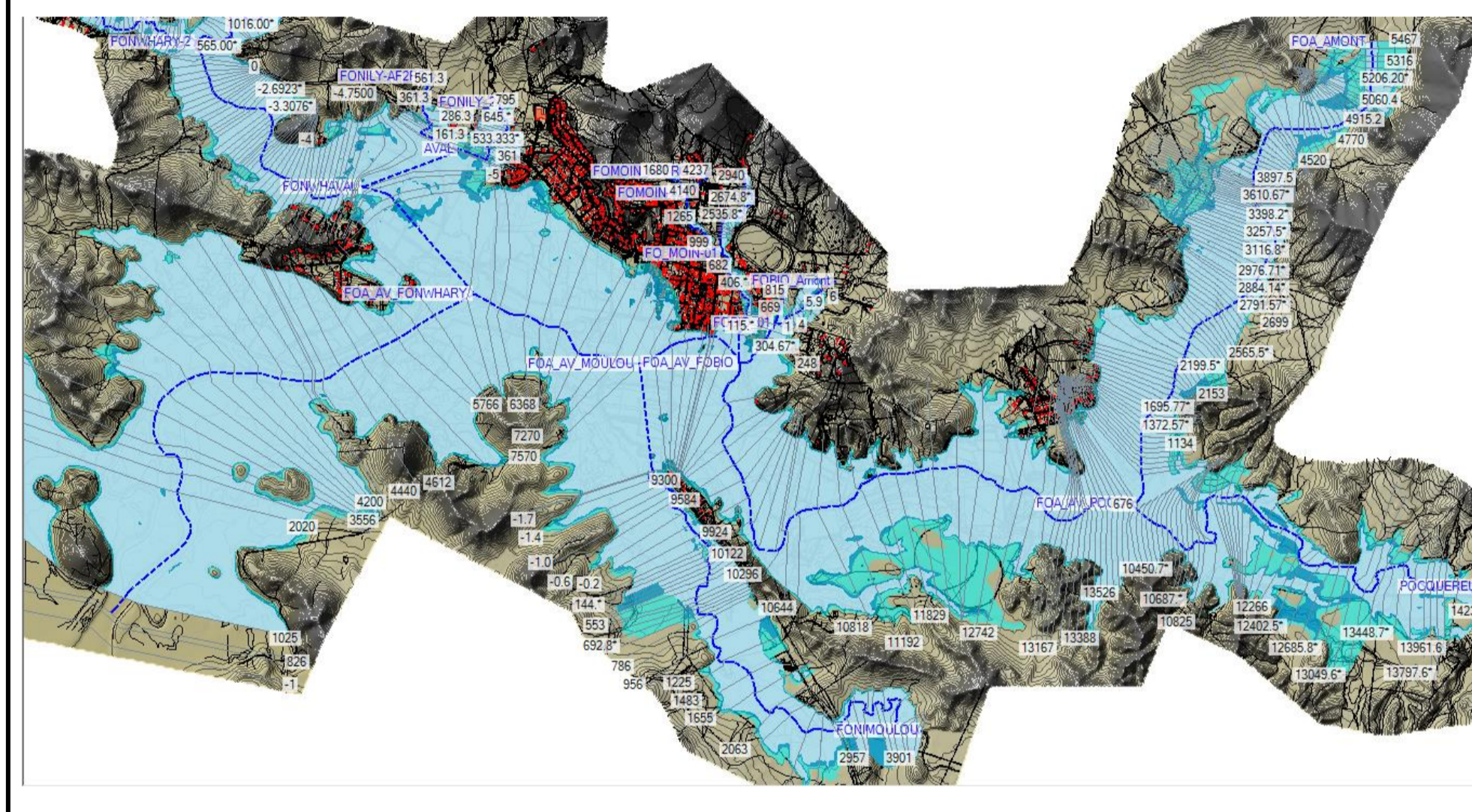
L'étude HYDREX indiquait obtenir des niveaux de calage légèrement supérieurs à ceux de Béli, notamment sur la partie en amont de la confluence avec la Fonwhary. Or, la présente étude a réussi à améliorer le calage sur cette partie de la Foa. Ce qui explique vraisemblablement les niveaux plus bas sur les affluents, aux abords des confluences, pour La Fonwhary, la Fo Bio, la Fo Moin et La Pocquereux.

