

DIRECTION DE LA CONSTRUCTION ET

DE L'AMENAGEMENT

CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION DES RIVIERES DE TAHITI VIA LE LIDAR DANS LE CADRE DE L'ATLAS DES RISQUES NATURELS DE POLYNESIE FRANÇAISE

GROUPE N°2 – ÉTUDE DES RIVIERES
TITAAVIRI, PAUI & AFEU





SPEED 2 /132

Version	Date	Objet de la révision		
V1	09/08/2024	Remarques DCA		
VO	23/07/2024	-		

SOMMAIRE

Ta	ble de	s figu	res	5
Ta	ble de	s tabl	eaux	6
Ta	ble de	s ann	exes	7
Lis	ste des	plan	S	8
1.	Intro	oduct	tion	10
2.	Coll	ecte	des données d'entrée	11
	2.1	Synt	thèse bibliographique	11
	2.2	Don	nées topographiques	11
	2.3	Don	nées foncières	11
	2.4	Don	nées hydrologiques	11
3.	Hyd	rolog	rie	13
	3.1	Cara	actéristiques des bassins versants	13
	3.2	Para	amètres hydrologiques	13
	3.2.	1	Coefficients de Montana	13
	3.2.	2	Coefficients de ruissellement	13
	3.3	Esti	mation des débits de projet	14
	3.3.	1	Débits de projet : TITAAVIRI	14
	3.3.	2	Débits de projet : PAUI	15
	3.3.	3	Débits de projet : AFEU	16
4.	Rec	onna	issance de terrain	19
	4.1	Rec	onnaissance de terrain - TITAAVIRI	19
	4.1.	1	Enquête de terrain	19
	4.1.	2	Evolution morphologique de la rivière TITAAVIRI	27
	4.1.	3	Hydro-géomorphologie de la rivière TITAAVIRI	27
	4.1.	4	Témoignages des riverains – TITAAVIRI	28
	4.1.	5	Analyse comparative des topographies- TITAAVIRI	32
	4.1.	6	Régime hydraulique et analyse du risque d'érosion - TITAAVIRI	32
	4.2	Rec	onnaissance de terrain - PAUI	33
	4.2.	1	Enquête de terrain	33
	4.2.	2	Évolution morphologique de la rivière PAUI	40
	4.2.	3	Hydro-géomorphologie de la rivière PAUI	40

	4.2.	.4	Témoignages des riverains – PAUI	42
	4.2.	.5	Analyse comparative des topographies- PAUI	45
	4.2.	.6	Régime hydraulique et analyse du risque d'érosion – PAUI	45
	4.3	Rec	onnaissance de terrain – AFEU	46
	4.3.	.1	Enquête de terrain	46
	4.3.	.2	Evolution morphologique de la rivière AFEU	53
	4.3.	.3	Hydro-géomorphologie de la rivière AFEU	53
	4.3.	.4	Témoignages des riverains – AFEU	55
	4.3.	.5	Analyse comparative des topographies- AFEU	58
	4.3.	.6	Régime hydraulique et analyse du risque d'érosion - AFEU	58
5.	Мо	délisa	ation hydraulique	59
	5.1	Logi	iciel de modélisation	59
	5.2	Lit r	nineur	59
	5.2.	.1	Identification du lit mineur	59
	5.2.	.2	Axes secondaires	59
	5.2.	.3	Ouvrages hydrauliques	60
	5.2.	.4	Coefficient de rugosité en lit mineur	61
	5.2.	.5	Conditions limites	61
	5.3	Lit r	najeur	65
	5.3.	.1	Topographie et conditions limites	65
	5.3.	.2	Coefficient de rugosité en lit majeur	66
	5.4	Cou	plage lit majeur / lit mineur	66
	5.5	Cala	age du modèle	66
6.	Ana	alyse (cartographique	67
	6.1	Scéi	nario modélisé	67
	6.2	Cart	tographie de l'aléa	67
	6.2.	.1	Classification de l'aléa	67
	6.2.	.2	Phénomène d'érosion des berges	67
	6.3	Cori	rection manuelle et lissage des cartographies	68
	6.4	Ana	lyse des résultats de modélisation	70
	6.4.	.1	Mécanismes d'écoulement en crue décennale	70
	6.4	.2	Mécanismes d'écoulement en crue maximale observée	70
	6.4.	.3	Mécanismes d'écoulement en crue cinquantennale	71

	6.4.4	Mécanismes d'écoulement en crue centennale	72
	6.4.5	Capacité de transit des ponts	73
	6.5 Trai	nsport solide	74
7.	Compara	ison avec les précedentes études	76
8.	Proposit	ons d'aménagements	80
	8.1 Pro	tection des berges	82
	8.2 Aug	mentation de la capacité de transit	82
	8.3 Ges	tion des embâcles et des ouvrages hydrauliques	83
	8.3.1	Réfection de l'ouvrage de la TITAAVIRI : Pont de la RDC	84
	8.3.2	Réfection des ouvrages de la PAUI : Passerelle et Pont de la RDC	84
	8.3.3	Réfection des ouvrages de l'AFEU: ancien pont et Pont de la RDC	84
9.	Estimation	on financière	85
	9.1 TITA	AAVIRI	85
	9.1.1	Tronçon n°1 (PT22 à PT25)	85
	9.1.2	Tronçon 2 (P27 à PT30)	86
	9.1.3	Tronçon 3 (PT35 à PT38)	86
	9.1.4	Tronçon 4 (P41 à PT47)	86
	9.2 PAL	II	87
	9.2.1	Tronçon n°1 (PT18 à PT22)	87
	9.2.2	Tronçon n°2 (PT24 à PT30)	87
	9.2.3	Tronçon n°3 (PT35 à PT37)	88
	9.3 AFE	U	88
	9.3.1	Tronçon n°1 (PT16 à PT21)	88
	9.3.2	Tronçon n°2 (PT21 à PT28)	89
	9.3.3	Tronçon n°3 (PT33 à PT34)	89
	9.3.4	Tronçon n°4 (PT36 à PT38)	90
10	. Conclu	ısion	91
An	nexe		92
T	ABLE [DES FIGURES	
_		ère TITAAVIRI : plan de situation, localisation des prises de vues	
_		ère TITAAVIRI : localisation des témoignages des riverains ues d'érosion sur une rivière à méandres (source : université de Laval, CA.)	
ו⊤וצ	uies. KISC	jues a erosion sur une riviere a meanares (source), universite de Lavai, CA.)	32

SPEED 6/132

Figure 4 : Rivière PAUI : plan de situation, localisation des prises de vues	34
Figure 5 : Rivière PAUI : localisation des témoignages des riverains	44
Figure 6 : Rivière AFEU : plan de situation, localisation des prises de vues	47
Figure 7 : Rivière AFEU : localisation des témoignages des riverains	57
Figure 8 : Lit mineur des rivières et ouvrages hydrauliques modélisés	61
Figure 9 : Débit de crue total à l'exutoire - TITAAVIRI (observé, Q10, Q50 et Q100)	62
Figure 10 : Débit de crue total à l'exutoire – PAUI (observé, Q10, Q50 et Q100)	
Figure 11 : Débit de crue total à l'exutoire – AFEU (observé, Q10, Q50 et Q100)	64
Figure 12 : Maillage du domaine 2D des rivières TITAAVIRI, PAUI et AFEU	66
Figure 13 : Correction de la cartographie aléa inondation : correction des trous et reclassification de	e petites
zones (scénario Q100 +1m)	68
Figure 14 : Correction de la cartographie aléa inondation : correction des zones de délimitation	entre 2
couleurs (scénario Q100 +1m)	69
Figure 15 : Correction de la cartographie aléa inondation : Uniformisation et mise en place de ba	ndes de
couleurs manquantes (scénario Q100 +1m)	69
Figure 16 : Comparaison n°1 de la cartographie de l'aléa inondation avec les études précédentes : TI	TAAVIRI
- Scénario Q100+1M : 1) Cartographie EGIS (2010) ; 2) Cartographie de la présente étude	76
Figure 17 : Comparaison n°2 de la cartographie de l'aléa inondation avec les études précédentes : TI	TAAVIRI
- Scénario Q100+1M : 1) Cartographie EGIS (2010) ; 2) Cartographie de la présente étude	77
Figure 18 : Comparaison n°1 de la cartographie de l'aléa inondation avec les études précédentes	: PAUI -
Scénario Q100+1M : 1) Cartographie EGIS (2010) ; 2) Cartographie de la présente étude	77
Figure 19 : Comparaison n°2 de la cartographie de l'aléa inondation avec les études précédentes	: PAUI -
Scénario Q100+1M : 1) Cartographie EGIS (2010) ; 2) Cartographie de la présente étude	78
Figure 20 : Comparaison n°1 de la cartographie de l'aléa inondation avec les études précédentes	: AFEU -
Scénario Q100+1M : 1) Cartographie EGIS (2010) ; 2) Cartographie de la présente étude	79
Figure 21 : Tronçons nécessitant de potentiels travaux d'aménagement le long des rivières étudiées	81
Figure 22 : Exemple de création d'une plage de débordement en bordure de cours d'eau	83
TABLE DES TABLEAUX	
Tableau 1 : Caractéristiques des bassins versants des 3 rivières	13
Tableau 2 : Coefficients de ruissellements des zones non-urbanisées en fonction de la période de re	tour . 13
Tableau 3 : Calculs des différents débits de projets selon les méthodes de calcul - TITAAVIRI	14
Tableau 4 : Débit de pointe produit sur le bassin versant de la TITAAVIRI	15
Tableau 5 : Calculs des différents débits de projets selon les méthodes de calcul – PAUI	
Tableau 6 : Débit de pointe produit sur le bassin versant de la PAUI	
Tableau 7 : Calculs des différents débits de projets selon les méthodes de calcul – AFEU	
Tableau 8 : Débit de pointe produit sur le bassin versant de la AFEU	18
Tableau 9 : Morphologie de la TITAAVIRI, délimitation en 3 secteurs	
Tableau 10 : Enquêtes de terrain menées sur la TITAAVIRI	
Tableau 11 : Morphologie de la PAUI, délimitation en 3 secteurs	41

SPEED 7 /132

Tableau 12 : Enquêtes de terrain menées sur la PAUI	43
Tableau 13 : Morphologie de l'AFEU, délimitation en 3 secteurs	54
Tableau 14 : Enquêtes de terrain menées sur l'AFEU	56
Tableau 15 : Synthèse de la condition limite amont	62
Tableau 16 : Synthèse de la condition limite amont	63
Tableau 17 : Synthèse de la condition limite amont	64
Tableau 18 : Ensemble des conditions limites du modèle	65
Tableau 19 : Définition des classes d'aléas	67
Tableau 20 : Débits de premiers débordements des ouvrages hydrauliques de la TITAAVIRI, de la PAL	JI et de
l'AFEU	74
Tableau 21 : Vitesses maximales moyennes dans chaque secteur hydro géomorphologique des rivière	s selon
les scénarios modélisés	75
Tableau 22 : Avantages / Inconvénients de la mise en place de gabions et d'enrochements	82
Tableau 23 : Avantages / Inconvénients de la mise en place de solutions pour l'augmentation de la c	apacité
de transit	83
TABLE DES ANNEXES	
TABLE DES AININEXES	
Annexe 1 : Evolution morphologique de la Rivière TITAAVIRI	
Annexe 2 : Profil en long de la rivière VAITE et sectorisation morphologique	94
Annexe 3 : Analyse comparative des topographies du fond du lit mineur entre 1998 et 2024 pour la	
	A VAITE
Annexe 3 : Analyse comparative des topographies du fond du lit mineur entre 1998 et 2024 pour la	a VAITE 95 96
Annexe 3 : Analyse comparative des topographies du fond du lit mineur entre 1998 et 2024 pour la	a VAITE 95 96
Annexe 3 : Analyse comparative des topographies du fond du lit mineur entre 1998 et 2024 pour la	a VAITE 95 96 97
Annexe 3 : Analyse comparative des topographies du fond du lit mineur entre 1998 et 2024 pour la familier de la rivière TITAAVIRI : nombre de Froude (Scénario Q100+1m)	a VAITE 95 96 97 98 PAUI 99
Annexe 3 : Analyse comparative des topographies du fond du lit mineur entre 1998 et 2024 pour la	a VAITE 95 96 97 98 PAUI 99
Annexe 3 : Analyse comparative des topographies du fond du lit mineur entre 1998 et 2024 pour la familier de la rivière TITAAVIRI : nombre de Froude (Scénario Q100+1m)	a VAITE 95 96 97 98 PAUI 99 100
Annexe 3 : Analyse comparative des topographies du fond du lit mineur entre 1998 et 2024 pour la Annexe 4 : Régime hydraulique de la rivière TITAAVIRI : nombre de Froude (Scénario Q100+1m)	a VAITE 95 96 97 98 PAUI 99 100 101
Annexe 3 : Analyse comparative des topographies du fond du lit mineur entre 1998 et 2024 pour la	A VAITE959698 PAUI 99100101103 I'AFEU
Annexe 3 : Analyse comparative des topographies du fond du lit mineur entre 1998 et 2024 pour la	2 VAITE95969798 2 AUI 99100101103 I'AFEU104
Annexe 3 : Analyse comparative des topographies du fond du lit mineur entre 1998 et 2024 pour la fannexe 4 : Régime hydraulique de la rivière TITAAVIRI : nombre de Froude (Scénario Q100+1m)	a VAITE959698 PAUI 99100101103 I'AFEU104
Annexe 3 : Analyse comparative des topographies du fond du lit mineur entre 1998 et 2024 pour la Annexe 4 : Régime hydraulique de la rivière TITAAVIRI : nombre de Froude (Scénario Q100+1m)	A VAITE95969798 PAUI 99100101103 I'AFEU104105
Annexe 3 : Analyse comparative des topographies du fond du lit mineur entre 1998 et 2024 pour la	a VAITE959698 PAUI 99101103 I'AFEU105106107
Annexe 3 : Analyse comparative des topographies du fond du lit mineur entre 1998 et 2024 pour la Annexe 4 : Régime hydraulique de la rivière TITAAVIRI : nombre de Froude (Scénario Q100+1m)	a VAITE959698 PAUI 99100101103 I'AFEU105106107
Annexe 3 : Analyse comparative des topographies du fond du lit mineur entre 1998 et 2024 pour la	a VAITE959698 PAUI 99100101103 I'AFEU105106107108
Annexe 3 : Analyse comparative des topographies du fond du lit mineur entre 1998 et 2024 pour la	a VAITE959698 PAUI 99100101103 I'AFEU105106107108109
Annexe 3 : Analyse comparative des topographies du fond du lit mineur entre 1998 et 2024 pour la	a VAITE959698 PAUI 99100101103 l'AFEU105106107108109110
Annexe 3 : Analyse comparative des topographies du fond du lit mineur entre 1998 et 2024 pour la	a VAITE959698 PAUI 99100101103 I'AFEU105106107108109110
Annexe 3 : Analyse comparative des topographies du fond du lit mineur entre 1998 et 2024 pour la	a VAITE95969798 PAUI 99100101103 I'AFEU105106107108109111111

SPEED 8 /132

Annexe 22 : TITAAVIRI - Ligne d'eau maximale observée pour la Q100+1m modélisée	115
Annexe 23 : PAUI - Ligne d'eau maximale observée pour la Q100+1m modélisée	116
Annexe 24 : AFEU - Ligne d'eau maximale observée pour la Q100+1m modélisée	117
Annexe 25 : TITAAVIRI - Ligne d'eau maximale observée pour la Q100+1m+embâcles modélisée	118
Annexe 26 : PAUI - Ligne d'eau maximale observée pour la Q100+1m+embâcles modélisée	119
Annexe 27 : AFEU - Ligne d'eau maximale observée pour la Q100+1m+embâcles modélisée	120
Annexe 28 : TITAAVIRI - Ligne d'eau maximale observée pour la Q100+1.73m modélisée	121
Annexe 29 : PAUI - Ligne d'eau maximale observée pour la Q100+1.73m modélisée	122
Annexe 30 : AFEU - Ligne d'eau maximale observée pour la Q100+1.73m modélisée	123
Annexe 31 : TITAAVIRI - Ligne d'eau maximale observée pour la Q100+1.73m+embâcles modélisée	124
Annexe 32 : PAUI - Ligne d'eau maximale observée pour la Q100+1.73m+embâcles modélisée	125
Annexe 33 : AFEU - Ligne d'eau maximale observée pour la Q100+1.73m+embâcles modélisée	126
Annexe 34 : Débit de premiers débordements pour les profils en travers de la TITAAVIRI	127
Annexe 35 : Débit de premiers débordements pour les profils en travers de la PAUI	129
Annexe 36 : Débit de premiers débordements pour les profils en travers de l'AFEU	131

LISTE DES PLANS

Numérotation		Intitulé	Echelle
DIA 001		Implantation des profils de la rivière TITAAVIRI	1/2 000
DIA	002	Implantation des profils de la rivière PAUI	
DIA	003	Implantation des profils de la rivière AFEU	1/2 000
DIA	004	Découpage des bassins versants de la TITAAVIRI	1/10 000
DIA	005	Découpage des bassins versants de la PAUI	1/10 000
DIA	006	Découpage des bassins versants de l'AFEU	1/10 000
DIA	007	Carte hydro-géomorphologique de la rivière TITAAVIRI	1/10 000
DIA	008	Carte hydro-géomorphologique de la rivière PAUI	1/10 000
DIA	009	Carte hydro-géomorphologique de la rivière AFEU	1/10 000
DIA	010	Carte hydro-géomorphologique des 3 rivières	1/13 000
DIA	020	Cartographie de l'aléa inondation au droit du cours d'eau de la TITAAVIRI, PAUI & AFEU : Scénario Q10	1/15 000
DIA	021	Cartographie de l'aléa inondation au droit du cours d'eau de la TITAAVIRI, PAUI & AFEU : Scénario Q50 (+0.3m lagon)	1/15 000
DIA	Cartographie de l'aléa inondation au droit du cours d'eau de la TITAAVIRI, PAUI &		1/15 000
DIA 023		Cartographie de l'aléa inondation au droit du cours d'eau de la TITAAVIRI, PAUI & AFEU : Scénario Q100 (+1.73m lagon)	1/15 000

SPEED 9 /132

DIA	024A	Cartographie de l'aléa inondation au droit du cours d'eau de la TITAAVIRI, PAUI & AFEU : Scénario Q100 (+1m lagon+embâcles)	1/15 000
DIA	025	Cartographie de l'aléa inondation au droit du cours d'eau de la TITAAVIRI, PAUI & AFEU : Scénario Q100 (+1.73m lagon+embâcles)	1/15 000
DIA	026	Cartographie de l'aléa inondation au droit du cours d'eau de la TITAAVIRI, PAUI & AFEU : Scénario Qobs	1/15 000

SPEED 10 /132

1. INTRODUCTION

La Direction de la Construction et de l'Aménagement souhaite mettre à jour les cartes d'aléa inondation issues des P.P.R sur plusieurs rivières de TAHITI.

Les rivières concernées dans le groupe n°2 proposée par la DCA se situent sur la commune de TEVA I UTA et sont les suivantes :

- La rivière **TEAHATEA** (ou **VAITE**);
- La rivière **TITAAVIRI**;
- La rivière AFEU:
- La rivière PAUI.

Les principaux objectifs visés par les modélisations des écoulements à surface libre sont :

- De simuler les débordements observés lors des dernières crues remarquables ;
- De définir la capacité d'évacuation maximale du lit mineur ;
- De définir en état actuel l'extension, les hauteurs et vitesses maximales d'écoulement des crues de référence en lit majeur,
- D'envisager les phénomènes d'embâcles et évaluer leurs conséquences sur l'extension des inondations;
- De diagnostiquer les ouvrages hydrauliques existants de manière succincte,
- De proposer des aménagements au stade APS permettant de réduire les aléas.

L'objet du présent rapport concerne les rivière TITAAVIRI, PAUI et AFEU.

Le linéaire à modéliser est de :

- 3 km à partir de l'embouchure pour la TITAAVIRI;
- 2.8 km à partir de l'embouchure pour la PAUI;
- 3 km à partir de l'embouchure pour l'AFEU.

Le logiciel utilisé dans le cadre de cette modélisation est le logiciel MIKE+ développé par DHI®, qui permet de simuler des écoulements multidirectionnels sur une zone d'étude représentée par un maillage flexible. Dans le cadre de cette étude, il s'agit d'établir en amont et de mettre à jour en aval la cartographie de l'aléa inondation effectué initialement par une analyse morpho géologique de la rivière et de ses environs.

SPEED 11 /132

2. COLLECTE DES DONNEES D'ENTREE

2.1 Synthèse bibliographique

Plusieurs études antérieures sont mises à disposition par la DCA :

- Étude hydrologique et hydraulique de la TITAAVIRI, SPEED (2008);
- Étude hydraulique pour l'aménagement de la rivière TITAAVIRI dans le cadre de la réalisation du lotissement TOOFA, H2O Ingénierie (2008) ;
- Cartographie de l'aléa inondation au droit des cours d'eau de Polynésie Française, Programme ARAI2, Cours d'eau : PAUI et TITAAVIRI, EGIS Eau (2010) ;
- Cartographie de l'aléa inondation au droit des cours d'eau de Polynésie Française, Programme ARAI2, Cours d'eau : AFEU, EGIS Eau (2010).

De plus, d'autres études antérieures ont été réalisées sur ces rivières par la SPEED à savoir :

Modélisation de de la rivière TITAAVIRI, SPEED (2008).

2.2 Données topographiques

Différentes données topographiques sont utilisées dans cette étude à savoir:

- Les levés topographiques du lit mineur de la TITAAVIRI, de la PAUI et de l'AFEU levées par le cabinet WILD dans le cadre de cette étude, avec en moyenne un point de mesure tous les 80m (voir plan d'implantation des profils DIA 001, DIA 002 et DIA 003);
- Les données LIDAR issues du projet « Route du Sud » récupérées le 10/11/23 ;
- Les données topographiques issues d'un MNT élaboré en 2013 couvrant la totalité de l'île de TAHITI récupérées le 12/09/23 ;
- Les ortho mosaïques aériennes historiques et photographies brutes récupérées également le 12/09/23.

2.3 Données foncières

Les limites cadastrales sont indiquées sur les levés topographiques fournis par le cabinet WILD et peuvent être complétées par les données disponibles sur le site internet TE FENUA. Ces limites sont données à titre indicatif et devront être validées pour les phases ultérieures du projet pour la conception des aménagements.

2.4 Données hydrologiques

Une station pluviométrique est implantée à proximité de la TITAAVIRI, dont la gestion est assurée par le GEGDP. Elle est installée à proximité directe de l'exutoire de la rivière VAITE, à savoir la station PAPEARI P1, situé dans le jardin botanique Harrison Smith : cette dernière a des données pluviométriques infrahoraires pouvant aller jusqu'à l'ordre de la minute.

SPEED 12 /132

De plus, Le bassin versant de la TITAAVIRI disposait d'un limnigraphe installé à la côte 10 à la fin des années 1990, d'octobre 1997 à avril 1998. Durant cette courte période se sont produits des événements pluvieux exceptionnels : les enregistrements d'un fort épisode pluvieux survenu le 04/02/1998 ont pu être exploitée dans la présente étude, dont le débit maximal enregistré a atteint 305 m³/s.

Pour les rivières PAUI et AFEU, aucun limnigraphe ou station pluviométrique n'ont été installé en aval ou à proximité.

D'autres données hydrologiques ont également été exploitées dans cette étude, à savoir :

- Caractérisation et modélisation de l'aléa hydrologique à Tahiti, G.WOTLING (2000)
- Modélisation Hydrologique des cours d'eau de la liaison TAMANU TARAVAO, GEGDP (2001);
- Etude des crues de rivières de TAHITI, COYNE ET BELLIER (1992);
- Rapport du GEGDP, Mission d'assistance technique sur les crues de 1998, JL DANLOUX (1999).

SPEED 13 /132

3. HYDROLOGIE

3.1 Caractéristiques des bassins versants

Le bassin versant de chaque rivière est un bassin versant très allongé et peu urbanisé. Il a été scindé en 3 sous-bassins-versants distincts en raison de l'hétérogénéité de la vallée : la plaine urbaine, le fond de la vallée et la zone montagneuse amont.

Le découpage des bassins versants présenté sur le plan DIA 004, DIA 005 et DIA 006 a été effectué à partir de la restitution photogrammétrique au 1/20000ème. Les caractéristiques principales sont les suivantes :

Rivière	N°BV	Surface (Ha)	Chemin hydraulique L (km)	Pente moyenne pondérée	Taux d'imperméabilisation actuel	Temps de concentration (min) – Formule de Kirpich	% de la surface totale du bassin de la Rivière
	BV 01	188,7	2,82	0,54%	0,535	66	12%
TITAAVIRI	BV 02	1339,2	8,24	2,76%	0,502	80	88%
	BV TOTAL	1527,9					
	BV 01	167,9	2,85	0,19%	0,529	98	21%
PAUI	BV 02	641,1	10,3	4,44%	0,500	80	79%
	BV TOTAL	809,1					
	BV 01	179,5	3,0	0,18%	0,520	100	26%
AFEU	BV 02	522,9	6,1	7,92%	0,500	42	74%
	BV TOTAL	702,4					

TABLEAU 1: CARACTERISTIQUES DES BASSINS VERSANTS DES 3 RIVIERES

3.2 Paramètres hydrologiques

3.2.1 COEFFICIENTS DE MONTANA

Plusieurs valeurs des coefficients de Montana ont été comparées afin d'estimer les débits de projets pris en compte dans les modélisations :

- Pluviographe du poste de FAA'A (valeurs issues de Météo France: 50 années traitées);
- Pluviographe du poste de PAPEARI P1 (valeurs issues de la thèse de G. Wotling);
- Coefficients de Montana établis par le GEGDP dans le cadre de la liaison Tamanu-Taravao

3.2.2 COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT

Les valeurs des coefficients de ruissellement retenues pour les zones non urbanisées sont les suivants et varient selon la période de retour :

Période de retour	10 ans	50 ans	100 ans
Coefficients de ruissellement	0,50	0,60	0,70

TABLEAU 2 : COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENTS DES ZONES NON-URBANISEES EN FONCTION DE LA PERIODE DE RETOUR

SPEED 14 /132

3.3 Estimation des débits de projet

Afin d'évaluer les débits de projet, différentes méthodes ont été utilisées afin de comparer les valeurs et de choisir la plus cohérente :

- La méthode des réservoirs : modèle de transformation pluie/débit (application du logiciel DKmètre);
- La formule de Creager avec un coefficient régionalisé sur l'île de TAHITI;
- La modélisation par modèle global (Liaison TAMANU-TARAVAO, 2001);
- La modélisation hydrologique spatialisée (Liaison TAMANU-TARAVAO, 2001);
- Détermination des débits de projet à partir d'un ratio surfacique en comparaison avec le bassin versant de la TITAAVIRI ;
- La méthode des années stations appliquées à TAHITI par le bureau d'études Coyne et Bellier pour l'étude des barrages hydroélectriques MARAMA NUI.

Les bassins versant de la TITAAVIRI, de la PAUI et de l'AFEU sont très allongés, encaissés et pentu : ils présentent donc une forte variation de la pluviométrie entre l'amont et l'aval du bassin versant considéré. Ainsi, les différentes méthodes appliquées peuvent présenter des résultats hétérogènes, et le choix de les conserver ou non sera précisé ci-après pour chaque bassin versant.

3.3.1 DEBITS DE PROJET : TITAAVIRI

Les résultats issus des différentes méthodes pour le bassin versant de la TITAAVIRI (exutoire au niveau du lagon) sont résumés dans le tableau ci-dessous. Le module spécifique (débit surfacique) est notée MS :

	Q10		Q50		Q100	
Méthode	Débit de projet (m³/s)	MS (m³/s/km²)	Débit de projet (m³/s)	MS (m³/s/km²)	Débit de projet (m³/s)	MS (m³/s/km²)
Méthode par modèle global	295	19	455	30	522	34
(Liaison TAMANU-TARAVAO, 2001)		_5				Ŭ,
Méthode des réservoirs avec une						
pluie de projet du poste PAPEARI	117	8	174	11	219	14
P1 (WOTLING, 2000)						
Formule de Creager	160	10	342	22	448	29
Méthode Coyne et Bellier	202	13	275	18	306	20
Modélisation spatialisée (Liaison TAMANU-TARAVAO, 2001)	250	16	348	23	394	26

TABLEAU 3: CALCULS DES DIFFERENTS DEBITS DE PROJETS SELON LES METHODES DE CALCUL - TITAAVIRI

Les valeurs de débits calculées sont hétérogènes (plus du double du débit sur le Q10 entre la méthode des réservoirs et la modélisation spatialisée).

SPEED 15 /132

Une analyse pluviométrique ainsi qu'une modélisation hydrologique spatialisée avait été effectuée en particulier sur ce bassin versant dans l'étude de 2001 concernant la liaison TAMANU-TARAVAO. Cette méthode étant plus précise qu'avec l'utilisation du modèle global (prise en compte de paramètres et caractéristiques du bassin versant), les résultats obtenus dans cette méthode sont les plus fiables et les plus proches des observations de crues réelles.

En raison de la bonne connaissance de ce bassin versant suite aux études antérieures effectuées sur celui-ci, il est proposé de retenir les valeurs obtenues par la modélisation spatialisée effectuée dans l'étude de 2001 concernant la modélisation hydrologique des cours d'eau de la liaison TAMANU-TARAVAO.

Conclusion sur le calcul des débits

Pour le bassin versant de la TITAAVIRI, la méthode de la modélisation spatialisée semble être la plus appropriée afin de déterminer les débits de projets.

Le débit maximal observé est issu des enregistrements d'un fort épisode pluvieux survenu le 04/02/1998 lors de la dépression WES quand un limnigraphe était encore installé à la côte 10. L'occurrence de la crue était comprise entre une crue vicennale et cinquantennale. Les valeurs au niveau de l'embouchure en mer sont les suivantes :

- Qobs = $308 \text{ m}^3/\text{s}$;
- Q10 = 250 m^3/s ;
- Q50 = $348 \text{ m}^3/\text{s}$;
- Q100 = $394 \text{ m}^3/\text{s}$;

	BV TITAAVIRI		
	Débit total (m³/s)	Module spécifique (m³/s/km²)	
Qobs	308	20	
Q10	250	16	
Q50	348	23	
Q100	394	26	

TABLEAU 4: DEBIT DE POINTE PRODUIT SUR LE BASSIN VERSANT DE LA TITAAVIRI

3.3.2 DEBITS DE PROJET : PAUI

Les résultats issus des différentes méthodes pour le bassin versant de la PAUI (exutoire au niveau du lagon) sont résumés dans le tableau ci-après. La modélisation spatialisée n'ayant pas été effectué sur ce bassin versant, une des méthodes est d'avoir calculé les débits de projets à l'aide d'un ratio surfacique du bassin de la PAUI par rapport à celui de la TITAAVIRI :

	Q10		Q50		Q100	
Méthode	Débit de projet (m³/s)	MS (m³/s/km²)	Débit de projet (m³/s)	MS (m³/s/km²)	Débit de projet (m³/s)	MS (m³/s/km²)
Méthode par modèle global (Liaison TAMANU-TARAVAO, 2001)	120	15	185	23	217	27

SPEED 16 /132

Méthode des réservoirs avec une pluie de projet du poste PAPEARI P1 (WOTLING, 2000)	63	8	94	12	118	15
Formule de Creager	98	12	210	26	275	34
Méthode Coyne et Bellier	125	15	165	20	182	22
Ratio PAUI/TITAAVIRI issu de la modélisation spatialisée (Liaison TAMANU-TARAVAO, 2001)	145	18	197	24	221	27

TABLEAU 5 : CALCULS DES DIFFERENTS DEBITS DE PROJETS SELON LES METHODES DE CALCUL - PAUI

En raison de la forme et du relief du bassin versant, certaines méthodes ne sont pas appropriées ici, comme par exemple la méthode de Creager. La méthode des réservoirs semble également sous-estimer le débit à l'exutoire, puisqu'il est plus faible qu'avec toutes les autres méthodes.

Par conséquent, il est proposé de retenir les valeurs obtenues par calcul de la moyenne de l'ensemble des méthodes, en ne prenant pas en compte les valeurs maximales et minimales issues de la formule de Creager et de la méthode des réservoirs.

Conclusion sur le calcul des débits

Pour le bassin versant de la PAUI, le calcul de la moyenne de l'ensemble des méthodes semble être la plus appropriée afin de déterminer les débits de projets.

Concernant le débit maximal observé, il sera issu du produit entre le débit observée le 04/02/1998 sur la TITAAVIRI et le ratio surfacique PAUI/TITAAVIRI, en raison de l'absence de données de débit au niveau de la PAUI.

Les valeurs au niveau de l'embouchure en mer sont les suivantes :

- Qobs = $163 \text{ m}^3/\text{s}$;
- Q10 = 131 m^3/s ;
- Q50 = $183 \text{ m}^3/\text{s}$;
- Q100 = $207 \text{ m}^3/\text{s}$;

	BV PAUI			
	Débit total (m³/s)	Module spécifique (m³/s/km²)		
Qobs	163	20		
Q10	131	16		
Q50	183	23		
Q100	207	26		

TABLEAU 6: DEBIT DE POINTE PRODUIT SUR LE BASSIN VERSANT DE LA PAUI

3.3.3 DEBITS DE PROJET : AFEU

Les résultats issus des différentes méthodes pour le bassin versant de la AFEU (exutoire au niveau du lagon) sont résumés dans le tableau ci-après. La modélisation spatialisée n'ayant pas été effectué sur ce

SPEED 17 /132

bassin versant, une des méthodes est d'avoir calculé les débits de projets à l'aide d'un ratio surfacique du bassin de la AFEU par rapport à celui de la TITAAVIRI :

	Q	10	Q50		Qı	L00
Méthode	Débit de projet (m³/s)	MS (m³/s/km²)	Débit de projet (m³/s)	MS (m³/s/km²)	Débit de projet (m³/s)	MS (m³/s/km²)
Méthode par modèle global (Liaison TAMANU-TARAVAO, 2001)	130	19	197	28	229	33
Méthode des réservoirs avec une pluie de projet du poste PAPEARI P1 (WOTLING, 2000)	66	9	98	14	123	18
Formule de Creager	88	12	188	27	247	35
Méthode Coyne et Bellier	97	14	132	19	147	21
Ratio PAUI/TITAAVIRI issu de la modélisation spatialisée (Liaison TAMANU-TARAVAO, 2001)	114	16	159	23	180	26

TABLEAU 7: CALCULS DES DIFFERENTS DEBITS DE PROJETS SELON LES METHODES DE CALCUL - AFEU

En raison des mêmes observations que pour la PAUI, la méthode de Creager et des réservoirs ne sont pas applicables dans le cas du bassin versant de la AFEU.

Par conséquent, il est proposé de retenir les valeurs obtenues par calcul de la moyenne de l'ensemble des méthodes, en ne prenant pas en compte les valeurs maximales et minimales issues de la formule de Creager et de la méthode des réservoirs.

Conclusion sur le calcul des débits

Pour le bassin versant de la AFEU, le calcul de la moyenne de l'ensemble des méthodes semble être la plus appropriée afin de déterminer les débits de projets.

Concernant le débit maximal observé, il sera issu du produit entre le débit observée le 04/02/1998 sur la TITAAVIRI et le ratio surfacique PAUI/TITAAVIRI, en raison de l'absence de données de débit au niveau de la PAUI.

Les valeurs au niveau de l'embouchure en mer sont les suivantes :

- Qobs = $141 \text{ m}^3/\text{s}$;
- Q10 = 114 m^3/s ;
- Q50 = $163 \text{ m}^3/\text{s}$;
- Q100 = $185 \text{ m}^3/\text{s}$;

SPEED 18 /132

	BV AFEU		
	Débit total (m³/s)	Module spécifique (m³/s/km²)	
Qobs	141	20	
Q10	114	16	
Q50	163	23	
Q100	185	26	

TABLEAU 8 : DEBIT DE POINTE PRODUIT SUR LE BASSIN VERSANT DE LA AFEU

SPEED 19 /132

4. RECONNAISSANCE DE TERRAIN

La phase d'enquête de terrain a permis :

• D'analyser les principaux axes d'inondations et reliefs pouvant influencer l'écoulement de l'eau lors d'une crue ;

- D'identifier les principales zones sensibles au phénomène d'érosion ;
- De recueillir des informations sur des phénomènes de crues passées par le biais de questionnaires chez les riverains ;
- Identifier l'état de l'occupation des sols.

4.1 Reconnaissance de terrain - TITAAVIRI

4.1.1 ENQUETE DE TERRAIN

De nombreuses photographies ont été réalisées le long du cours d'eau de la TITAAVIRI les 20 et 28 février 2024, et leurs localisations sont résumés dans la figure ci-après.