En revanche, on note des niveaux légèrement plus hauts sur les affluents, aux abords des confluences, pour la Fo Ni Moulou et la Fo Nily. L'explication est vraisemblablement d'ordre hydrologique. L'étude HYDREX a sous-estimé l'apport des principaux affluents (230 m³/s vs 798 m³/s pour la Fo Ni Moulou et 730 vs 1603 m³/s pour La Fonwhary). Par conséquent, même si aux confluences les niveaux sont proches (du fait du calage sur BÉTI), plus en amont dans ces affluents les différences de hauteur peuvent être plus sensibles du fait de débits plus importants.

On note que les gains en termes de niveaux Q100 sont les plus sensibles pour les tronçons de La Fo Bio et de la Fo Moin, de l'ordre de 40 cm aux abords des confluences.

Spécifiquement, pour la Fo Moin, la différence de - 0.66 cm s'explique également par le fait que la partie aval de ce tronçon a été remodelée pour être plus cohérente avec le fonctionnement hydraulique sur site.

Niveaux dans les tronçons pour Q100	Niveau d'eau en limite aval d'influence du tronçon HYDREX/A2EP-2014 (m NGNC)	Niveau d'eau en limite aval d'influence du tronçon A2EP-2017 (m NGNC)	Différence niveau d'eau en limite aval d'influence (2017 vs 2014) (m)
La Foa en amont Pocquereux	15.3	15.21	- 0.09
Fo Bio	9.3	8.88	- 0.42
Fo Moin	10.72	10.06	- 0.66
Fo Ni Moulou	9.86	10.06	+ 0.20
Fo Nily (aff. de la Fonwhary)	8	8.08	+ 0.08
Fonwhary	12.33	12.2	- 0.13



7.9 ANALYSE DE SENSIBILITÉ AUX INCERTITUDES

Pour la crue de référence d'occurrence centennale, des tests de sensibilité ont été réalisés afin d'apprécier l'incertitude du modèle soumis aux variations de différents paramètres clés, comme suit :

- **Variations des débits de crue $dZ(Q)$** : Ces deux modélisations ont consisté à appliquer des coefficients aux débits injectés dans le réseau. La première correspond à l'application à l'ensemble des débits de crue un coefficient minorant égal à 85 %. La seconde simulation correspond à l'application d'un coefficient majorant égal à 135 %. Cette amplitude correspond à la variabilité des débits de crue définis lors de l'étude hydrologique.
- **Variations des coefficients de frottement $dZ(Ks)$** : Ces modélisations ont consisté à réaliser deux scénarios qui correspondent respectivement, à quelques exceptions près, aux bornes supérieures et inférieures de la plage de variation de coefficients retenus à l'issue du calage.
 - Scénario 1 (rugosité max):
 - ks du lit majeur passent tous à $n=0.083$ ($k=12$), sauf pour les zones égales à $n=0.143$ ($k=7$) qui correspondent aux pertes de charges dans les grandes confluences et sauf pour la zone de mangrove $n=0.125$ ($k=8$), en aval de la Foa,
 - Ks lit mineur passent tous à $n=0.05$ ($k=20$).
 - Scénario 2 (rugosité min):
 - ks du lit majeur passent tous à $n=0.05$ ($k=20$), sauf pour les zones égales à $n=0.143$ ($k=7$) qui correspondent aux pertes de charges dans les grandes confluences et sauf pour la zone de mangrove $n=0.125$ ($k=8$), en aval de la Foa
 - Ks lit mineur passent tous à $n=0.04$ ($k=25$)

- **Variations des conditions aval dZ(Claval) :** Ces modélisations correspondent à l'application d'une variation de plus ou moins 1 mètre au niveau d'eau dans le lagon.
- **Variations des coefficients de perte de charge aux ouvrages dZ(Kouv):** Ces modélisations consistent à faire varier de plus ou moins 20 % ces coefficients de manière à évaluer les effets d'un encombrement des ouvrages de franchissement.

Les résultats sont très différents. Nous avons basé notre analyse sur un seul paramètre : l'amplitude des variations de cote d'eau. Ce paramètre correspond à la différence entre les valeurs de cote d'eau au droit de chaque profil en travers en faisant varier un des paramètres énoncés précédemment.