SPEED 20 / 132

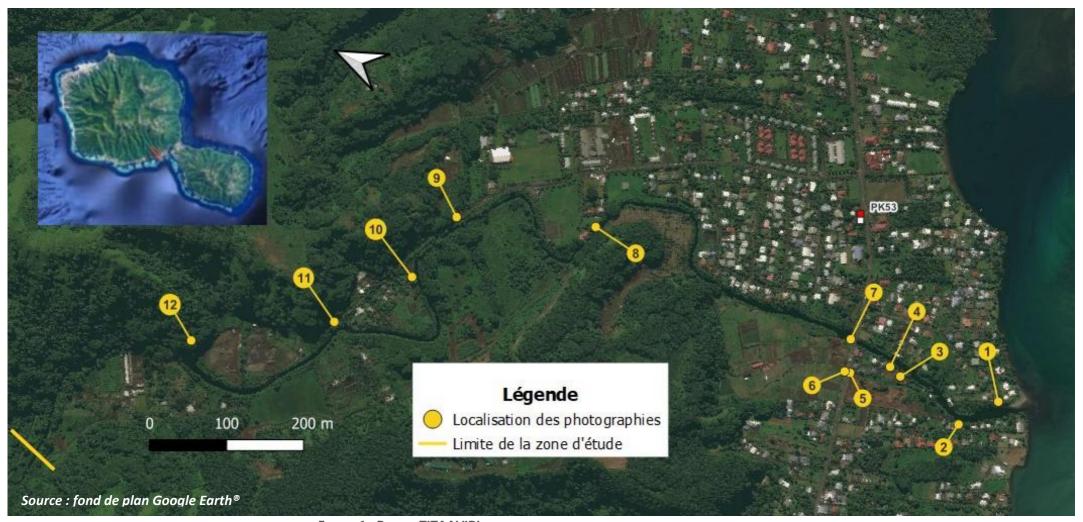


FIGURE 1: RIVIERE TITAAVIRI: PLAN DE SITUATION, LOCALISATION DES PRISES DE VUES

SPEED 21 / 132

> 1) Exutoire de la TITAAVIRI

Au niveau de l'exutoire de la TITAAVIRI, une bande de sable suivi de quelques enrochements libres protège la rive droite et gauche. Les berges semblent bien entretenues, mêmes si la présence de quelques embâcles est à noter, comme le montre la photographie n°1b avec la présence d'un arbre au milieu de l'exutoire. Ces obstacles peuvent impacter la bonne évcauation des eaux pluviales s'ils venaient à s'accumuler à l'exutoire.



Photo 1a : Exutoire vu depuis la rive gauche



Photo 1b : Berges à l'exutoire vues depuis la rive gauche, présence de trons d'arbres morts

> 2) Premier coude en amont de l'exutoire de la TITAAVIRI

En aval de la RDC, la TITAAVIRI est large (de l'ordre de la vingtaine de mètres), et présente des enrochements au niveau du coude avant l'exutoire afin de protéger les habitations en rive droite. Le phénomène d'érosion a provoqué l'effondrement d'une partie des enrochements qui se sont affaissés. La berge et les habitations situées en rive droite sont donc plus exposées et vulnérables aux phénomène de crues.

SPEED 22 /132

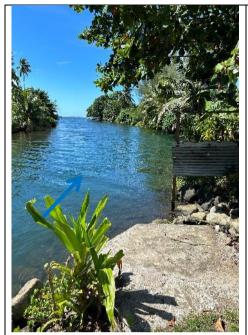


Photo 2a : Coude en amont de l'exutoire de la TITAAVIRI



Photo 2b : Enrochements effondrés au niveau du coude, présence de pierre de protection dans la rivière

> 3) Rive droite, aval du pont de la route de ceinture

En aval du pont de la route de ceinture, la rive gauche présente un enrochement perré-maçonné conséquent, au contraire de la rive droite. Cette dernière correspond à une bande de terre surélevée d'une trentaine de centimètres par rapport à la rivière, délimitée par une autre zone humide reliée à la TITAAVIRI en aval. Cette zone est donc particulièrement exposée aux phénomènes de crues



Photo 3a : Zone humide reliée à la TITAAVIRI



Photo 3b : rive gauche de la TITAAVIRI en aval du pont de la RDC

SPEED 23 /132

> 4) Erosions conséquentes en aval du pont de la route de ceinture

Au niveau de la bande de terre en rive droite, des phénomènes d'érosion très importants ont été relevées : en effet, de nombreuses sections en terre sont arrachées en raison de l'action de l'eau, et cette bande de terre se réduit de façon conséquente depuis plusieurs années aux regards des témoignages des habitants sur cette zone.



Photo 4a : Zone humide reliée à la TITAAVIRI



Photo 4b : rive gauche de la TITAAVIRI en aval du pont de la RDC

> 5) & 6) Cadre sous la route de ceinture et zone humide rejoignant la TITAAVIRI

En rive droite du pont de la route de ceinture, un cadre a été implanté sous la route permettant l'évacuation d'un fossé amont crée pour l'évacuation des eaux d'une parcelle agricole. Ce cadre débouche sur la zone humide reliée à la TITAAVIRI. Lors de la visite de terrain, ce fossé était légèrement en eau et alimente la zone humide en aval de la route de ceinture.

24 /132 **SPEED**



Photo 5 : Zone humide reliée à la TITAAVIRI



Photo 6a : Cadre implanté sous la RDC



Photo 6b : Parcelle agricole ou l'eau est récupérée par le fossé

> 7) Pont de la RDC

Le pont de la RDC est un ouvrage conséquent, présentant une ouverture d'environ 10 x 3m, avec un tablier d'environ 1.5m. D'apparence, il semble être en état moyen, et ne présentait pas d'embâcles lors de la visite terrain.



8) Amont du lotissement Vaimarama

En amont du lotissement de la TITAAVIRI en rive gauche, les berges sont entretenues. Des enrochements récents ont été mis en place au droit du lotissement, ainsi que sur une section plus en amont SPEED 25 /132

de la rivière. Une partie n'est toutefois pas enrochée entre ces deux sections, ce qui peut exposer la rive droite urbanisée à de futurs phénomènes d'érosions.



Photo 8a : Amont du lotissement en rive gauche, présence d'enrochements en état moyen



Photo 8b : Amont du lotissement en rive gauche, absence d'enrochement

> 9) Amont du stade de la TITAAVIRI

La TITAAVIRI forme plusieurs méandres à cet endroit, et la rive gauche où se trouve la route est beaucoup plus haute que la rive droite. Un phénomène important d'érosion est observé en rive gauche, où d'importants pans de la paroi se détachent du reste de la berge.



Photo 9a : Erosion sur la rive gauche en amont du stade de la TITAAVIRI



Photo 9b : Erosion sur la rive gauche en amont du stade de la TITAAVIRI

SPEED 26 /132

> 10), 11) Fond de la vallée de la TITAAVIRI

La section amont de la rivière est une large zone de méandres dont le lit mineur est resté naturel avec des berges envahies par la végétation et non protégées.



Photo 10 : Rive gauche naturel, fond de la vallée



Photo 11a : Méandres de la TITAAVIRI en fond de vallée



Photo 11b : Méandres de la TITAAVIRI en fond de vallée

> 12) Carrière de la TITAAVIRI

Une zone d'extraction de matériaux est observée en rive gauche, et les terrassements étant réalisés sur ce secteur peuvent impacter de manière conséquente le lit majeur de la rivière.



Photo 12 : Carrière de la TITAAVIRI et terrassements observés

SPEED 27 /132

4.1.2 EVOLUTION MORPHOLOGIQUE DE LA RIVIERE TITAAVIRI

Les données photographiques fournies par la DAF ont permis d'analyser l'évolution et le comportement de la rivière TITAAVIRI depuis 1978. Son lit mineur s'est très peu déplacé et son tracé reste similaire à 1978. Les orthomosaïques sont présentées en Annexe 1.

Les observations sont résumées ci-après :

- 1. En aval, le dernier coude semble avoir été remblayé afin de permettre l'urbanisation et est donc actuellement plus étroit ;
- 2. Le méandre en amont du lotissement Vaimarama a également été remblayé afin d'avoir une rive gauche bien droite et ainsi stopper le méandrement de la rivière ;
- 3. Evolution du lit mineur au niveau de la carrière de TITAAVIRI.

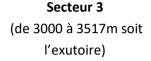
L'urbanisation autour de la rivière est également très importante en comparaison avec 1978.

4.1.3 Hydro-geomorphologie de la riviere TITAAVIRI

Sur le linéaire étudié, au vue des visites de terrain, la VAITE peut se diviser en trois secteurs distincts :

Situation	Section caractéristique	
Secteur 1 (de 0 à 2046m en amont)	Berges naturelles, forte présence de rochers dans le lit mineur, plages de dépôt sur les berges, lit bien dégagé	
Secteur 2 (de 2046 à 3000m)	Berges globalement enrochées, lit de la rivière dégagé	0.2%

SPEED 28 /132





0.1%

Hétérogénéité des enrochements en aval du pont de la RDC : enrochements en rive gauche, mais pas de protection en rive droite ou alors mauvais état des berges enrochées

TABLEAU 9: MORPHOLOGIE DE LA TITAAVIRI, DELIMITATION EN 3 SECTEURS

Sur le tronçon étudié, un seul ouvrage de traversée a été répertorié :

Le pont cadre de la route de ceinture ;

L'ouvrage cadre récupérant l'eau du fossé des parcelles agricoles en amont de la RDC sur la rive droite est annexe mais est également à noter.

Le profil en long de la rivière est résumé en Annexe 2.

Après analyse du relief lors des visites de terrain et de la cartographie des sols de la vallée (cartographie du LTPP), il a été possible d'établir une carte hydro-géomorphologique de la TITAAVIRI (DIA 007) résumant la localisation du pont ainsi que les particularités pouvant impacter l'écoulement des eaux lors de débordements de la rivière :

- 1. La vallée de la TITAAVIRI est plutôt large, les débordements seront donc assez diffus. Le cône de déjection de la rivière est assez important, en raison d'un lit majeur assez conséquent.;
- 2. La RT1 forme un talus entre le relief amont et aval, ce qui peut amener à une rétention des écoulements de la TITAAVIRI en amont avant sa bonne évacuation en aval ;
- 3. Présence d'une terrasse alluviale cotée est de la vallée, en amont du lotissement Vaimarama jusqu'au niveau du stade : le relief est plus marqué comparé à la zone urbaine en aval.

L'ensemble des observations faites sur les zones d'érosion est également représentés sur la carte hydrogéomorphologique, ainsi que la présence ou non des enrochements sur les berges de la TITAAVIRI.

4.1.4 TEMOIGNAGES DES RIVERAINS — TITAAVIRI

Plusieurs enquêtes ont été menées auprès des riverains habitant aux alentours de la TITAAVIRI (voir Figure 2). Le tableau ci-après résume les principales observations et les principaux témoignages sur les 3 secteurs de la VAITE, et sera complété par l'enquête de terrain réalisé par la SPEED en 2008 pour la modélisation de cette rivière :

SPEED 29 /132

Secteur	Situation	Observations et témoignages
Secteur n°1		Aucun témoignage n'a pu être recueilli sur ce secteur.
	PT26 : maison située en rive gauche (Témoignages 4)	Les propriétaires habitent la maison depuis 9 ans. Les berges enrochées en rive gauche permettent de protéger la maison face aux crues. Pas de débordement noté sur la parcelle. En 2018, l'absence de curage a fait monter le niveau de la rivière à cet endroit, qui a atteint le sommet des enrochements.
	PT30 : maison située en rive gauche	Les propriétaires habitent la maison depuis 5 ans. L'enrochement (en bon état) mis en place en rive gauche le long du lotissement Vaimarama permet de protéger la maison contre les débordements.
Secteur n°2	(Témoignages 3)	Lors de crue, la hauteur d'eau maximale atteinte est celle du sommet des berges enrochées.
	PT34 et PT35 : maisons situées en rive gauche (Témoignages 8 & 9)	Les propriétaires habitent les maisons respectivement depuis plus de 20 ans et 1 an. Les berges sont naturelles et végétalisées, des enrochements libres ont été mis en place par endroit selon le riverain du témoignage n°8, ce qui limite les débordements depuis 1998. Néanmoins, le témoignage du riverain n°9 indique que des débordements d'environs 10-20cm sont apparus à l'arrière de son habitation lors de la dépression NAT. En 2008, un témoignage a été réalisé en aval du lotissement, au niveau du PT36 : les débordements étaient fréquents (1 fois par an), avec des hauteurs importantes (70cm dans la cour de la maison), le point sensible étant le capivagu a provimité de la maison.
Secteur n°3	PT42: maisons situées en rive droite (Témoignages 1&2) PT46: maisons situées en rive droite (Témoignages 6&7)	dans la cour de la maison), le point sensible étant le caniveau a proximité de la maison, qui inonde ensuite la route Les propriétaires habitent les maisons respectivement depuis plus de 7 ans et 20 ans. Les berges sont naturelles et en terre mais elles affleurent au niveau de la TITAAVIRI, ce qui expose grandement les habitations situées entre la rive droite et la zone humide. En comparaison, la rive gauche est surélevée de plus de 1.2m par rapport à la rive droite et est enrochée. Les témoignages se recoupent : des débordements importants ont eu lieu en novembre 2023 lors d'événements pluvieux sur les habitations en rive droite, avec une hauteur d'eau de l'ordre de 30cm. L'eau sortait du lit mineur en rive droite pour s'évacuer ensuite vers la zone humide. En 2008, l'enquête de terrain avait été effectuée en rive gauche : des débordements avaient été observés en 1998 et 2001 à cause d'embâcles bloqués sous le pont. En fonctionnement normal, aucune inondation n'est à noter sur ces berges. Les propriétaires habitent les maisons respectivement depuis plus de 15 ans et 14 ans. Les berges en rive droite sont enrochées mais se sont effondrées à l'extrados de la rivière, ce qui expose les habitations derrière.

SPEED 30 /132

		Les témoignages se recoupent : des débordements importants ont eu lieu en juillet et novembre 2023 lors d'événements pluvieux sur les habitations en rive droite, avec une hauteur d'eau de l'ordre de 30cm et une vitesse d'écoulement rapide. La forte houle a également été évoquée. Tout le quartier était inondé lors de ces événements pluvieux .
mai	PT46 : son située en rive	Les propriétaires habitent les maisons respectivement depuis plus de 10 ans.
/7	droite	Cette habitation n'est pas localisée à proximité direct du cours d'eau, et les débordements observés sur cette parcelle ne proviennent pas de la TITAAVIRI mais
(7	「émoignages 5)	sont dus au niveau d'eau du lagon.

TABLEAU 10 : ENQUETES DE TERRAIN MENEES SUR LA TITAAVIRI

SPEED 31 / 132



FIGURE 2: RIVIERE TITAAVIRI: LOCALISATION DES TEMOIGNAGES DES RIVERAINS

SPEED 32 / 132

4.1.5 ANALYSE COMPARATIVE DES TOPOGRAPHIES-TITAAVIRI

Les profils en travers levés pour les besoins de l'étude ont été comparés à ceux levés en 1998 et 2009, disponibles dans la précédente étude de cartographie de l'aléa inondation au droit des cours d'eau de Polynésie Française, Programme ARAI2 (2010).

Les profils en long du fond des rivières sont donnés en Annexe 3. Sur la TITAAVIRI, un approfondissement généralisé du fond du lit est observé avec une zone de dépôt de sédiments en aval. Deux points peuvent être à l'origine de l'approfondissement du lit :

- La forte pente en amont augmente la vitesse de l'écoulement, ce qui accélère naturellement le phénomène d'érosion et creuse le fond du lit mineur. Ce dernier finit par se stabiliser lorsque la vitesse d'écoulement diminue suite à la réduction de la pente ;
- La zone d'extraction amont peut être à l'origine d'un déficit en sédiments et donc d'un approfondissement du lit.

Jusqu'à 1700m par rapport à l'exutoire, le fond du lit mineur se situe sous la profondeur 0m NGT : la TITAAVIRI est donc très approfondie, ce qui expose fortement cette rivière à la hauteur du niveau d'eau du lagon. Son influence remonte très haut dans la rivière, comme le montre l'analyse de Froude dans le paragraphe suivant.

4.1.6 REGIME HYDRAULIQUE ET ANALYSE DU RISQUE D'EROSION - TITAAVIRI

L'analyse du régime hydraulique (voir Annexe 4) montre que le cours d'eau de la TITAAVIRI est en régime torrentiel sur les 600 premiers mètres amont du secteur 1 (nombre de Froude >1, régime piloté par l'amont), et est en régime fluvial sur le reste de la rivière jusqu'à l'exutoire (nombre de Froude <1, régime piloté par l'aval). Le passage du régime fluvial au régime torrentiel se matérialise par la formation d'un ressaut hydraulique qui peut générer des affouillements localisés.

Concernant d'autres phénomènes d'érosion sur la TITAAVIRI, des pans d'érosions ont été observés lors de la visite de terrain (voir partie 4.1.1. Sur le reste du cours d'eau, les méandres sont également des zones où le risque d'érosion est plus fort, puisque la rive concave de la rivière est l'endroit où la vitesse du courant est maximale, et donc plus sensible à un risque d'érosion de la berge.

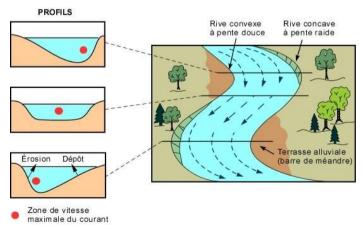


FIGURE 3: RISQUES D'EROSION SUR UNE RIVIERE A MEANDRES (SOURCE: UNIVERSITE DE LAVAL, CA.)

SPEED 33 /132

Le risque d'érosion est donc localisé sur la TITAAVIRI au niveau :

- De l'aval du pont de la RDC en rive droite (photo n°2,3 & 4 de la visite de terrain) ;
- Du coude de la rivière en amont du lotissement de Vaimarama ainsi que les méandres successifs amont (zone sensible au phénomène d'érosion);
- De l'amont du stade de la TITAAVIRI (photo n°9 de la visite de terrain) ;
- De la carrière de la TITAAVIRI (photo n°11 de la visite de terrain) ;
- Des méandres successifs en amont (zone sensible au phénomène d'érosion).

4.2 Reconnaissance de terrain - PAUI

4.2.1 ENQUETE DE TERRAIN

De nombreuses photographies ont été réalisées le long du cours d'eau de la PAUI les 20 et 28 février 2024, et leurs localisations sont résumés dans la figure ci-après.

SPEED 34 / 132

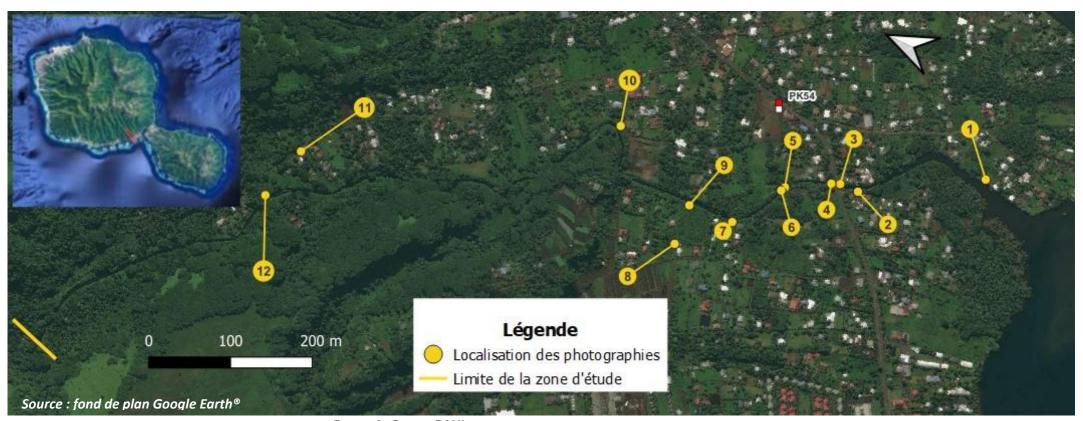


FIGURE 4: RIVIERE PAUI: PLAN DE SITUATION, LOCALISATION DES PRISES DE VUES

SPEED 35 / 132

Exutoire de la PAUI

Au niveau de l'exutoire de la PAUI, des enrochements conséquents sont mis en place en rive gauche et en rive droite. Il n'a pas été noté de problèmes particuliers sur les protections existantes. L'exutoire est bien dégagé, même si certaines embâcles en rive droite sont présents.



2) Aval du pont de la RDC

Les rives gauches et droites en aval du pont de la RDC sont des enrochements bétonnés qui sont dans un état mauvais car elles ont subi un phénomène d'érosion très important. En effet, de nombreux rochers se sont détachés ou affaissés dans le lit mineur, et certaines parties bétonnés sont également arrachés.

SPEED 36 /132



Photo 2a : Exutoire vu depuis la rive gauche



Photo 2b : Berges à l'exutoire vues depuis la rive gauche, présence d'importants enrochements

> 3) & 4) Pont de la RDC : ouvrage n°1

Le pont de la RDC est un ouvrage conséquent, présentant une ouverture d'environ 11 x 3m, avec un tablier d'environ 1m. D'apparence, il semble être en bon état et ne présentait pas d'embâcles lors de la visite terrain.



Photo 3 : Aval du pont de la RDC

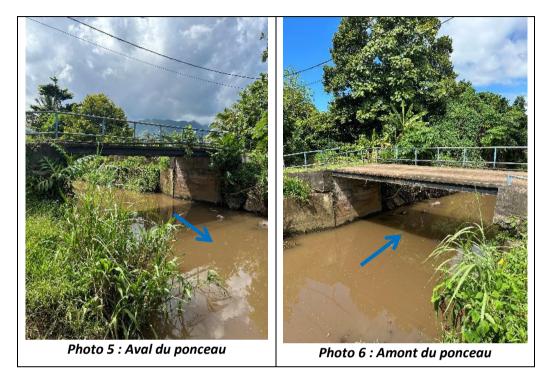


Photo 4 : Amont du pont de la RDC

SPEED 37 /132

> 5) & 6) Ponceau de la PAUI : ouvrage n°2

Une passerelle en amont de la RDC a une ouverture d'environ 8m x 3m, avec un tablier d'environ 30cm. Il semble être en mauvais état, mais ne présentait pas d'embâcles lors de la visite de terrain.



> 7), 8) & 9) Rive droite en amont du ponceau, zone des cultures maraîchères

Cette partie de la PAUI présente un important muret bétonné en rive droite afin de protéger les habitations se trouvant sur les berges. Des traces d'érosion sont observables le long de celui-ci, et un fossé situé le long de certaines habitations dans la zone se jettent dans la PAUI par le biais d'un cadre dans le muret.

SPEED 38 /132



Photo 7a : Muret en rive droite, trace d'érosion au pied



Photo 7b : Amont du cadre dirigé vers la PAUI pour évacuer les eaux du fossé



Photo 7c : Fossé dirigé vers la PAUI situé entre les habitations

Le fossé récupère une partie des eaux de ruissellement des cultures maraîchères en amont, mais semble aussi capter une partie de la PAUI lorsque celle-ci monte en haut via un déversement latéral vers le fossé. Ce dernier est conséquent, présente même des enrochements en amont et les hauteurs d'eau semblent être conséquente au regard de la taille du fossé.



Photo 9: Muret en rive droite



Photo 8a : section ou le muret est ouvert pour déverser une partie de l'eau vers le fossé



Photo 8b : Fossé dirigé vers le cadre s'évacuant en aval vers la PAUI

10) Coude de la PAUI

SPEED 39 /132

Les méandrements de la rivière forment un coude important au niveau de cet endroit, avec des enrochements de protection de berges conséquents en rive gauche. Ils sont dans un très bon état et semblent être entretenus puisque certains végétaux ont été coupés.



Photo 10a : Photographie du coude et de ses enrochements de protection des berges



Photo 10b: Amont du coude, enrochements présents et berges entretenues

11) Présence d'un bras de décharge de la PAUI

Dans le fond de la vallée, la présence d'un bras de décharge est observée. Celui-ci était asséché lors de la visite de terrain. Selon la commune de MATAEIA, il a été déconnecté lors de travaux en 2023.



Photo 11 : Bras secondaire de la PAUI

SPEED 40 /132

12) Amont de la PAUI

La zone d'étude située la plus en amont présente encore quelques habitations en rive gauche, ce qui explique la présence d'enrochements conséquents sur cette section. Le lit mineur est encore assez large (une dizaine de mètres) mais est la présence de plusieurs ilots rocheux peuvent empêcher le bon écoulement de l'eau. Il n'y a pas de méandres, la PAUI est morphologiquement plutôt linéaire à cet endroit.



Photo 12a : Enrochements en rive droite de la PAUI, présence d'ilots dans le lit mineur



Photo 12b : berges naturelles et végétalisées sur la section amont de la PAUI

4.2.2 ÉVOLUTION MORPHOLOGIQUE DE LA RIVIERE PAUI

Les données photographiques fournies par la DAF ont permis d'analyser l'évolution et le comportement de la rivière PAUI depuis 1978. Le lit mineur a subi d'importantes modifications en amont du pont de la RDC. Les orthomosaïques sont présentées en Annexe 5.

Les observations sont résumées ci-après :

- En amont du pont de la RDC, le lit mineur en 1978 est méandré et circule entre les parcelles agricoles.
 En 2001, il est possible d'observer que cette zone a été rectifiée et canalisée : le lit mineur de la PAUI est désormais droit, il n'y a plus qu'un coude avant le ponceau ;
- Dans le fond de la vallée de la PAUI, une large plage de dépôts est observée en 2001, alors qu'elle a disparu en 2020, ce qui peut s'expliquer par une urbanisation de la zone.

L'urbanisation autour de la rivière est également très importante en comparaison avec 1978.

4.2.3 Hydro-geomorphologie de la riviere PAUI

Sur le linéaire étudié, au vue des visites de terrain, la PAUI peut se diviser en trois secteurs distincts :

SPEED 41 /132

Situation	Section caractéristique		
0100000		moyenne	
Secteur 1 (de 0 à 1300 en amont)	Berges naturelles, lit plutôt bien dégagé	1.2%	
Secteur 2 (de 1300 à 2310m)	Berges enrochées ou maçonnés, protections mises en place sur globalement l'ensemble de ce linéaire	0.1%	
Secteur 3 (de 2310 à 2846m soit l'exutoire)	globalement l'ensemble de ce linéaire Berges avec gros enrochements, lit de la rivière dégagé		

TABLEAU 11: MORPHOLOGIE DE LA PAUI, DELIMITATION EN 3 SECTEURS

Sur le tronçon étudié, deux ouvrages de traversée ont été répertoriés :

- Le pont cadre de la route de ceinture ;
- Le ponceau en amont de la RDC, menant à une parcelle privée

Le profil en long de la rivière est résumé en Annexe 6.

Après analyse du relief lors des visites de terrain et de la cartographie des sols de la vallée (cartographie du LTPP), il a été possible d'établir une carte hydro-géomorphologique de la PAUI (DIA 008) résumant la

SPEED 42 /132

localisation du pont ainsi que les particularités pouvant impacter l'écoulement des eaux lors de débordements de la rivière :

- La vallée de la PAUI est plutôt étroite, les débordements seront donc assez localisés. Le cône de déjection de la rivière est en revanche assez grand, le lit majeur étant conséquent.;
- La RT1 forme un talus entre le relief amont et aval, ce qui peut amener à une rétention des écoulements de la PAUI en amont avant sa bonne évacuation en aval ;
- Zone en rive droite en amont de la RDC très sensible au phénomène de débordement : sur l'endroit où les méandres de la PAUI ont été rectifiés, le lit mineur initial de la rivière n'est pas correctement remblayé et correspond en réalité au fossé actuel circulant entre les habitations. Ce dernier semble toujours connecté à la PAUI, et son écoulement se fait par un dalot en aval dirigé vers la PAUI, qui semble également sous-dimensionné.

L'ensemble des observations faites sur les zones d'érosion est également représenté sur la carte hydrogéomorphologique, ainsi que la présence ou non des enrochements sur les berges de la PAUI.

4.2.4 TEMOIGNAGES DES RIVERAINS — PAUI

Plusieurs enquêtes ont été menées auprès des riverains habitant aux alentours de la PAUI (voir Figure 5). Le tableau ci-dessous résume les principales observations et les principaux témoignages sur les 3 secteurs de la PAUI :

Secteur	Situation	Observations et témoignages
Secteur n°1	PT14 : maison située en rive gauche (Témoignage 7)	Les propriétaires habitent la maison depuis 20 ans. Les berges sont naturelles. Aucun débordement n'a été noté sur la parcelle depuis 20 ans
		Les propriétaires habitent les maisons respectivement depuis plus de 20 ans et 1 an.
	PT26 et PT 28 : maison située en rive droite (Témoignages 3 & 4)	Les berges sont en perrés maçonnés, et un muret d'environ 1m a été rajouté par- dessus. L'état est moyen. Néanmoins, les témoignages se recoupent : des débordements très fréquents surviennent lors de chaque événement pluvieux. Selon la localisation, les hauteurs d'eau sont variables : de 0.5 à 1m au niveau du témoignage n°4, et de 0.3 à 0.6m pour le témoignage n°3. Les points de
Secteur n°2		débordements sont localisés et proviennent du fossé qui était à l'origine le lit mineur de la PAUI.
		Les propriétaires habitent les maisons respectivement depuis 10 ans.
	PT27 :	
	maison située en rive	Les berges sont en perrés maçonnés, dans un état correct. Néanmoins, les
	gauche	témoignages se recoupent : des débordements sont survenus en décembre 2018,
		lors de la dépression NAT et en février 2024, avec des hauteurs d'eau de l'ordre de
	(Témoignages 5 & 6)	0.5m. La problématique du ponceau en aval est revenue plusieurs fois par les différents riverains interrogés.

SPEED 43 /132

Secteur n°3	PT36 : maison située en rive gauche (Témoignage 1)	Les berges sont en perrés maçonnés, dans un état moyen en rive gauche mais sont à refaire en rive droite. De gros débordements sont survenus en 1997, lors que l'ancien pont de la PAUI avec un pilier central (pont en T) s'était bouché à cause d'embâcle. Depuis la réfection du pont, aucun débordement n'a été observé, le niveau de l'eau affleurant sur les berges. La dégradation de la rive droite a également été soulignée, ou de gros blocs rocheux tombent dans la PAUI.
	PT41 : maison située en rive	Les propriétaires habitent la maison depuis plus de 20 ans.
	gauche (Témoignage 2)	Les berges sont enrochées et sont dans un bon état. Cet enrochement a été mis en place il y a environ 30, et il n'y a plus aucun débordement depuis la mise en place de ces ouvrages.

TABLEAU 12: ENQUETES DE TERRAIN MENEES SUR LA PAUI

SPEED 44 / 132

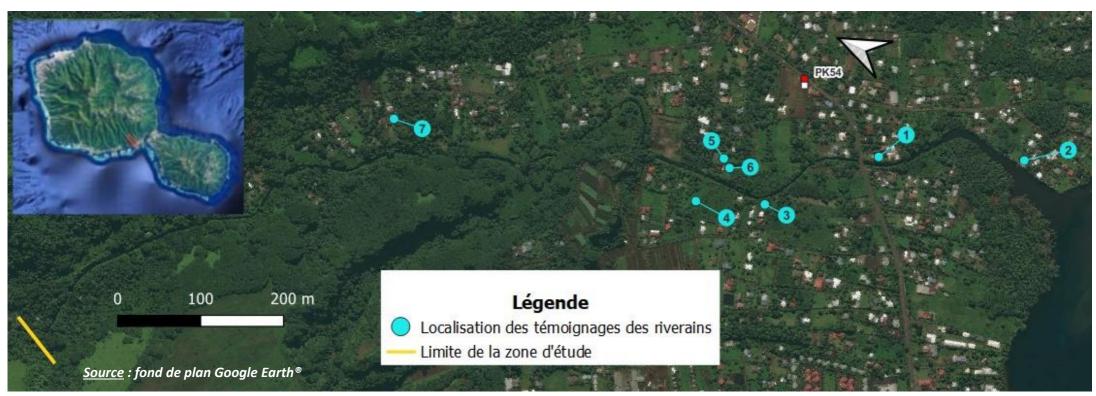


FIGURE 5: RIVIERE PAUI: LOCALISATION DES TEMOIGNAGES DES RIVERAINS

SPEED 45 / 132

4.2.5 Analyse comparative des topographies-PAUI

Les profils en travers levés pour les besoins de l'étude ont été comparés à ceux levés en 1998 et 2009, disponibles dans la précédente étude de cartographie de l'aléa inondation au droit des cours d'eau de Polynésie Française, Programme ARAI2 (2010).

Les profils en long du fond des rivières sont donnés en Annexe 7. Sur la PAUI, un approfondissement généralisé du fond du lit est observé en comparaison avec les données de 1998, mais le profil est assez similaire à celui de 2009 : **le lit semble s'être stabilisé**.

Deux endroits spécifiques du fond du lit mineur sur la PAUI sont remarquables en comparaison avec la donnée topographique de 2009 :

- Au niveau du PT18 (1295m), le lit mineur s'est enfoncé, ce qui peut s'expliquer par une érosion et des vitesses d'écoulements importantes au niveau d'un coude de la rivière;
- Au niveau de l'exutoire, le fond du lit mineur se rehausse depuis 1998, ce qui peut se traduire par une zone de dépôt sédimentaire des différentes particules charriées par la rivière et qui se dépose en aval. Ces dépôts successifs peuvent à terme former un cordon littoral et perturber le bon écoulement de la PAUI.

Jusqu'à 800m par rapport à l'exutoire, le fond du lit mineur se situe sous la profondeur 0m NGT : la PAUI est approfondie, ce qui expose fortement cette rivière à la hauteur du niveau d'eau du lagon. Son influence remonte assez haut dans la rivière, comme le montre l'analyse de Froude dans le paragraphe suivant.

4.2.6 REGIME HYDRAULIQUE ET ANALYSE DU RISQUE D'EROSION — PAUI

L'analyse du régime hydraulique (voir Annexe 8) montre que le cours d'eau de la PAUI est en régime torrentiel sur les 600 premiers mètres amont du secteur 1 (nombre de Froude >1, régime piloté par l'amont), et est en régime fluvial sur le reste de la rivière jusqu'à l'exutoire (nombre de Froude <1, régime piloté par l'aval). Le passage du régime fluvial au régime torrentiel se matérialise par la formation d'un ressaut hydraulique qui peut générer des affouillements localisés. Au niveau des ouvrages de la PAUI, un changement ponctuel de régime est observé (nombre de Froude >1), ce qui expose ces ponts au risque de ressaut hydraulique.

Concernant d'autres phénomènes d'érosion sur la PAUI, des pans d'érosions ont été observés lors de la visite de terrain (voir partie 4.1.1. Sur le reste du cours d'eau, les méandres sont également des zones où le risque d'érosion est plus fort, puisque la rive concave de la rivière est l'endroit où la vitesse du courant est maximale, et donc plus sensible à un risque d'érosion de la berge.

Le risque d'érosion est donc localisé sur la PAUI au niveau :

- De l'aval du pont de la RDC en rive droite (photo n°2 de la visite de terrain);
- Du coude de la rivière en amont du ponceau en rive droite (photo n°7);
- Des méandres successifs en amont (zone sensible au phénomène d'érosion).

SPEED 46 /132

4.3 Reconnaissance de terrain – AFEU

4.3.1 ENQUETE DE TERRAIN

De nombreuses photographies ont été réalisées le long du cours d'eau de l'AFEU les 20 et 28 février 2024, et leurs localisations sont résumés dans la figure ci-après.

SPEED 47 / 132

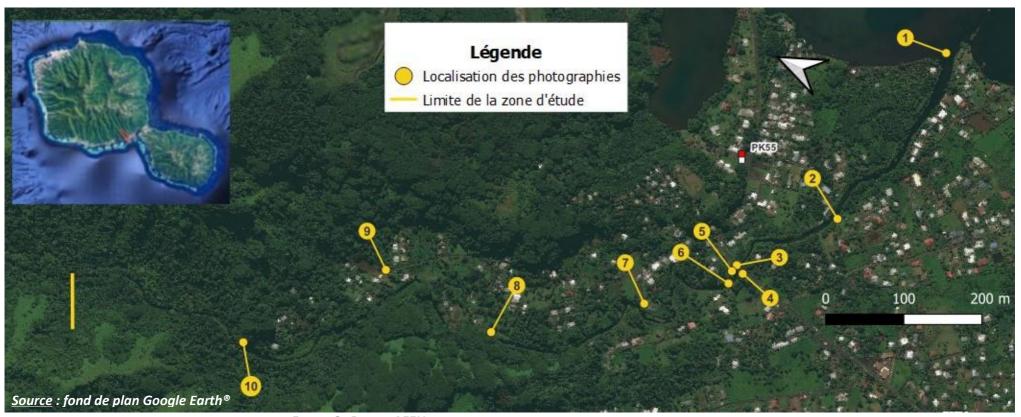


FIGURE 6: RIVIERE AFEU: PLAN DE SITUATION, LOCALISATION DES PRISES DE VUES

SPEED 48 / 132

> 1) Exutoire de l'AFEU

Au niveau de l'exutoire de l'AFEU, un muret ou bien quelques enrochements libres protègent la rive droite et gauche. La présence de nombreux embâcles (troncs d'arbres) est à noter sur les berges de la rivière, comme le montre la photographie n°1b avec la présence d'un d'arbres au sur les berges de l'exutoire. Ces obstacles peuvent impacter la bonne évacuation des eaux pluviales s'ils venaient à se retrouver au milieu de l'exutoire.



Photo 1a : Exutoire vu depuis la rive droite, présence de nombreux embâcles de types troncs d'arbres accumulés sur la rive gauche



Photo 1b : Présence d'embâcles en rive droite de l'exutoire de l'AFEU

2) Aval du pont de la RDC

En aval de la RDC, des enrochements importants dans un état moyen protègent les berges.en rive droite. Un muret d'environ 1m de haut a été ajouté au dessus afin d'empêcher des débordements sur les zones urbanisées. Toutefois, une partie du muret s'est affaissée, ce qui expose les terrains en aval lors des phénomènes de crue.