7.9.1 VARIATIONS MOYENNES

Pour chacun des principaux biefs du réseau de calcul hydraulique, les moyennes des variations de cote d'eau pour chaque paramètre testé sont synthétisées dans le tableau suivant.

Les valeurs remarquables sont mises en valeur par surlignage en jaune.

En premier lieu, la colonne correspondant à la moyenne des variations de cote d'eau dans le cas où on fait varier la condition aval (dZ (Claval)) de plus ou moins 1 m ne comporte que des valeurs égales à zéro car l'influence de ce paramètre, en crue centennale, est limitée aux derniers profils avant l'embouchure dans le lagon (soit très loin de la limite aval du modèle hydraulique).

Les variations inhérentes à la variation de débit injectés dans le modèle (dZ (Q)) sont de loin les plus importantes des quatre tests de sensibilité aux paramètres. C'est le cas notamment pour les principaux biefs : la Foa, la Fonwhary et Pocquereux.

Le second paramètre qui présente des variations non négligeables est celui de la variation des coefficients de frottement (dZ (Ks) et concerne essentiellement les mêmes biefs que le précédent test : la Foa, la Fonwhary et Pocquereux.

Enfin, la dernière colonne qui fait référence à la variation moyenne concernant les coefficients de perte de charge aux ouvrages (dZ (Kouv)) ne permet pas d'en déduire des tendances remarquables car l'impact de ce paramètre est essentiellement localisé sur de courtes distances en amont des ouvrages concernés. A l'échelle d'un bief, ce paramètre n'a donc pas d'influence notable.

Biefs	dZ (Q)	dZ (Ks)	dZ (Claval)	dZ (Kouv)
	(m)	(m)	(m)	(m)
POCQUEREUX	1.11	0.40	0.00	0.00
FONWHARY-1	0.72	0.46	0.00	0.00
FONWHARY-2	0.84	0.52	0.00	0.00
FONIMOULOU	0.69	0.02	0.00	0.01
FONILY AFFLUENT	0.37	0.10	0.00	0.01
FONILY	0.31	0.02	0.00	0.00
FOMOIN	0.41	0.04	0.00	0.01
FOBIO	0.69	0.17	0.00	0.01
FOA_AMONT	1.13	0.58	0.00	0.00
FOA_AV_POCQ	1.26	0.79	0.00	0.01
FOA_AV_FOBIO	1.22	0.21	0.00	0.01
FOA_AV_MOULOU	1.25	0.34	0.00	0.00
FOA_AV_FONWHARY	1.04	0.29	0.00	0.00

Tableau 9 : pour chacun des principaux biefs, moyennes des variations de cote d'eau pour chaque paramètre testé

7.9.2 VARIATION MAXIMALES

Le tableau suivant présente pour les principaux biefs du réseau de calcul hydraulique les écarts maximaux atteints (en valeur absolue) pour chaque paramètre :

Biefs	dZ (Q) max (m)	dZ (Ks) max (m)	dZ (Claval) max (m)	dZ (Kouv) max (m)
POCQUEREUX	1.53	0.97	0.00	0.01
FONWHARY-1	1.03	0.64	0.00	0.00
FONWHARY-2	1.13	0.63	0.00	0.00
FONIMOULO	1.36	0.14	0.00	0.17
FONILY AFFLUENT	0.96	0.36	0.00	0.04
FONILY	0.98	0.32	0.00	0.00
FOMOIN	1.32	0.35	0.00	0.18
FOBIO	1.32	0.35	0.00	0.02
FOA_AMONT	1.60	1.79	0.00	0.00
FOA_AV_POCQ	1.39	0.98	0.00	0.02
FOA_AV_FOBIO	1.36	0.28	0.01	0.03
FOA_AV_MOULOU	1.32	0.69	0.00	0.00
FOA_AV_FONWHARY	1.22	0.66	0.01	0.00

Tableau 10 : pour chacun des principaux biefs, valeurs maximales des variations de cotes d'eau pour chaque paramètre testé

On constate que les valeurs maximales de l'impact des variations de débit sont à peu de choses près comparables pour tous les biefs et présentent des valeurs importantes quelque soient les biefs concernés.