SPEED 49 /132



Photo 1a : Rive droite, effondrement d'une partie du muret de protection face aux crues



Photo 1b : Effondrement de certains enrochements se retrouvant dans le lit mineur

> 3), 4), 5) & 6) Pont de la RDC et ancien pont situés successivement sur l'AFEU

Sur la rivière AFEU, deux ponts sont situées successivement au niveau de la RDC :

- l'ancien pont qui a une ouverture arqué d'environ 13 x 3.5m, un tablier d'environ 50cm, et qui fait désormais office de passserelle pour les piétons. Le pont est dans un état moyen, et beaucoup de végétations se trouvent sur les begres et sur le pont, ce qui peut impacter le bon écoulement des crues de l'AFEU;
- le nouveau pont sur lequel les voitures peuvent circuler, avec une ouverture similaire pour un tablier d'épaisseur 1m. Il semble être dans un état correct, et présente moins de végétations

SPEED 50 /132



Photo 3 : Aval du pont de la RDC



Photo 4 : Effondrement de certains enrochements se retrouvant dans le lit mineurAmont du pont de la RDC et aval de l'ancien pont



Photo 5 : Amont de l'ancien pont de la RDC



Photo 6 : Enrochements très imposants en rive droite, amont de l'ancien pont de la RDC

> 7) Coude en amont de la RDC

SPEED 51 /132

En amont de la RDC, l'AFEU présente une section de 3 méandres successifs avec des angles importants (d'environ 180°). Les zones habitées sont très proches notamment en rive gauche : des enrochements conséquents en perrés-maçonnées ont donc été mis en place, et sont dans bon état. Des plages de dépôts sont également observées, ainsi que d'importantes traces d'érosion en rive droite

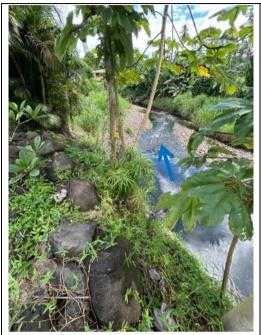


Photo 7a : Zones des coudes successifs de l'AFEU

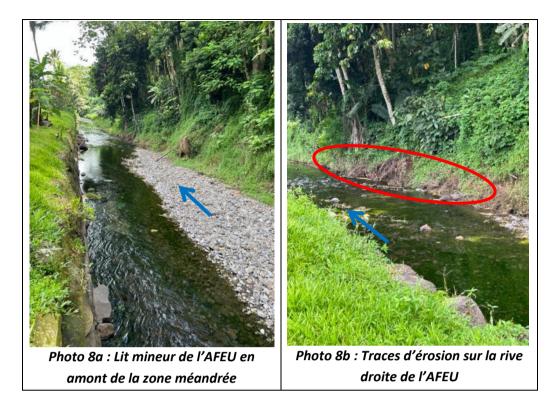


Photo 7b : Phénomènes d'érosion observé au niveau des coudes de l'AFEU

8) Zone en amont des méandres de l'AFEU

Sur la partie plus linéaire de l'AFEU, plusieurs habitations sont présentes en rive gauche. Des enrochements de taille moyenne ont donc été mis en place sur les berges habitées. En rive droite, les berges sont à l'état naturel, mais des traces d'érosion sont observables. De plus, une plage de dépôts est également présente le long de cette rive, ce qui concentre l'écoulement plutôt le long de la rive gauche, et accélère le phénomène d'érosion de cette berge.

SPEED 52 /132



> 9) Fossé dirigé vers l'AFEU

Un petit fossé est présent le long des zones habitées en rive gauche dans la vallée, et les eaux récupérées se rejettent dans l'AFEU par le biais d'un ouvrage cadre sous la route.



9) Amont de l'AFEU

SPEED 53 /132

La partie amont de l'AFEU est à l'état naturel, le lit mineur est large (d'une quinzaine de mètres). Les berges sont végétalisées mais pas enrochées. Des grandes plages de dépôts sont formées, ainsi que de nombreux rochers de taille moyenne sont présents dans le lit mineur, ce qui peut perturber le bon écoulement de la rivière. Des traces d'érosion sont également observées en rive droite.



Photo 10a : Lit mineur en amont de l'AFEU, rives à l'état naturel et présence de plages de dépôts au niveau des berges



Photo 10b : Traces d'érosion en rive gauche de l'AFEU

4.3.2 EVOLUTION MORPHOLOGIQUE DE LA RIVIERE AFEU

Les données photographiques fournies par la DAF ont permis d'analyser l'évolution et le comportement de la rivière AFEU depuis 1978. Le lit mineur a subi d'importantes modifications en amont du pont de la RDC. Les orthomosaïques sont présentées en Annexe 9.

Les observations sont résumées ci-après :

- 1. En aval du pont de la RDC, le lit mineur en 1978 est très méandré avant l'exutoire. En 2001, il est possible d'observer qu'un des méandres s'est déconnecté (de façon naturelle par débordement ou artificielle à la suite de travaux) : le lit mineur de l'AFEU est désormais droit et a été remblayé depuis 2006 ;
- 2. En aval direct du pont, un autre méandre a été remblayé entre 2001 et 2006 ;
- 3. En amont du pont, des travaux d'enrochements sont visibles en rive droite entre 2006 et 2020 afin de stabiliser la morphologie de l'AFEU.

L'urbanisation autour de la rivière est également très importante en comparaison avec 1978.

4.3.3 HYDRO-GEOMORPHOLOGIE DE LA RIVIERE AFEU

Sur le linéaire étudié, au vue des visites de terrain, l'AFEU peut se diviser en trois secteurs distincts :

SPEED 54 /132

Situation	Section caractéristique		
Situation	Section caracteristique	moyenne	
Secteur 1 (de 0 à 1150 en amont)	Berges naturelles, lit assez encombré par la présence de rochers de taille décimétrique	1.7%	
Secteur 2 (de 1150 à 2250m)	Berges très souvent enrochées, important méandres, lit moyennement dégagé	0.4%	
Secteur 3 (de 2250 à 2980m soit l'exutoire)	Berges avec enrochements, lit de la rivière dégagé	0.02%	

TABLEAU 13: MORPHOLOGIE DE L'AFEU, DELIMITATION EN 3 SECTEURS

Sur le tronçon étudié, deux ouvrages de traversée ont été répertoriés :

- Le pont cadre de la route de ceinture ;
- Le ponceau quasiment accolé au pont de la RDC, pour les piétons.

Le profil en long de la rivière est résumé en Annexe 10.

Après analyse du relief lors des visites de terrain et de la cartographie des sols de la vallée (cartographie du LTPP), il a été possible d'établir une carte hydro-géomorphologique de l'AFEU (DIA 009) résumant la

SPEED 55 /132

localisation du pont ainsi que les particularités pouvant impacter l'écoulement des eaux lors de débordements de la rivière :

- La vallée de la AFEU est plutôt étroit, les débordements seront donc assez diffus. Le cône de déjection de la rivière est également assez fin, le lit majeur étant assez étranglé entre le lagon et le lit majeur de la PAUI. ;
- La RT1 forme un talus entre le relief amont et aval, ce qui peut amener à une rétention des écoulements de l'AFEU en amont avant sa bonne évacuation en aval ;
- Zone en rive gauche au niveau de l'exutoire (zone de l'ancien méandre) marécageuse et avec un relief plus bas que la berge : cette zone est donc rapidement exposée aux problématiques de surverse marine mais aussi aux débordements de la rivière.

L'ensemble des observations faites sur les zones d'érosion est également représenté sur la carte hydrogéomorphologique, ainsi que la présence ou non des enrochements sur les berges de l'AFEU.

4.3.4 TEMOIGNAGES DES RIVERAINS – AFEU

Plusieurs enquêtes ont été menées auprès des riverains habitant aux alentours de la AFEU (voir Figure 7). Le tableau ci-dessous résume les principales observations et les principaux témoignages sur les 3 secteurs de la AFEU :

Secteur	Situation	Observations et témoignages
Secteur	PT11 : maison située en rive	Les propriétaires habitent la maison depuis plus de 5 ans.
n°1	gauche	Les berges sont naturelles. Aucun débordement n'a été noté sur la parcelle depuis 20 ans.
	(Témoignage 7)	
		Les propriétaires habitent la maison depuis plus de 30 ans.
	PT17 : maison située en rive gauche	Les berges sont enrochées, dans un état moyen. Des débordements sont survenus en décembre 2023, mais pas lors de la dépression NAT, avec des hauteurs d'eau de l'ordre de 0.6m. L'eau est boueuse et présente des embâcles lors des crues, avec
	(Témoignage 6)	des vitesses importantes. La problématique de l'érosion des berges est soulignée, ainsi que l'absence de curage des berges sur cette section.
		Les propriétaires habitent la maison depuis environ 5 ans.
	PT19:	
Secteur	maison située en rive	Les berges sont naturelles, dans un état moyen. Des débordements sont survenus
n°2	gauche	en décembre 2023, avec des hauteurs d'eau de l'ordre de 0.8m. L'eau est boueuse
		et présente des embâcles lors des crues, avec des vitesses importantes.
	(Témoignage 5)	La problématique de l'absence d'enrochements des berges est soulignée, ainsi que
		le coude en aval de la parcelle qui peut impacter le bon écoulement de la rivière.
		Les propriétaires habitent la maison depuis environ 5 ans.
	PT23:	
	maison située en rive	Les berges sont enrochées, dans un état moyen. De légers débordements sont
	gauche	survenus en décembre 2023, avec des hauteurs d'eau de l'ordre de 5cm. Lors de
		crue, l'eau est boueuse, avec des vitesses importantes.
	(Témoignage 4)	Des enrochements de berges se sont effondrés en rive droite, et plusieurs traces
		d'érosions sont observables sur cette section.
	PT33:	Les propriétaires habitent la maison depuis environ 1 an.

SPEED 56 /132

	maison située en rive droite	Les berges sont enrochées, dans un bon état. Aucun débordement n'a été noté sur
	droite	la parcelle.
	(Témoignage 3)	
		Les propriétaires habitent la maison depuis environ 20 ans.
		Les berges sont perrés-maçonnés, dans un état mauvais. Un muret a été mis en
	PT36:	place afin de protéger la rive droite des débordements, mais ce muret s'est
	maison située en rive	effondré.
Contain	droite	Des débordements sont fréquents, les derniers ayant eu lieu en décembre 2023 et lors de la dépression NAT en février 2024, avec des hauteurs d'eau de l'ordre de
Secteur n°3	(Témoignage 1)	0.8m. Lors de crue, l'eau est boueuse et présente de nombreux embâcles, avec des vitesses importantes.
		Depuis que le muret est effondré en 2000, les débordements sont très fréquents et inonde le reste du quartier.
		Les propriétaires habitent la maison depuis environ 25 ans.
	PT42 : maison située en rive droite	Les berges sont bétonnées, dans un bon état. Aucun débordement n'a été noté sur la parcelle depuis 25 ans en rive droite.
	(Témoignage 2)	La problématique de curage à l'exutoire est soulignée : de nombreux arbres abattus en rive gauche sont en attente d'être évacués (curage incomplet), ce qui peut
		impacter le bon écoulement s'ils ne sont pas évacués lors de la prochaine crue.

TABLEAU 14: ENQUETES DE TERRAIN MENEES SUR L'AFEU

SPEED 57 / 92

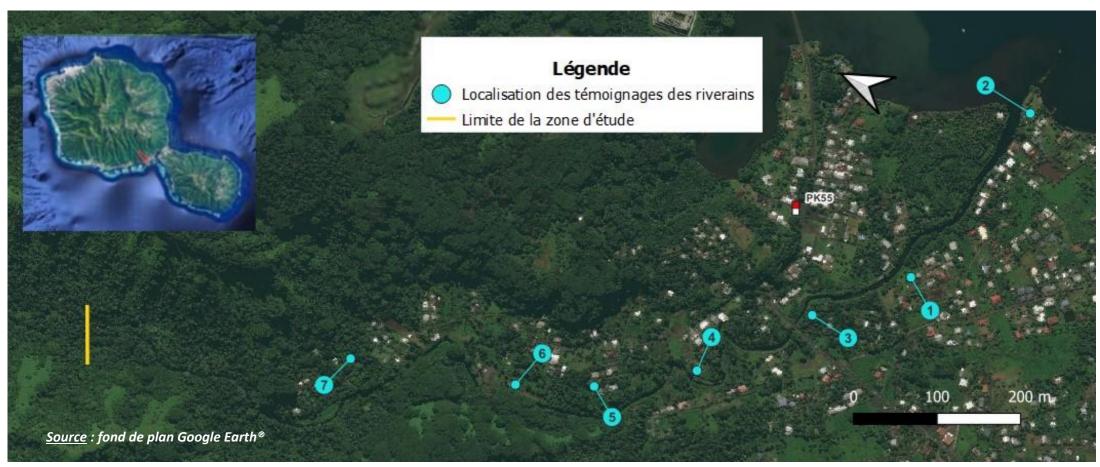


FIGURE 7: RIVIERE AFEU: LOCALISATION DES TEMOIGNAGES DES RIVERAINS

SPEED 58 / 92

4.3.5 ANALYSE COMPARATIVE DES TOPOGRAPHIES- AFEU

Les profils en travers levés pour les besoins de l'étude ont été comparés à ceux levés en 2009, disponibles dans la précédente étude de cartographie de l'aléa inondation au droit des cours d'eau de Polynésie Française, Programme ARAI2 (2010).

Les profils en long du fond des rivières sont donnés en Annexe 11. Sur l'AFEU, le profil est assez similaire à celui de 2009 : **le lit semble s'être stabilisé**.

Un endroit spécifique du fond du lit mineur sur l'AFEU est remarquable en comparaison avec la donnée topographique de 2009 :

 Au niveau de l'exutoire, le fond du lit mineur se rehausse, ce qui peut se traduire par une zone de dépôt sédimentaire des différentes particules charriées par la rivière et qui se dépose en aval. Ces dépôts successifs peuvent à terme former un cordon littoral et perturber le bon écoulement de l'AFEU.

Jusqu'à 1000m par rapport à l'exutoire, le fond du lit mineur se situe sous la profondeur 0m NGT : l'AFEU est, tout comme les 2 autres rivières, assez approfondie, ce qui expose fortement cette rivière à la hauteur du niveau d'eau du lagon. Son influence remonte assez haut dans la rivière, comme le montre l'analyse de Froude dans le paragraphe suivant.

4.3.6 REGIME HYDRAULIQUE ET ANALYSE DU RISQUE D'EROSION - AFEU

L'analyse du régime hydraulique (voir Annexe 12) montre que le cours d'eau de l'AFEU est en **régime torrentiel sur les 1000 premiers mètres amont du secteur 1** (nombre de Froude >1, régime piloté par l'amont), et est en **régime fluvial sur le reste de la rivière jusqu'à l'exutoire** (nombre de Froude <1, régime piloté par l'aval). Le passage du régime fluvial au régime torrentiel se matérialise par la formation d'un ressaut hydraulique qui peut générer des affouillements localisés.

Concernant d'autres phénomènes d'érosion sur l'AFEU, des pans d'érosions ont été observés lors de la visite de terrain (voir partie 4.1.1. Sur le reste du cours d'eau, les méandres sont également des zones où le risque d'érosion est plus fort, puisque la rive concave de la rivière est l'endroit où la vitesse du courant est maximale, et donc plus sensible à un risque d'érosion de la berge.

Le risque d'érosion est donc localisé sur la PAUI au niveau :

- De l'aval du pont de la RDC en rive droite (photo n°2 de la visite de terrain) ;
- Des méandres successifs en amont des ponts de la RDC (zone sensible au phénomène d'érosion + photo n°7);
- De l'amont des différents méandres successifs (photo n°8);
- Sur la partie la plus en amont de l'AFEU en rive droite (photo n°10).

SPEED 59 /132

5. MODELISATION HYDRAULIQUE

5.1 Logiciel de modélisation

La modélisation des trois rivières a été réalisée à l'aide du logiciel MIKE+ qui regroupe :

- La modélisation 1D du lit mineur afin d'analyser correctement les écoulements dans cette section de la rivière ;
- La modélisation 2D (modèle bidimensionnel) pour le lit majeur, qui permet de modéliser des écoulements multidirectionnels et de fournir des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement sur l'ensemble du lit majeur.

Le couplage des deux modèles se fait également sous l'interface de MIKE+ qui établit des relations entre le lit mineur et le lit majeur.

5.2 Lit mineur

5.2.1 IDENTIFICATION DU LIT MINEUR

Les lits mineurs modélisés correspondent aux trois rivières de la zone à savoir :

- Celui de la TITAAVIRI de l'exutoire jusqu'à 3515m en amont ;
- Celui de la PAUI de l'exutoire jusqu'à 2845m en amont ;
- Celui de l'AFEU de l'exutoire jusqu'à 2985m en amont ;

Les zones d'érosion identifiées dans la partie 4.1.6 sont à chaque fois considérées comme faisant partie du lit mineur, une zone tampon de 5m sur les berges (qui correspond à la bande de curage) étant incluse dans le lit mineur, ce qui classera automatiquement ces zones en aléa très fort lors de l'analyse de la cartographie de l'aléa. Sur les zones où la rivière présente des coudes, la zone tampon sera variable si la valeur du produit de la hauteur des berges par le ratio 3m de largeur – 2m de hauteur est supérieure à 5m.

5.2.2 AXES SECONDAIRES

Sur les 3 rivières, 5 axes secondaires ont été identifiés :

Sur la TITAAVIRI :

o Il correspond à la zone humide située en rive droite en aval du pont de la RDC. Lors d'une crue centennale, elle apparaitra en aléa fort sur la cartographie ;

- Sur la PAUI:

En amont, un bras de décharge a été identifié lors de la visite de terrain (photo n°11 de l'enquête de terrain). Ce dernier a été déconnecté suite aux aménagements de la commune de MATAIEA (réunion du 21/03/2024). Étant asséché, il ne sera pas pris en compte lors de la modélisation, mais une zone tampon en aléa fort de 2.5m de chaque côté du bras sera mis en place sur la cartographie de l'aléa inondation Q100 + 1m+embacles;

SPEED 60 /132

 Au niveau d'un coude, l'analyse des photographies aériennes fournies par la DAF a permis d'observer une zone présentant un glissement du terrain, et donc un potentiel axe secondaires avec des ruissellements amont dirigés vers la PAUI lors d'événements pluvieux : une zone tampon en aléa fort de 2.5m de chaque côté du bras sera mis en place sur la carte Q100 + 1m+embacles;

 Au niveau de la zone agricole en rive droite, un fossé important est observé au niveau des parcelles agricoles, et est dirigé vers la PAU : une zone tampon en aléa fort de 2.5m de chaque côté du bras sera mis en place sur la carte Q100 + 1m+embacles.

- Sur l'AFEU :

Au niveau de l'amont de l'AFEU, l'analyse des photographies aériennes fournies par la DAF a permis d'observer un bras secondaire pouvant drainer une partie des eaux pluviales de la vallée vers l'AFEU. N'étant pas en eau lors de la visite de terrain mais repéré par la DAF, une zone tampon sera mis en place sur la carte Q100 + 1m+embacles.

5.2.3 OUVRAGES HYDRAULIQUES

Le risque d'embâcles est envisagé pour le cours d'eau modélisé, en raison de berges libres en amont et d'une forte pente de la rivière qui peut charrier des roches ou du bois mort sur de longues distances en période de crue.