En ce qui concerne les variations des coefficients de frottement, les maximums s'observent principalement sur les biefs les plus importants : Foa, Fonwhary et Pocquereux. Cette situation est due notamment à l'importance des débits charriés sur ces biefs.

La dernière colonne met en lumière les valeurs maximales des impacts dus à la variation des coefficients de perte de charge aux ouvrages. Pour la Fo Ni Moulou où un seul ouvrage existe (passage de la RT1), l'impact de ce paramètre est non négligeable (dZ (Kouv) = 0.17 m) du fait vraisemblablement de la configuration de l'ouvrage lui-même.

7.9.3 CONCLUSION

Sur la base de ces analyses, on peut estimer que la crue de référence d'occurrence centennale, présente une incertitude de +/-0.6 m (soit une amplitude moyenne maximale de l'ordre de 1.2 m rencontrée dans le cas le plus défavorable, dZQ, sur le tronçon principaux).

Pour plus de détails se référer aux Annexes.

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	<i>Page 111 sur 117</i>	

8 CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES

Suite à l'analyse hydraulique, sur chaque secteur étudié, des cartographies de l'emprise des zones inondables en crue centennale sont élaborées à partir du LIDAR, du fond au 2000ème et de la topographie levée pour l'étude. Sur la cartographie figurent également les niveaux atteints sous forme d'isocotes.

8.1 PRINCIPES DE CARACTERISATION DES ZONES INONDABLES

Usuellement, l'hydrogéomorphologie figure sur la carte de l'emprise inondable pour la crue maximale probable sans toutefois pouvoir apprécier sa période de retour. Dans le cas présent, elle ne figure pas sur la carte puisque aucune étude hydrogéomorphologique n'a été réalisée sur nos secteurs d'étude.

Les limites des zones inondables de la présente étude sont tracées en considérant les hypothèses suivantes :

- Il n'est pas tenu compte des murets d'habitation ni des digues mises en place pour la protection rapprochée des champs sur la limitation des zones inondables
- Les zones inondables ne tiennent pas comptes des éventuelles obstacles à l'écoulement (arbres, végétation encombrante, notamment), les limites des zones inondables sont tracées en fonction des observations de terrain et des informations recueillies auprès des riverains.

8.2 LIMITES DES ZONES INONDABLES A CARTOGRAPHIER

Ici on s'intéresse uniquement à définir les zones inondables liées aux débordements des linéaires modélisés et les creeks affluents ne sont donc pas étudiés.