La modélisation des 5 ouvrages transversaux dans le logiciel a permis de prendre en compte le risque d'obstruction par embâcles, et a été modélisée lors de certains scénarios conformément aux attentes du CCTP. Dans ces scénarios, **leur ouverture et donc la section est diminuée de 50%**.

SPEED 61 /132

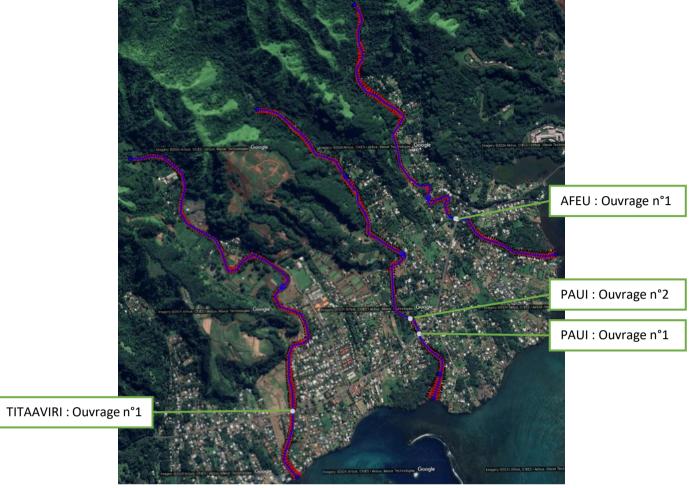


FIGURE 8: LIT MINEUR DES RIVIERES ET OUVRAGES HYDRAULIQUES MODELISES

5.2.4 COEFFICIENT DE RUGOSITE EN LIT MINEUR

Pour le lit mineur, les valeurs de coefficient de rugosité ont été fixées selon la nature des berges et leurs aménagements, en cohérence avec la bibliographie.

Sur les 3 rivières, les berges présentent régulièrement des enrochements, et le lit mineur est assez dégagé lorsque les berges sont libres. Le lit mineur est finalement assez homogène sur toute la longueur étudiée.

Par conséquent, il a été décidé d'attribuer à l'ensemble du lit mineur un coefficient de rugosité de 30 (lit végétalisé entretenu).

5.2.5 CONDITIONS LIMITES

5.2.5.1 Conditions limites amont - TITAAVIRI

Les hydrogrammes de crue ont été réalisés à partir d'une pluie remarquable enregistrée le 04 février 1998 à la côte 10 de la TITAAVIRI lorsqu'un limnimètre était encore installé. Le débit de crue de pointe observé étant égal à 308 m³/s, les hydrogrammes ont été construits à partir des valeurs de la modélisation spatialisée de la TITAAVIRI vue dans la partie 3.3 pour le calcul des débits Q10, Q50 ou Q100.

SPEED 62 /132

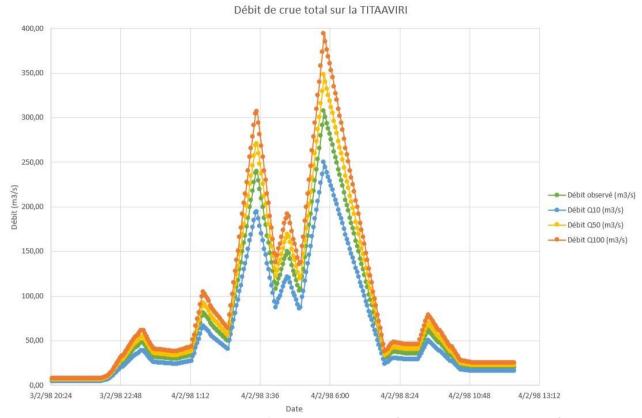


FIGURE 9: DEBIT DE CRUE TOTAL A L'EXUTOIRE - TITAAVIRI (OBSERVE, Q10, Q50 ET Q100)

L'hypothèse prise est celle d'une même pluie produisant un débit de crue en amont de la TITAAVIRI, ce qui produit le débit de crue total à l'exutoire.

Les conditions limites amont du modèle sont synthétisées dans le tableau suivant :

Bassin	versant	Type de condition limite	Débit de pointe observé Qobs (m³/s)	Débit de pointe Q10 (m³/s)	Débit de pointe Q50 (m³/s)	Débit de pointe Q100 (m³/s)	Point d'injection
							Amont de la
BV TIT	AAVIRI	Hydrogramme	308	250	348	394	TITAAVIRI, au
							niveau du PT1

TABLEAU 15: SYNTHESE DE LA CONDITION LIMITE AMONT

5.2.5.2 Conditions limites amont - PAUI

Les hydrogrammes de crue ont été réalisés à partir de la même pluie remarquable que celle enregistrée sur la TITAAVIRI. Les débits de crue seront ensuite transposés dans l'hydrogramme de crue.

Les hydrogrammes ont été construits à partir de la moyenne de plusieurs valeurs de la crue sur la PAUI vue dans la partie 3.3 pour le calcul des débits Qobs, Q10, Q50 ou Q100.

SPEED 63 /132

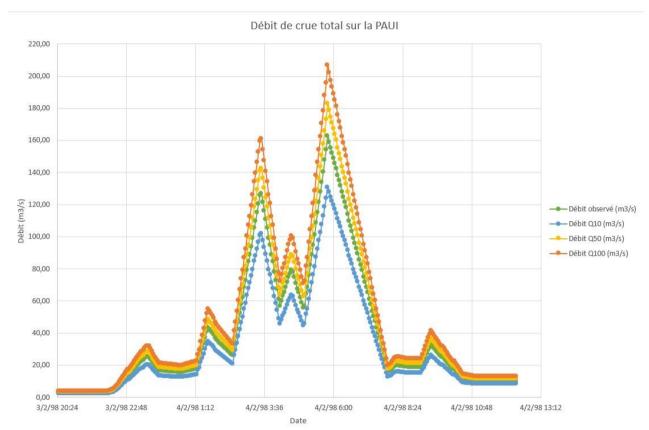


FIGURE 10: DEBIT DE CRUE TOTAL A L'EXUTOIRE – PAUI (OBSERVE, Q10, Q50 ET Q100)

L'hypothèse prise est celle d'une même pluie produisant un débit de crue en amont de la PAUI, ce qui produit le débit de crue total à l'exutoire.

Les conditions limites amont du modèle sont synthétisées dans le tableau suivant :

Bassin versant	Type de condition limite	Débit de pointe observé Qobs (m³/s)	Débit de pointe Q10 (m³/s)	Débit de pointe Q50 (m³/s)	Débit de pointe Q100 (m³/s)	Point d'injection
						Amont de la
BV PAUI	Hydrogramme	163	131	183	207	PAUI, au niveau
						du PT1

TABLEAU 16: SYNTHESE DE LA CONDITION LIMITE AMONT

5.2.5.3 Conditions limites amont - AFEU

Les hydrogrammes de crue ont été réalisés à partir de la même pluie remarquable que celle enregistrée sur la TITAAVIRI. Les débits de crue seront ensuite transposés dans l'hydrogramme de crue.

Les hydrogrammes ont été construits à partir de la moyenne de plusieurs valeurs de la crue sur l'AFEU vue dans la partie 3.3 pour le calcul des débits Qobs, Q10, Q50 ou Q100.

SPEED 64 /132

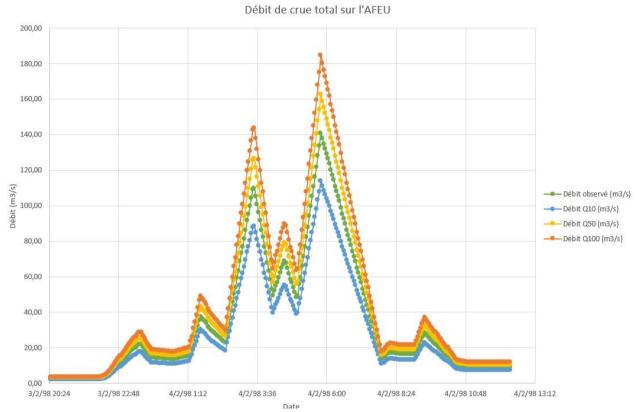


FIGURE 11: DEBIT DE CRUE TOTAL A L'EXUTOIRE - AFEU (OBSERVE, Q10, Q50 ET Q100)

L'hypothèse prise est celle d'une même pluie produisant un débit de crue en amont de la PAUI, ce qui produit le débit de crue total à l'exutoire.

Les conditions limites amont du modèle sont synthétisées dans le tableau suivant :

Bassin versant	Type de condition limite	Débit de pointe observé Qobs (m³/s)	Débit de pointe Q10 (m³/s)	Débit de pointe Q50 (m³/s)	Débit de pointe Q100 (m³/s)	Point d'injection
BV AFEU	Hydrogramme	141	114	163	185	Amont de l'AFEU,
DVALLO	linguiogiannine		114	103	103	au niveau du PT1

TABLEAU 17: SYNTHESE DE LA CONDITION LIMITE AMONT

5.2.5.4 Conditions limites aval

La condition limite aval correspond au niveau du lagon imposé à l'exutoire des 3 rivières étudiées. Conformément au CCTP, plusieurs niveaux marins avals seront modélisés à savoir :

- Un niveau aval normal: niveau du lagon à +0m NGT;
- Un niveau aval moyen (fortes pluies): niveau du lagon à +0,3m NGT;
- Un niveau aval haut (marée cyclonique): niveau du lagon à +1m NGT;
- Un **niveau aval haut avec prise en compte du niveau marin à l'horizon 2120** conformément aux prédictions du GIEC (marée cyclonique + changement climatique) : niveau du lagon à **+1,73m NGT**.

SPEED 65 /132

5.2.5.5 Tableau des conditions limites

L'ensemble des conditions limites pour les rivières sont résumées dans le tableau suivant :

		Q pointe (m³/s)			
	TITAAVIRI	PAUI	AFEU	lagon	
Crue maximale observée	308	163	141	+0 m NGPF	
Crue décennale	250	131	114	+0 m NGPF	
Crue cinquantennale	348	183	163	+0.3 m NGPF	
Crue centennale	394	207	185	+1 m NGPF	
Crue centennale + GIEC	394	207	185	+1.73 m NGPF	
Crue centennale + embâcles	394	207	185	+1 m NGPF	
Crue centennale + embâcles + GIEC	394	207	185	+1.73 m NGPF	

TABLEAU 18: ENSEMBLE DES CONDITIONS LIMITES DU MODELE

Afin d'être le plus contraignant possible lors des scénarios de modélisation, les débits de pointe sur chaque rivière seront modélisés sur le même pas de temps, ce qui permet d'apprécier au mieux les potentiels débordements se rejoignant sur certaines zones du lit majeur.

5.3 Lit majeur

5.3.1 Topographie et conditions limites

La topographie du lit majeur est modélisée à partir des données topographiques fournies par la DCA, à savoir le LIDAR de la zone d'étude pour la partie littorale couplé au MNT de TAHITI de 2013 pour la zone au fond de la vallée.

La zone 2D englobe l'ensemble du lit majeur des 3 rivières, puisqu'elle est délimitée par les versants montagneux à l'est et à l'ouest (condition limite fermée). Au sud, elle est délimitée par le lagon (condition limite selon le niveau aval considéré).

Cette zone est découpée en 85944 mailles triangulaires de 100m² au maximum, couvrant une superficie d'environ 553 Ha.

SPEED 66 /132



FIGURE 12: MAILLAGE DU DOMAINE 2D DES RIVIERES TITAAVIRI, PAUI ET AFEU

5.3.2 COEFFICIENT DE RUGOSITE EN LIT MAJEUR

Les coefficients de Manning-Strickler dans la zone 2D sont établis à partir de polygones qui correspondent à différentes occupations des sols :

Bâti & bâti public : K = 7;

Route de ceinture : K = 10 ;

• Routes secondaires : K = 8;

• Zones naturelles, non construites, espaces verts : K = 9.

5.4 Couplage lit majeur / lit mineur

Le couplage entre la modélisation 1D et 2D s'effectue également par le logiciel MIKE+ qui permet de définir différents type de liens entre le lit mineur et le lit majeur.

Les liens de couplage utilisés par MIKE+ sont des liens latéraux qui correspondent aux déversements entre les lits mineurs et majeurs. Ce déversement est modélisé par des lois de seuil automatisées, en fonction de la cote de la berge, de la cote du lit majeur et du niveau d'eau. Ce principe s'applique sur tout le linéaire étudié.

5.5 Calage du modèle

L'absence de mesures de débits récents sur cette rivière rend difficile le calage du modèle. La modélisation a donc été réalisée en prenant en compte les enquêtes de terrain et en essayant de valider les zones de débordements observés par les riverains.

SPEED 67 /132

6. ANALYSE CARTOGRAPHIQUE

6.1 Scénario modélisé

Plusieurs scénarios ont été modélisés dans le cadre de la cartographie de l'aléa inondation à savoir :

Scénario 1 : Crue maximale observé sur le cours d'eau (+0 m NGT) ;

Scénario 2 : Crue décennale avec un niveau aval normal (+0 m NGT) ;

Scénario 3: Crue cinquantennale avec un niveau aval moyen (+0,3 m NGT);

Scénario 4 : Crue centennale avec un niveau aval haut (+1 m NGT) ;

Scénario 5 : Crue centennale avec un niveau aval haut + élévation du niveau marin à l'horizon 2120 (+1,73m NGT) ;

Scénario 6 : Crue centennale avec un niveau aval haut (+1 m NGT) et prise en compte des embâcles ;

Scénario 7 : Crue centennale avec un niveau aval haut + élévation du niveau marin à l'horizon 2120 (+1,73m NGT) et prise en compte des embâcles.

6.2 Cartographie de l'aléa

6.2.1 CLASSIFICATION DE L'ALEA

Les cartographies d'aléa ont été établies sur la base des règles suivantes :

	Vitesse < 0,5 m/s	Vitesse > 0,5 m/s
Hauteur < 0,5m	Faible	Moyen
0,5m < Hauteur < 1m	Moyen	Fort
Hauteur > 1m	Fort	Très fort

TABLEAU 19: DEFINITION DES CLASSES D'ALEAS

Il est important de préciser que la précision des cartographies reste liée à la densité et à la précision de la topographie existante en lit majeur.

De plus, les différentes zones d'aléas ont fait l'objet d'une correction manuelle, afin de reclasser ou non certains périmètres : une tolérance de $\pm 0,1m$ pour les hauteurs et $\pm 0,1m/s$ pour les vitesses a été appliquée pour corriger et/ou reclasser certaines zones d'aléas.

6.2.2 PHENOMENE D'EROSION DES BERGES

Les zones d'érosion identifiées dans la partie 4.1.6 sont situées sur les berges de la rivière. Le lit mineur a été construit de telle sorte que les bandes d'érosion soient inclus dans le lit mineur (lit mineur allant jusqu'en tête de talus), ce qui classera automatiquement ces zones en aléa rouge lors de l'analyse de la cartographie de l'aléa.

SPEED 68 /132

6.3 Correction manuelle et lissage des cartographies

Plusieurs étapes de correction ont été effectuées sur les différentes cartographies de l'aléa inondation :

- 1. Extraction des données brutes de modélisation : comme vue dans la partie 5.3, le lit majeur correspond à un maillage triangulaire où chaque maille a une surface de 100m² maximum, et possède un couple hauteur/vitesse associé ;
- 2. Regroupement des mailles avec le même aléa: un traitement est effectuée sur le maillage contenant les données brutes, afin de réunir sous la forme d'un seul polygone plusieurs mailles voisines avec le même aléa (même couple hauteur/vitesse). Lors de cette opération, il peut apparaître des « trous » dans le maillage 2D, des vagues au niveau des limites entres deux polygones, ou des triangles ont pu être omis lors de l'interpolation en raison des critères considérés. Une reprise manuelle doit donc être effectuée par la suite;
- 3. Reprise du fichier interpolé, lissage et affinage des zones d'aléas: de façon manuelle, le fichier obtenu lors de la deuxième étape sera mis en comparaison avec les données brutes afin de lisser, d'affiner voire de reconstruire certaines zones d'aléas. Plusieurs exemples types de manipulation ont été effectués et sont présentées ci-dessous dans le cadre de la cartographie de l'aléa inondation pour le scénario Q100 +1.73 + embâcles:
 - Correction des zones présentant des trous et/ou d'autres polygones avec une taille inférieure à 1000 m²: lors de la présence de trous, le choix est fait de combler celui-ci avec la même couleur environnante afin d'homogénéiser la zone. De même, si un petit polygone est de couleur plus foncée que les alentours et qu'il ne correspond uniquement qu'à un faible nombre de mailles, il est reclassé dans un aléa plus faible :

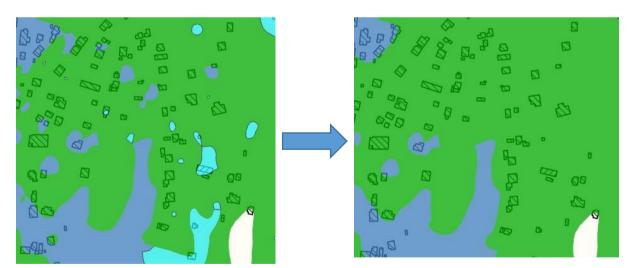


FIGURE 13 : CORRECTION DE LA CARTOGRAPHIE ALEA INONDATION : CORRECTION DES TROUS ET RECLASSIFICATION DE PETITES ZONES (SCENARIO Q100 +1 M)

Correction des zones de délimitation entre 2 couleurs: lors de l'interpolation, les limites entre deux couleurs peuvent être anguleuses voire pointues en raison du maillage triangulaire. Un lissage sera donc effectué en prenant compte des valeurs brutes issues de la modélisation. De plus, comme vue dans la partie 6.2.1, une tolérance de ±0,1m

SPEED 69 /132

pour les hauteurs et ± 0.1 m/s pour les vitesses a été appliquée pour corriger et/ou reclasser certaines zones d'aléas. Par exemple, une maille ou l'aléa hauteur est à 0.52 (>0.5) pourra être classée en vert plutôt qu'en bleu si la vitesse est inférieure ou égale à 0.5 m/s et si les autres mailles alentours sont en aléa faible (vert).

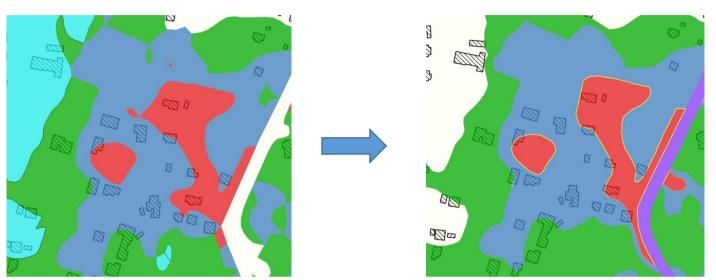


FIGURE 14 : CORRECTION DE LA CARTOGRAPHIE ALEA INONDATION : CORRECTION DES ZONES DE DELIMITATION ENTRE 2

COULEURS (SCENARIO Q100 +1M)

- <u>Mise en place de bandes de couleurs manquantes</u>: lors de l'interpolation, certaines zones sont uniquement rouges ou bleues, et ne présentent pas une continuité des aléas du type violet-rouge-bleu-vert, alors que c'est le cas sur les données brutes. La mise en place des bandes couleurs seront donc ajoutées manuellement en prenant compte des valeurs brutes issues de la modélisation.