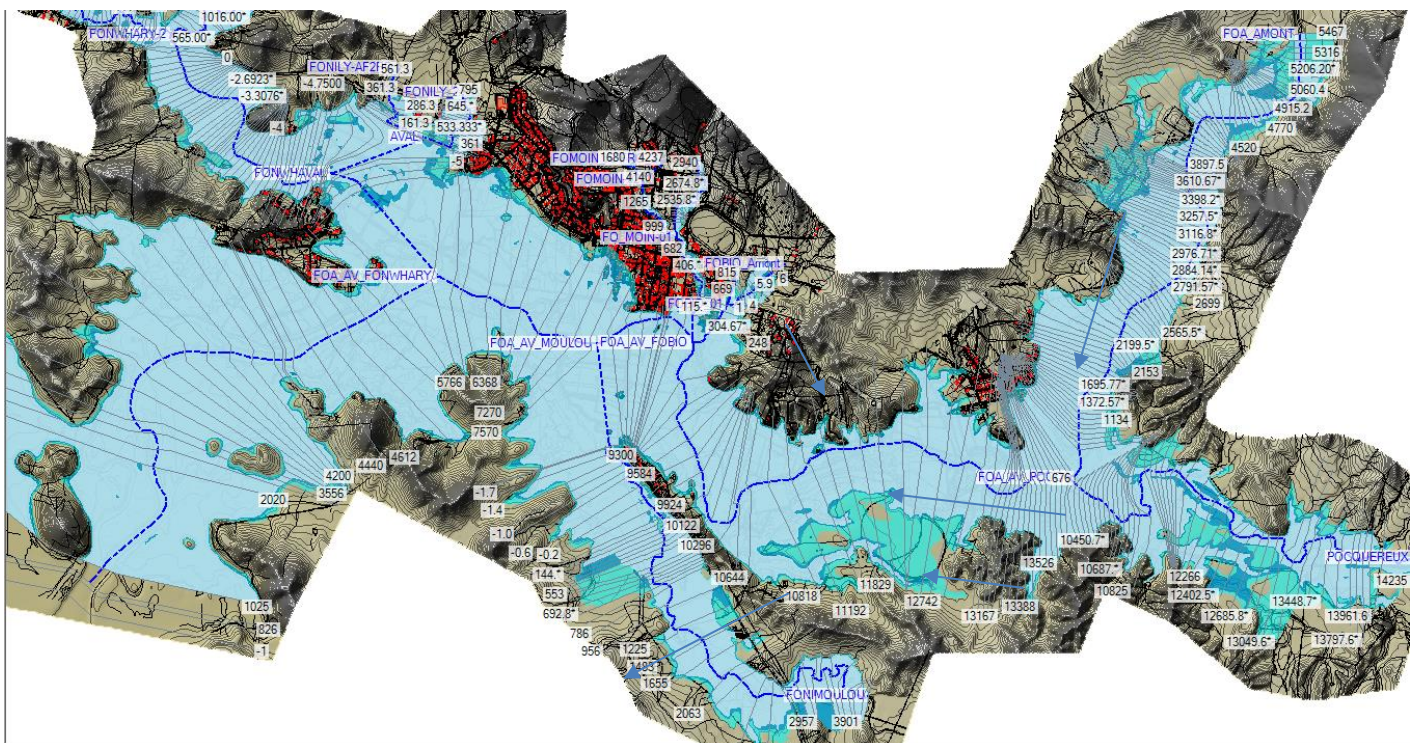
Les limites amont des modèles essaient de respecter dans la mesure du possible le découpage parcellaire du cadastre. La plupart du temps, cette condition n'est pas respectée car les dimensions de parcelles sur les parties amont des vallées sont très grandes.

8.2.1 TRONÇONS MODELISÉS ET CARTOGRAPHIES SUR LA FOA

Les tronçons modélisés en vue de cartographier les zones inondables sont les suivants (les creeks affluents absents de la liste ne sont donc pas étudiés) :

- Foa amont,
- Pocquereux,
- Foa en aval de la Pocquereux,
- Fo Bio,
- Fo Moin,
- Foa en aval de la Fo Bio et de la Fo Moin,
- Fo Ni Moulou,
- Foa en aval de la Fo Ni Moulou,
- Fonwhary,
- Fo Nily et son affluent rive droite en amont de la RT1,
- Foa en aval de Fonwhary.

Localisation des tronçons :