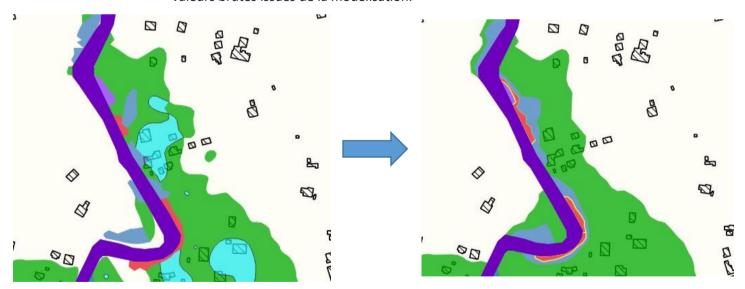


FIGURE 15 : CORRECTION DE LA CARTOGRAPHIE ALEA INONDATION : UNIFORMISATION ET MISE EN PLACE DE BANDES DE COULEURS MANQUANTES (SCENARIO Q100 +1M)

SPEED 70 /132

6.4 Analyse des résultats de modélisation

6.4.1 MECANISMES D'ECQUI EMENT EN CRUE DECENNALE

> TITAAVIRI

Au niveau du Secteur 1, des débordements en lit majeur de la rivière sont observés en rive gauche en aval de la carrière de la TITAAVIRI, au niveau du PT13. Les hauteurs d'eau sont importantes (>1m), mais les vitesses sont faibles (<0.5m/s).

Sur le Secteur 2, des débordements très localisés au niveau du méandre avant le lotissement Vaimarama sont observables en rive gauche (PT21, PT22 et PT23) mais ne se propagent pas en raison d'une hauteur suffisante du lit majeur face à la hauteur d'eau dans la rivière. En revanche, la zone en amont direct du pont de la RDC est très sensible aux débordements (PT33 à 37). La faible capacité de transit du pont fait remonter la ligne d'eau, et des débordements faibles (<0.5m) apparaissent sur une partie du lotissement, qui s'évacuent vers l'aval de la RDC dans la zone urbaine. En rive gauche, les débordements sont plus marqués : ils s'évacuent ensuite vers la zone humide en aval du Secteur 1. La ligne d'eau est observable en Annexe 13. Le débit d'entrée est écrêté d'environ $40m^3/s$ entre l'amont et l'aval du cours d'eau modélisé

> PAUI

Le Secteur 1 est impacté par de très faibles débordements considérés comme négligeables en raison de faibles hauteurs (<0.1m) et vitesses (<0.1m/s). Les débordements de la PAUI sont concentrés au niveau du Secteur 2 (PT25 à 32) où les débordements sont importants en rive droite et suivent l'ancien méandre de la PAUI qui a été réaménagé, et en rive gauche en amont de la passerelle. Les débordements s'évacuent ensuite sur les zones habitées en aval jusqu'au lagon. La ligne d'eau est observable en Annexe 14. Le débit d'entrée est écrêté d'environ 36m³/s entre l'amont et l'aval du cours d'eau modélisé

> AFEU

Les Secteur 1 & 2 sont impactés par de très faibles débordements considérés comme négligeables en raison de faibles hauteurs (<0.1m) et vitesses (<0.1m/s). Les débordements sont observés sur le Secteur 3 au niveau des enrochements et du muret effondrés en rive droite (hauteur d'eau variable sur la zone, compris entre 0 et 1m), et sur la zone marécageuse en rive gauche (hauteur d'eau <0.5m). La ligne d'eau est observable en Annexe 15. Le débit d'entrée est écrêté d'environ 20m³/s entre l'amont et l'aval du cours d'eau modélisé.

La carte de l'aléa inondation pour ce scénario est présentée sur le plan DIA 020.

6.4.2 Mecanismes d'ecoulement en crue maximale observée

> TITAAVIRI

Pour la crue maximale observée, les mécanismes de débordements sont similaires à ceux de la crue décennale pour les secteurs 1 & 2. Sur le secteur 3, les zones méandrées présente des zones d'aléas faibles à fort plus marquées, notamment en rive gauche en aval de la carrière de la TITAAVIRI (PT12 à PT19). La ligne d'eau est observable en Annexe 16. Le débit d'entrée est écrêté d'environ 56m³/s entre l'amont et l'aval du cours d'eau modélisé

SPEED **71 /132**

> PAUI

Les mécanismes de débordements sont similaires à la crue décennale : la partie avale est plus exposée au risque de débordements car les hauteurs d'eau déversées dans le lit majeur sont plus conséquentes. La ligne d'eau est observable en Annexe 17. Le débit d'entrée est écrêté d'environ 61m³/s entre l'amont et l'aval du cours d'eau modélisé

> AFEU

Les mécanismes de débordements sont similaires à la crue décennale : la partie avale est plus exposée au risque de débordements car les hauteurs déversées dans le lit majeur sont plus conséquentes. Au niveau des méandres en amont de la RDC, les hauteurs d'eau ne sont plus négligeables et un aléa faible à moyen peut être considéré. La ligne d'eau est observable en Annexe 18. Le débit d'entrée est écrêté d'environ 40m³/s entre l'amont et l'aval du cours d'eau modélisé

La carte de l'aléa inondation pour ce scénario est présentée sur le plan DIA 026.

6.4.3 MECANISMES D'ECOULEMENT EN CRUE CINQUANTENNALE

> TITAAVIRI

Lors d'une crue cinquantennale, des débordements conséquents sont observées en rive gauche au niveau des zones de méandres (hauteur d'eau >0.5m). Sur le secteur 2, le coude du méandre situé au niveau du stade de la TITAAVIRI génère des écoulements faibles (hauteurs d'eau <0.5) sur le lit majeur en rive gauche et se propage vers l'est. La rive droite au niveau des parcelles agricoles génère d'importants débordements (hauteurs d'eau >0.5 et vitesse comprise entre 0.1 et 0.7 m/s) qui s'évacuent vers la zone humide via l'ouvrage cadre, et le lotissement Vaimarama en rive gauche présente des niveaux d'eau faible à moyen, qui s'évacue en passant au-dessus de la RDC pour s'évacuer ensuite vers le lagon via les zones habitées en aval. A l'Est du lotissement Vaiata, un point bas dans le relief est observé, ce qui concentre une partie des écoulements provenant de l'amont à cet endroit, avec des hauteurs d'eau supérieures à 50cm. La ligne d'eau est observable en Annexe 19. Le débit d'entrée est écrêté d'environ 74m³/s entre l'amont et l'aval du cours d'eau modélisé.

> PAUI

Des débordements sont à noter sur le secteur 1, en amont du coude de la PAUI en rive gauche (hauteur d'eau comprise entre 0 et 0.5m en moyenne). Au niveau du coude, l'eau s'évacue sur une partie du lit majeur vers l'est et se dirige vers la RDC, et rejoins les écoulements en rive gauche du Secteur n°2, où les hauteurs d'eau sont variables : de0 à 1m. En rive droite, l'ancien méandre canalisé expose grandement la zone habitée du lit majeur de la PAUI, où les écoulements se dirigent vers la RDC et atteignent quasiment ceux de la TITAAVIRI à l'ouest. La ligne d'eau est observable en Annexe 20. Le débit d'entrée est écrêté d'environ 76m³/s entre l'amont et l'aval du cours d'eau modélisé.

> AFEU

Sur le secteur 1, des débordements sont classés désormais comme important au niveau du coude des méandres et en amont. La zone sensible du Secteur 1 est désormais plus conséquente en rive droite, où

SPEED 72 /132

les débordements rejoignent quasiment ceux de la PAUI. La ligne d'eau est observable en Annexe 21. Le débit d'entrée est écrêté d'environ 44m³/s entre l'amont et l'aval du cours d'eau modélisé.

La carte de l'aléa inondation pour ce scénario est présentée sur le plan DIA 021.

6.4.4 MECANISMES D'ECOULEMENT EN CRUE CENTENNALE

> TITAAVIRI

Sur le secteur 1, les méandres présentent tous désormais des plages de débordement localisées au niveau des virages ou des coudes en aval de la carrière de la TITAAVIRI. Les hauteurs sont importantes (hauteurs >1m à proximité directe du lit mineur) et les vitesses sont inférieures à 0.5m/s sur le lit majeur. Au niveau du coude situé à proximité du stade de la TITAAVIRI, l'écoulement se propage et rejoins même la zone urbaine en rive gauche de la PAUI ou si situait l'ancien lit de la rivière.

Sur le secteur 2, les parcelles agricoles sont fortement inondées et s'évacue par le biais de la zone humide, et le lotissement Vaimarama ainsi que l'aval de la RDC sont également touchés, avec des hauteurs d'eau comprises entre 0.5 et 1m. A l'Est du lotissement Vaiata, le point bas observé dans le relief concentre à nouveau une partie des écoulements provenant de l'amont à cet endroit, et les hauteurs d'eau sont cette fois-ci supérieures à 1,2m, d'où le déclassement en zone rouge.

Les scénarios avec la présence d'embâcles sur le pont de la TITAAVIRI ne sont pas plus contraignants, étant donné que la capacité de transit de l'ouvrage est initialement faible. Les débordements ne seront donc pas plus importants, la ligne d'eau étant très peu modifiée. La ligne d'eau est observable en Annexe 22. Le débit d'entrée est écrêté en moyenne de 100m³/s entre l'awal du cours d'eau modélisé sur ces scénarios.

> PAUI

Les mécanismes d'écoulement sont similaires à la crue cinquantennale, les hauteurs d'eau sont désormais plus importantes. L'enveloppe de crue de la PAUI est conséquente et rejoint celle de la TITAAVIRI à l'ouest sur la zone amont de la RDC, et celle de l'AFEU à l'est en aval de la RDC. Les débordements sont provoqués au niveau du coude en amont de la RDC sur le secteur 2, au niveau de l'ancien méandre canalisé et au niveau des berges de la passerelle en rive gauche. Le coude juste avant l'exutoire sur le secteur 1 est également une zone de débordement vers la zone habitée en aval de la RDC.

Lors des scénarios avec embâcles, les hauteurs d'eau augmentent au niveau de la passerelle en rive droite, cet ouvrage étant très contraignant avec une réduction de 50% de sa section. Avec un scénario ou le lagon est à +1.73m, la partie avale devient très sensible à la submersion et de nombreuses zones passent désormais en aléa rouge. La ligne d'eau est observable en Annexe 23. Le débit d'entrée est écrêté en moyenne de 90m³/s entre l'awal du cours d'eau modélisé sur ces scénarios.

> PAUI

Comme sur la TITAAVIRI, les méandres du secteur 1 présentent tous désormais des plages de débordement localisées au niveau des virages ou des coudes. La plage de débordement du secteur 1 en aval est aussi plus conséquente et rejoint même celle de la PAUI.

SPEED 73 /132

Lors des scénarios avec embâcles, les hauteurs d'eau augmentent au niveau du premier pont en rive droite, cet ouvrage étant contraignant avec une réduction de 50% de sa section. Avec un scénario ou le lagon est à +1.73m, la partie avale en rive droite notamment devient très sensible à la submersion et de nombreuses zones passent désormais en aléa rouge. La ligne d'eau est observable en Annexe 24. Le débit d'entrée est écrêté en moyenne de 75m³/s entre l'amont et l'aval du cours d'eau modélisé sur ces scénarios.

Les cartes de l'aléa inondation pour ces scénarios sont présentées sur les plans DIA 022, DIA 023, DIA 024A et DIA 025.

6.4.5 CAPACITE DE TRANSIT DES PONTS

Les tableaux en Annexe 34, Annexe 35 et Annexe 36 indiquent les débits à partir desquels des débordements se produisent au droit des principaux profils en travers levés.

Sur la TITAAVIRI, 29 profils en travers sur 46 ont une capacité de transit inférieure à la Q10 (débordement en rive gauche, en rive droite ou les deux) et 11 ont une capacité de transit supérieure à la Q100. Les points de débordements sont donc nombreux le long de cette rivière et vont mener à d'importants débordements sur le lit majeur.

Sur la PAUI, moins de profils en travers sont insuffisants, puisque seulement 11 profils sur 40 ont une capacité de transit inférieure à la Q10. Les points de débordements sont donc ponctuels et très localisés, produisant la grande majorité des inondations du lit majeur.

Sur l'AFEU, les débordements sont encore plus ponctuels avec seulement 2 profils sur 40 qui ont une capacité de transit inférieure à la Q10.

Concernant les ouvrages hydrauliques sur les rivières, les débits de premiers débordements sont résumés dans le tableau ci-dessous :

	Débit accepté dans l'ouvrage avec tirant d'air			
	Tirant d'air 0.8m	Tirant d'air 0.4m	Débit de pleine section	Remarques
			Section	Débordements observés à
				partir de la modélisation Q10
	79 m³/s	116 m³/s	158 m³/s	en amont du pont : pas de
TITA AVUDI .	<q10< td=""><td><q10< td=""><td><q10< td=""><td>surverse observés car la</td></q10<></td></q10<></td></q10<>	<q10< td=""><td><q10< td=""><td>surverse observés car la</td></q10<></td></q10<>	<q10< td=""><td>surverse observés car la</td></q10<>	surverse observés car la
TITAAVIRI :	fortement	fortement	fortement	hauteur de la chaussé est
Pont de la RDC	influencé par la	influencé par la	influencé par la	beaucoup plus haute que le
	hauteur du lagon	hauteur du lagon	hauteur du lagon	haut du tablier. Le pont est
				également sous influence
				lagonaire.
PAUI:	91 m³/s	115 m ³ /s	155 m³/s	Pas de débordements
	,	•	•	observés lors de la
Passerelle	<q10< th=""><th><q10< th=""><th>Q10 < CT < Q50</th><th>modélisation Q100, car un</th></q10<></th></q10<>	<q10< th=""><th>Q10 < CT < Q50</th><th>modélisation Q100, car un</th></q10<>	Q10 < CT < Q50	modélisation Q100, car un

SPEED 74 /132

				écrêtement du débit a lieu en
				amont sur le Secteur 2
				Pas de débordements
	125 m³/s	155 m³/s	190 m³/s	observés lors de la
PAUI:	<q10< th=""><th>Q10 < CT < Q50</th><th>Q50 < CT < Q100</th><th>modélisation Q100, car un</th></q10<>	Q10 < CT < Q50	Q50 < CT < Q100	modélisation Q100, car un
Pont de la RDC	fortement	fortement	fortement	écrêtement du débit a lieu en
Polit de la RDC	influencé par la	influencé par la	influencé par la	amont sur le Secteur 2
	hauteur du lagon	hauteur du lagon	hauteur du lagon	Le pont est sous influence
				lagonaire.
AFEU:	135 m³/s	175 m³/s	185 m³/s	Pas de débordements
Pont accolé au pont de	Q10 < CT < Q50	Q50 < CT < Q100	CT > Q100	observés lors de la
la RDC	Q10 < C1 < Q30	Q30 < C1 < Q100	CIZQIOO	modélisation Q100
AFEU :	145 m³/s	185 m³/s	>185 m³/s	Pas de débordements
	Q10 < CT < Q50	-		observés lors de la
Pont de la RDC		CT > Q100	CT > Q100	modélisation Q100

TABLEAU 20 : DEBITS DE PREMIERS DEBORDEMENTS DES OUVRAGES HYDRAULIQUES DE LA TITAAVIRI, DE LA PAUI ET DE L'AFEU

L'ouvrage de traversée de la TITAAVIRI est le plus sensible aux périodes de crues selon les modélisations, en raison de sa faible capacité de transit. Bien qu'aucune surverse n'est observé, il entre en charge et inonde les berges amont, et ce dès la crue Q10.

Pour les ponts de la PAUI, la capacité de transit n'est pas de l'ordre de la Q100. Lors des modélisations, aucun débordement n'a été observé au niveau de ces ouvrages car le débit arrivant sous les ponts est écrêté lors de la Q100 en raison des nombreux débordements amont. Lors des modélisations avec embâcles, la passerelle de la PAUI est très contraignante et des débordements sont observés.

Sur l'AFEU, les ouvrages de traversée ont une capacité de transit plutôt suffisante, même si l'objectif d'une capacité de transit Q100 avec 0.8m de tirant d'air n'est pas atteints, ce qui rend sensible ces ponts aux risques d'embâcles, comme le montre ces scénarios de modélisations où des débordements sont provoqués en amont.

L'influence du lagon est également à souligner sur ces ouvrages : les rivières étant souvent assez enfoncées avec plusieurs fils d'eau sous le niveau de la mer et l'écoulement aval étant en régime fluvial, la hauteur d'eau du lagon va impacter le niveau d'eau sous le pont.

6.5 Transport solide

Sur les 3 rivières, différents rochers de tailles décimétriques ont pu être observés dans les lits mineurs des rivières, notamment sur les secteurs les plus en amont. A l'inverse, peu de ces blocs rocheux ont été relevés sur les secteurs les plus en aval

Il y a donc une hétérogénéité au niveau de la répartition granulométrique le long des cours d'eau, ce qui peut s'expliquer par une pente beaucoup plus importante en amont qui permet de charrier plus facilement les gros blocs rocheux.

SPEED 75 /132

Lors des crues, les phénomènes d'érosion sont conséquents, avec des pans de berges de 1 à 3m qui sont ou ont été érodés par la selon le rapport photographique et les témoignages recueillis.

D'après la modélisation, les vitesses moyennes atteintes dans le cours d'eau sont les suivantes :

		Vitesse maxim	ale moyenne par s modélisations	secteur lors des		
		Q10 Q50 Q100 (+1r				
	Secteur 1	4,3	4,6	4,7		
TITAAVIRI	Secteur 2	3,2	3,4	3,5		
	Secteur 3	3,2	3,3	3,0		
	Secteur 1	4,1	4,6	4,8		
PAUI	Secteur 2	2,9	3,1	3,2		
	Secteur 3	2,4	2,6	2,4		
	Secteur 1	4,5	5,1	5,3		
AFEU	Secteur 2	3,3	3,6	3,7		
	Secteur 3	2,6	2,9	2,8		

TABLEAU 21: VITESSES MAXIMALES MOYENNES DANS CHAQUE SECTEUR HYDRO GEOMORPHOLOGIQUE DES RIVIERES SELON LES SCENARIOS MODELISES

Pour les secteurs 1 et 2 de chaque rivière, les valeurs maximales moyennes sont toutes supérieures à 3m/s, valeur maximale admissible pour des berges non revêtues. Sur le secteur 1, les vitesses restent encore importantes sur la PAUI et l'AFEU mais sont en dessous de la valeur seuil. En revanche, l'aval de la TITAAVIRI reste fortement exposé.