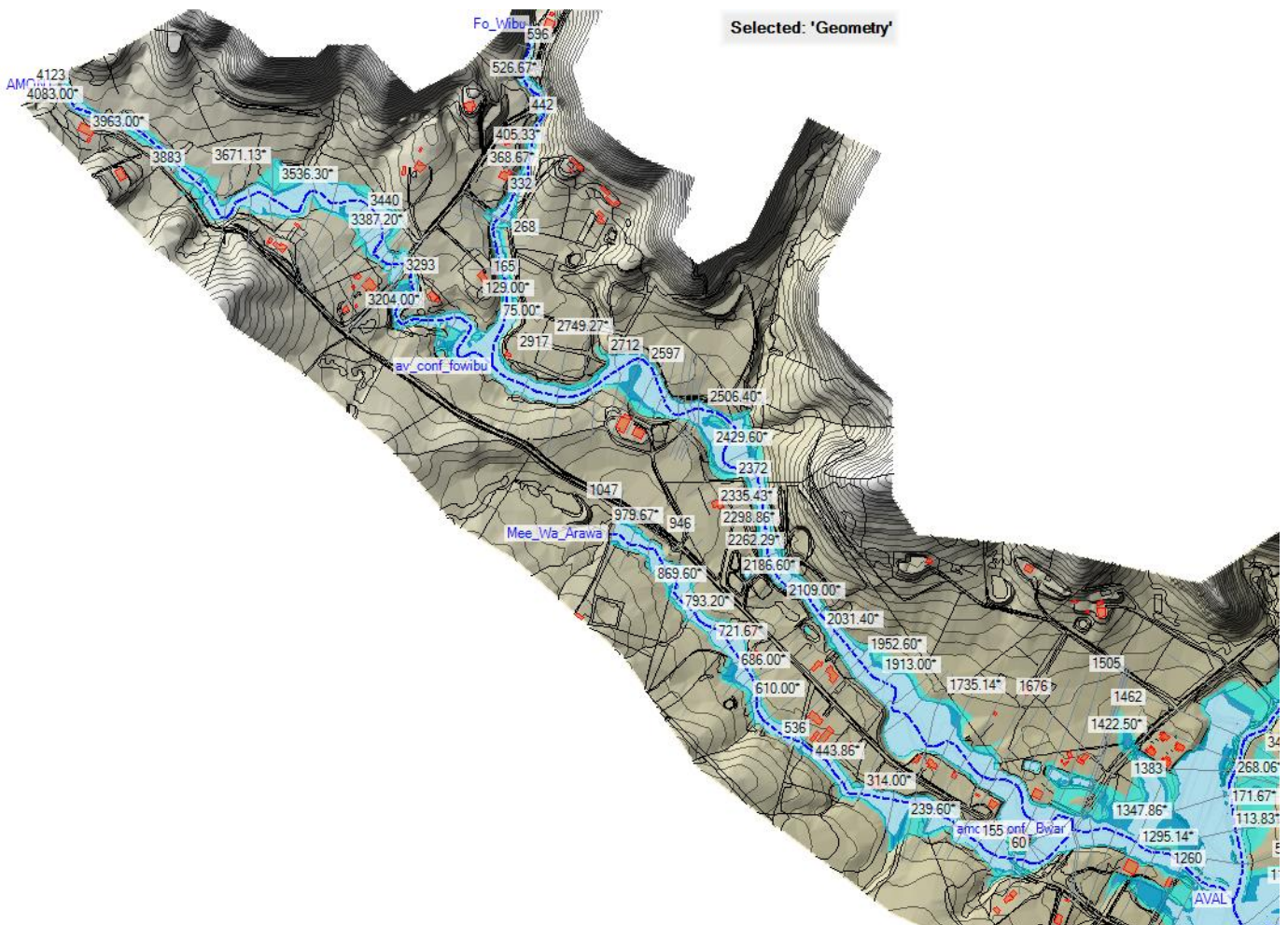


8.2.2 TRONÇONS MODELISÉS ET CARTOGRAPHIES SUR LA FOCOLA

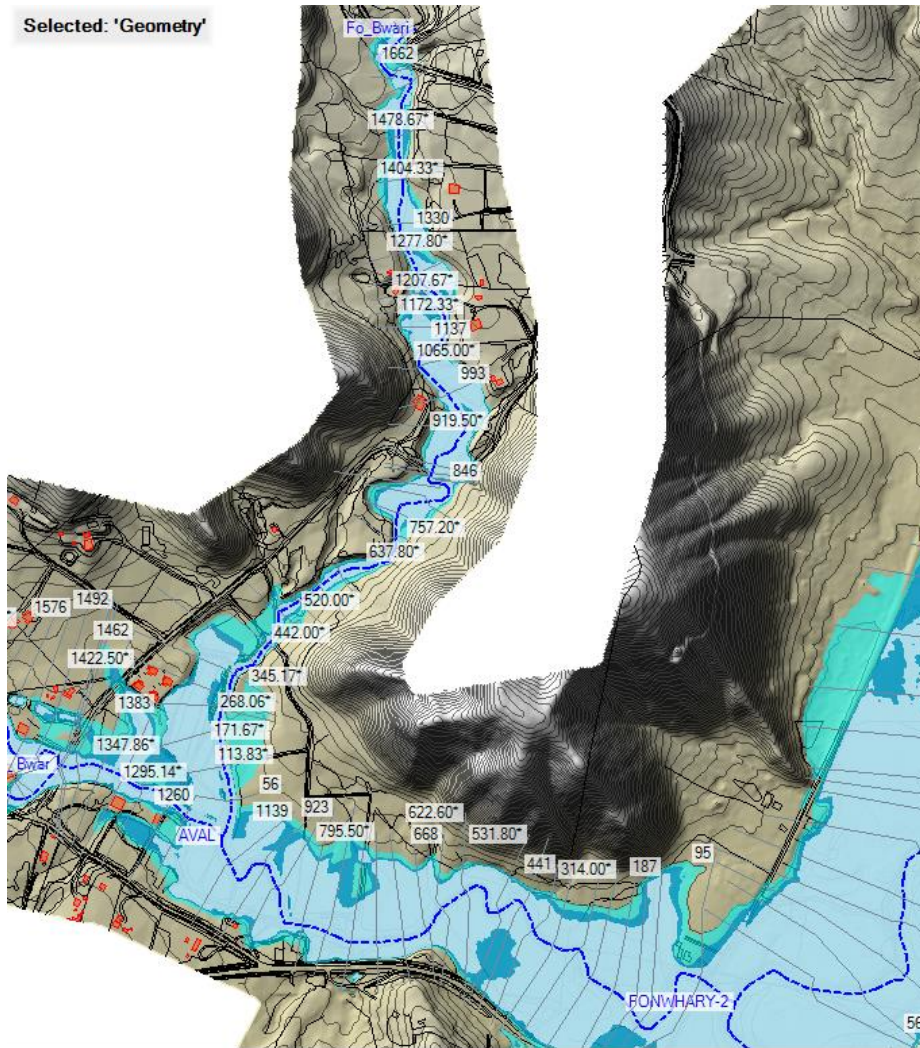
Les tronçons modélisés en vue de cartographier les zones inondables sont les suivants (les creeks affluents absents de la liste ne sont donc pas étudiés) :

- Focola,
- Fo Wibu
- Mee Wa Arawa
- Fo Bwari
- Fonwhary.

Localisation des tronçons en amont :



Localisation des tronçons en aval:






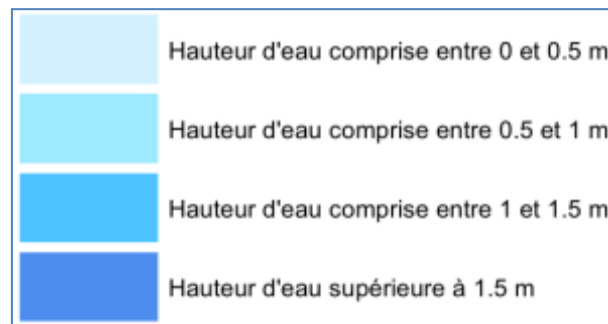
8.3 CARTE DES HAUTEURS D'EAU EN CRUE CENTENNALE

Pour la crue centennale, une carte des hauteurs d'eau est établie sur les différents secteurs.

Les résultats des niveaux d'eau obtenus avec HEC-RAS ont été reportés sur le MNT à l'exception du secteur de Focola où se sont les niveaux de ligne d'Énergie (cf. 7.7_Ajustement des niveaux de crue centennale sur la zone de la Focola).

Les tranches de hauteurs d'eau représentées sont :

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
	RAPPORT	<i>Page 115 sur 117</i>	



Compte tenu de la topographie disponible, l'élaboration des cartes de hauteur d'eau implique les simplifications suivantes :

- **Lissage**

En observant la carte brute des hauteurs d'inondation, on relève un grand nombre de « tâches » de petites tailles (ordre de grandeur de la surface inférieure à 500 m²), dont la hauteur d'eau est dans la tranche strictement inférieure à celle de la zone qui l'entoure. Ces petites tâches sont reclassées dans la tranche supérieure. Par exemple, pour établir la carte de hauteur d'eau, un point dans une classe donnée entouré d'une zone en classe supérieure est reclassé en classe supérieure.

- **Continuité du lit mineur du cours d'eau.**

Les résultats bruts montrent des hauteurs d'eau en lit mineur ponctuellement non uniformes. Ce sont les approximations (effet de bord du maillage 1m x 1m). Dans ce cas, la continuité est rétablie.

- **Lissage des contours d'enveloppes des classes de hauteurs d'eau.**

Un outil spécifique d'ArcGis (suppression des « effets de crénelage ») permet de lisser le contours des hauteurs d'eau.

- **Les isocotes.**

Elles indiquent le niveau d'eau (en m NGNC) et sont reportées tous les 50 cm ainsi qu'au niveau des principaux ouvrages constituant d'importantes singularités hydrauliques.

8.4 ZONATION DES VITESSES

Les zones où les vitesses sont supérieures à 1 m/s sont tracées.

- **Continuité du lit mineur du cours d'eau.**

Les résultats bruts montrent des vitesses en lit mineur ponctuellement non uniformes. Ce sont les approximations (effet de bord du maillage 1m x 1m). Dans ce cas, la continuité est rétablie.

- **Lissage des contours d'enveloppes des classes de hauteurs d'eau.**

Un outil spécifique d'ArcGis (suppression des « effets de crénelage ») permet de lisser le raster de vitesses.

8.5 CARTE DES ALEAS

Les cartes d'aléas pour la période de retour de 100 ans sont établies sur les bases précédentes.

La période de retour probable (décennale, centennale...) traduit le risque qu'un événement d'intensité donnée ait 1 « chance » sur 10, 1 « chance » sur 100 de se reproduire dans l'année. Cette notion ne peut donc être cernée qu'à partir de l'analyse des données historiques. Elle n'aura qu'une valeur statistique, sur une période suffisamment longue. En aucun cas, la période de retour ne permettra de déterminer de manière rigoureuse la date d'apparition probable d'un événement, ce qui relève du domaine de la prédiction. Ainsi, il est possible que deux crues de période centennale surviennent à quelques mois d'intervalle, et qu'à l'inverse on n'observe pas de crue décennale pendant plus de 10 ans.

Les niveaux d'aléas sont déterminés en fonction de l'intensité des paramètres physiques (hauteurs et vitesses) de l'inondation de référence qui se traduisent en termes de dommages aux biens et de gravité pour les personnes.




Le tableau suivant présente le croisement entre vitesse et hauteur d'eau qui définit l'aléa.

Tableau 11 : Grille du croisement hauteurs d'eau / vitesses pour définir les aléas

Vitesse	Faible à modérée (<1m/s)	Forte à très forte (>1m/s)
Hauteur		
$H \leq 0,5 \text{ m}$	Moyen	Fort
$0,5 \text{ m} < H \leq 1 \text{ m}$	Moyen	Fort
$1 \text{ m} < H \leq 1,5 \text{ m}$	Fort	Très fort
$H \geq 1,5 \text{ m}$	Très fort	Très fort

Dans le secteur d'étude, comme dans la majorité des cas, il est techniquement très difficile sinon impossible de connaître précisément les vitesses d'écoulement des cours d'eau en crue, notamment pour des événements très exceptionnels. En effet, la mesure des vitesses en période de crues est d'autant plus ardue que la vitesse est forte et hétérogène, et n'a de toute façon de valeur qu'au point et au moment où elle est effectuée. Dans ces conditions, on ne dispose pas de mesures fiables des vitesses, mais de valeurs approchées, par exemple à partir d'objets emportés par le courant ou de dépôts.


En conséquence, le paramètre hauteur d'eau (de submersion des terrains) est donc essentiel pour la détermination de l'aléa. La vitesse exprimée sous forme de classe est

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	 
RAPPORT		<i>Page 117 sur 117</i>	

utilisée pour conforter, notamment quand la hauteur d'eau est faible, le niveau d'aléa proposé.

Par ailleurs, une zone de protection des cours d'eau est tracée, elle correspond à une bande de 6 m de part et d'autre des berges.

Fait à Nouméa le, 30/09/2018.

	Étude des zones inondables sur les secteurs de La Foa aval et Focola, communes de La Foa et Farino	<i>Indice : 05</i> <i>Décembre 2018</i>	<i>Logo Entreprise</i>
	RAPPORT	<i>Nota</i>	

OBSERVATIONS SUR L'UTILISATION DU RAPPORT

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des indications et énonciations de la société A2EP ne saurait engager la responsabilité de celle-ci.

Les conclusions du présent rapport sont valables pour une durée maximum de dix ans, sous réserve de l'absence de modifications ou travaux concernant la zone du projet ou ses avoisinants. Au-delà ou en cas de modifications ou travaux concernant la zone du projet ou ses avoisinants, nous vous recommandons de faire réaliser par un bureau d'étude spécialisé une mission visant à évaluer les éventuelles évolutions des conditions géologiques et environnementales et leurs conséquences sur le projet.