Ces valeurs montrent la nécessité de protéger les berges contre l'érosion car les vitesses atteintes sont supérieures à 3m/s sur une grande partie de ces cours d'eau.

SPEED 76 /132

7. COMPARAISON AVEC LES PRECEDENTES ETUDES

Plusieurs études antérieures ont été mises à disposition par la DCA, à savoir :

• Cartographie de l'aléa inondation au droit des cours d'eau de Polynésie Française, Programme ARAI2, Cours d'eau : PAUI et TITAAVIRI, EGIS Eau (2010) ;

• Cartographie de l'aléa inondation au droit des cours d'eau de Polynésie Française, Programme ARAI2, Cours d'eau : AFEU, EGIS Eau (2010).

Ces études précédentes portaient sur les parties avales des rivières mais remontaient moins loin dans les vallées que la présente étude. Les conclusions faites étaient les suivantes :

> TITAAVIRI:

• Enveloppe de crue importante en rive gauche et droite en aval de la RDC. En comparaison avec la présente étude, les zones et points de débordements sont assez similaires et les mêmes zones sensibles sont mises en évidence, à savoir la zone humide en rive droite de la TITAAVIRI (aléa fort), les parcelles agricoles (aléa fort à faible) en amont de la RDC ou encore le lotissement Vaimarama (aléa fort à faible). Les légères différences de valeur de l'aléa peuvent s'expliquer sur cette zone par les données MNT considérées pour le lit majeur, qui sont plus récentes que dans les anciennes études : le relief a pu être modifié ponctuellement sur la plaine urbanisée.

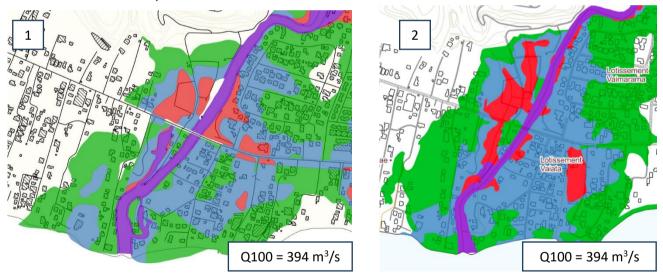


FIGURE 16 : COMPARAISON N°1 DE LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION AVEC LES ETUDES PRECEDENTES : TITAAVIRI
- SCENARIO Q100+1M : 1) CARTOGRAPHIE EGIS (2010) ; 2) CARTOGRAPHIE DE LA PRESENTE ETUDE

• En amont du lotissement Vaimarama, les débordements sur la plaine urbanisée sont identiques: ils s'écoulent au niveau du stade du stade de la TITAAVIRI et rejoignent l'enveloppe de crue de la PAUI. En aval, une zone à l'est du lotissement Vaimarama présentait des débordements faibles lors d'une Q100. Dans la présente étude, cette parcelle s'est urbanisée et le relief a donc été modifié, ce qui a fait reculer la propagation de la crue à l'est en amont de la RDC.

SPEED 77 /132

En amont du stade de la TITAAVIRI jusqu'à la carrière, des différences majeures de débordements sont observés au niveau du lit majeur. Cela peut s'expliquer par des modifications conséquentes du relief: entre 2010 et 2024, les routes sur les cartographies sont différentes sur cette zone, ce qui témoigne d'un réaménagement. En amont, la carrière peut également avoir joué un rôle dans la modification du lit de la rivière et de son lit majeur.

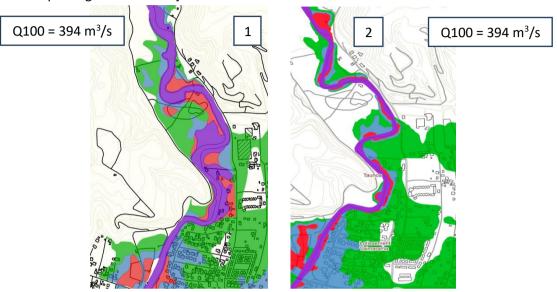


FIGURE 17 : COMPARAISON N°2 DE LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION AVEC LES ETUDES PRECEDENTES : TITAAVIRI
- SCENARIO Q100+1M : 1) CARTOGRAPHIE EGIS (2010) ; 2) CARTOGRAPHIE DE LA PRESENTE ETUDE

➢ PAUI:

• Enveloppe de crue importante en rive gauche et droite en aval de la RDC. En comparaison avec la présente étude, les zones et points de débordements sont assez similaires et les mêmes zones sensibles sont mises en évidence, à savoir la zone humide en rive droite de la TITAAVIRI (aléa fort), les parcelles agricoles (aléa fort à faible) en amont de la RDC ou encore le lotissement Vaimarama (aléa fort à faible). Les légères différences de valeur de l'aléa peuvent s'expliquer sur cette zone par les données MNT considérées pour le lit majeur, qui sont plus récentes que dans les anciennes études : le relief a pu être modifié ponctuellement sur la plaine urbanisée.

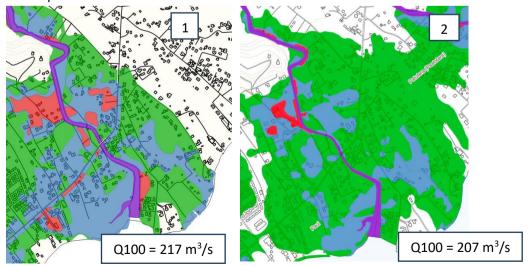


FIGURE 18 : COMPARAISON N°1 DE LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION AVEC LES ETUDES PRECEDENTES : PAUI - SCENARIO Q100+1M : 1) CARTOGRAPHIE EGIS (2010) ; 2) CARTOGRAPHIE DE LA PRESENTE ETUDE

SPEED 78 /132

• En amont de la rivière en rive gauche, une zone de débordement conséquente est mise en évidence lors de l'étude de 2010. Dans la présente étude, cette zone semble beaucoup moins exposée au risque d'inondations. Cette différence peut s'expliquer par la déconnection de l'axe secondaire qui selon la commune de MATAIEA (réunion 21/03/2024) a été effectué lors de travaux d'aménagements en 2023 et n'est plus en eau comme le montre la photo n°11 de l'enquête de terrain. Ce secteur semble également plus urbanisé qu'en 2010, un réaménagement du lit majeur est donc probable, avec une évolution du relief qui a donc mené à limiter les écoulements sur la rive gauche de la PAUI.

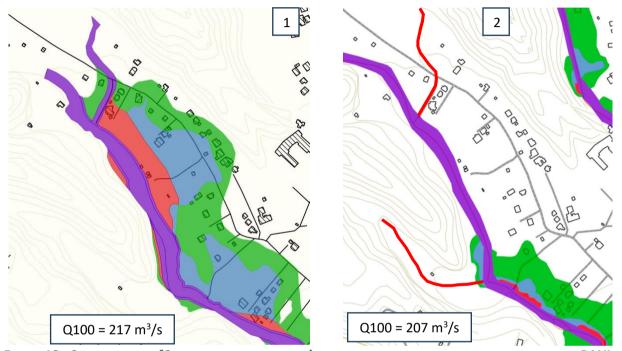


FIGURE 19 : COMPARAISON N°2 DE LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION AVEC LES ETUDES PRECEDENTES : PAUI - SCENARIO Q100+1M : 1) CARTOGRAPHIE EGIS (2010) ; 2) CARTOGRAPHIE DE LA PRESENTE ETUDE

> AFEU:

• Les zones de débordements du lit majeur sur l'AFEU sont similaires à ce qui a été modélisé en 2010 : les méandres sont des zones sensibles, ainsi que l'aval du pont de la RDC au niveau de l'ancien méandre en rive gauche et la ou les enrochements et le muret se sont effondrés en rive droite. Lors de la Q100, les débordements sur le lit majeur rejoignent ceux de la PAUI, il semblait donc pertinent de les modéliser de façon commune.

Les différences de modélisation sont observables au niveau de l'amont des 2 ponts : sur la présente étude, aucun débordement n'est provoqué en rive droite. Cela peut s'expliquer par les enrochements conséquents qui ont été mis en place sur la rive droite (photo n°6 de l'enquête de terrain), qui sont postérieurs à 2010, au regard des photographies et des explications de l'étude EGIS.

SPEED 79 /132

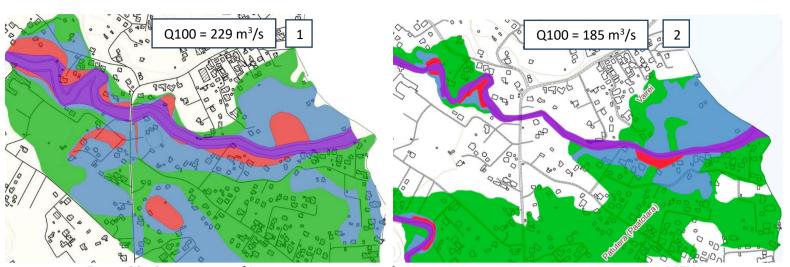


FIGURE 20 : COMPARAISON N°1 DE LA CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION AVEC LES ETUDES PRECEDENTES : AFEU - SCENARIO Q100+1M : 1) CARTOGRAPHIE EGIS (2010) ; 2) CARTOGRAPHIE DE LA PRESENTE ETUDE

SPEED 80 /132

8. PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS

Plusieurs sections de la VAITE ont été identifiées et nécessitent des aménagements afin de résoudre les problématiques de débordements observées lors des visites de terrain et lors des modélisations effectuées. Une priorité des aménagements a été établie avec une priorité haute (niveau 1) et une priorité moyenne (niveau 2), en fonction du zonage de l'aléa inondation et de la vulnérabilité des zones urbaines à proximité des secteurs identifiés.

Les sections de la VAITE nécessitant des aménagements sont résumées dans la figure ci-après, en considérant les propositions dans le cas du scénario Q100 + 1.73 m + embâcles.

Les propositions d'aménagements ont plusieurs objectifs :

- Objectif n°1 : protéger les habitations situées en zone d'aléa fort et très fort ;
- Objectif n°2 : régler la problématique des embâcles ;
- Objectif n°3 : rendre constructible les terrains situés en zone d'aléa fort ;
- Objectif n°4: stabiliser la protection des berges.

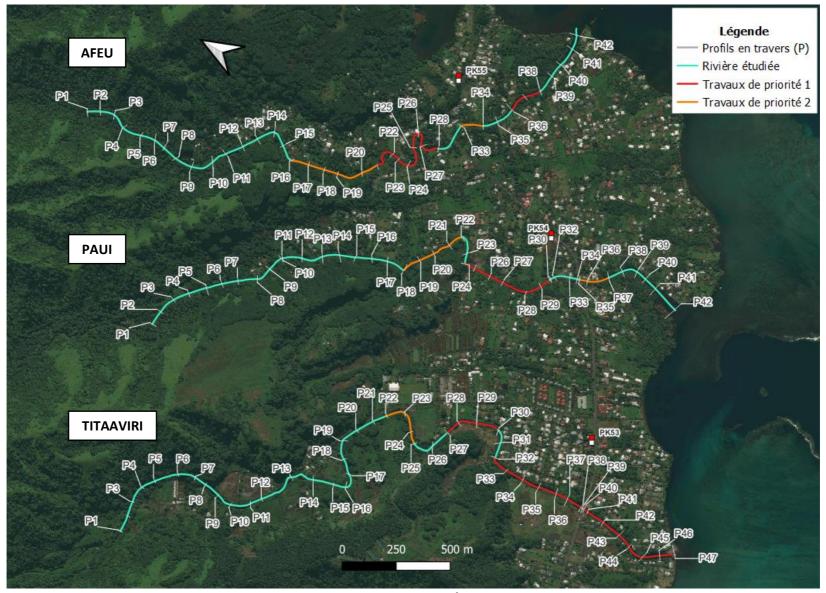


FIGURE 21: TRONÇONS NECESSITANT DE POTENTIELS TRAVAUX D'AMENAGEMENT LE LONG DES RIVIERES ETUDIEES

SPEED 82 / 92

Sur la TITAAVIRI, en raison de la présence de la carrière en amont, de fortes modifications peuvent subvenir sur cette partie du cours d'eau. Les aménagements proposés commenceront donc à partir du méandre au niveau du stade de la TITAAVIRI

8.1 Protection des berges

Deux types de protections sont envisageables afin de protéger les berges:

- Pose de gabions (cage en treillis métallique remplies de cailloux de type concassés ou galets);
- Pose d'enrochements naturels ou artificiels.

La profondeur d'ancrage de la protection sera déterminée en fonction des contraintes d'affouillement dépendant de la granulométrie du site. Cette profondeur sera plus importante au droit des virages et des singularités hydrauliques (ponts). Les avantages et inconvénients des deux solutions sont présentés cidessous :

	Avantages	Inconvénients			
Gabions	 Réutilisation des matériaux du site Emprise réduite, terrassement moins conséquent Bonne intégration paysagère 	 Durée de vie (corrosion des cages) Coût Résistance aux vitesses limitée 			
Enrochements	 Bonne intégration paysagère Durée de vie, Mise en œuvre, Coût 	 Difficulté d'approvisionnement, Emprises et terrassement importants 			

TABLEAU 22: AVANTAGES / INCONVENIENTS DE LA MISE EN PLACE DE GABIONS ET D'ENROCHEMENTS

8.2 Augmentation de la capacité de transit

Différentes solutions sont envisageables pour augmenter la capacité de transit du cours d'eau :

- Recalibrage de la rivière et rehausse de berges ;
- Aménagement d'un lit moyen (création d'une zone de débordement contrôlée);
- Création d'un canal de décharge.

Compte tenu des débits de projets et des volumes qu'il faudrait stocker en cas de crue, la solution canal de décharge serait trop consommatrice d'emprise. Cette solution n'a donc pas été étudiée.

Afin de gagner en capacité de transit, il peut être envisagé de :

- Curer le lit de la rivière en conservant la pente moyenne actuelle ;
- Recalibrer les sections avec suppression des atterrissements et élargir le cours d'eau ;
- Rehausser les berges de la rivière ;
- Mettre en place des batardeaux en tête de talus ;
- Remblayer les terrains limitrophes lorsque la rehausse de berges est trop conséquente.

Afin de conserver une capacité de transit suffisante, la rivière devra faire l'objet d'un suivi avec des opérations de curage régulières. Des repères de curage pourront être disposés dans la rivière.

SPEED 83 /132

Sur les rivières d'intérêt, des travaux d'élargissements semblent difficilement envisageables, soit en raison des nombreuses habitations se trouvant à proximité de la rivière sur la partie avale de la rivière, soit en raison de la proximité directe de la rivière avec le flan de vallée (coût d'aménagement très important). Cette solution n'a donc pas été étudiée.

La rehausse des berges est une solution avantageuse, qui peut être couplé avec l'aménagement des berges vu dans la partie précédente. La mise en place de batardeaux peut également être envisagé si l'enrochement des berges est jugé correct et en bon état et qu'il suffit d'une rehausse ponctuel sur les berges de la rivière.

Si la rehausse des berges conduit à des aménagements ponctuels trop conséquents (rehausse de la tête de talus des berges supérieure à 1m), une autre variante est de mettre en place une zone inondable en bordure de lit mineur.

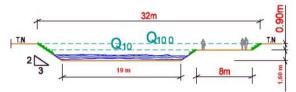


FIGURE 22: EXEMPLE DE CREATION D'UNE PLAGE DE DEBORDEMENT EN BORDURE DE COURS D'EAU

Cette solution permet de laisser une bande vide d'habitation en bordure de cours d'eau afin d'y implanter les aménagements suivants :

- Servitude de curage,
- Cheminement pour les piétons voire les automobilistes. Cette solution est très favorable du point de vue de son intégration paysagère et permettrait aussi pour la partie haute de clarifier et figer la position de la piste d'accès au fond de la vallée.

Compte tenu de son emprise, elle est à conseiller plutôt dans les zones encore libres d'habitations.

	Avantages	Inconvénients
Curage de la rivière	Travaux rapides et ponctuelsCoût	 Curage doit être régulier Capacité de transit qui augmente de façon très limitée après un curage
Rehausse de berge via gabion/enrochements	Voir partie précédente	Voir partie précédente
Rehausse de berge via batardeaux	Emprise réduiteCoût	 Durée de vie (corrosion) Résistance aux vitesses très limitée
Création d'une plage de débordements	 Bonne intégration paysagère Durée de vie, Réutilisation des matériaux du site 	Emprises et terrassement très importantsCoût

TABLEAU 23 : AVANTAGES / INCONVENIENTS DE LA MISE EN PLACE DE SOLUTIONS POUR L'AUGMENTATION DE LA CAPACITE DE TRANSIT

8.3 Gestion des embâcles et des ouvrages hydrauliques

Compte tenu du fort potentiel de formation d'embâcles dans les rivières et donc du risque d'obstruction des ouvrages des traversées, deux solutions sont envisageables :

• Rehausser les ouvrages de traversées,

SPEED **84 /132**

· Créer un piège à embâcles en amont

Une solution du bassin dégraveur / piège à embâcle en amont de la rivière permet d'empêcher le charriage et l'encombrement de rochers ou déchets verts jusqu'en amont du pont de la RDC. La principale difficulté est l'implantation de ce type d'équipements, qui doit se faire dans une zone inhabitée. Des débordements peuvent également être accentués au niveau du bassin en cas de défaut d'entretien sur le long terme. En raison de ces contraintes, cette solution n'a donc pas été étudiée.

8.3.1 REFECTION DE L'OUVRAGE DE LA TITAAVIRI : PONT DE LA RDC

La capacité de transit de l'ouvrage ne permet pas le passage de la crue centennale, sa capacité de transit est de l'ordre de la Q10.

Selon l'état du pont, qui sera déterminé par à un diagnostic structurel (établi par un BET spécialisé), la **réfection du pont est envisageable**. Un agrandissement en largeur et en hauteur de la passerelle serait nécessaire, afin d'avoir pour **objectif de protection la crue centennale avec +0.80m de tirant d'air**.

Les dimensions finales de la passerelle sont à confirmer par des levés complémentaires et une étude routière concernant le tracé routier.

8.3.2 Refection des ouvrages de la PAUI : Passerelle et Pont de la RDC

Bien qu'il n'y ait pas de débordement au niveau de ses ouvrages, le réaménagement des berges en amont produirait un débit plus important au niveau des ponts, ce qui les ferait désormais déborder en raison de leur capacité de transit faible, la capacité de transit étant comprise entre la Q10 et la Q50 pour la passerelle, et entre la Q50 et la Q100 pour le pont de la RDC.

Selon l'état du pont, qui sera déterminé par à un diagnostic structurel (établi par un BET spécialisé), la **réfection du pont est envisageable**. Un agrandissement en largeur et en hauteur de la passerelle serait nécessaire, afin d'avoir pour **objectif de protection la crue centennale avec +0.80m de tirant d'air**.

Les dimensions finales de la passerelle sont à confirmer par des levés complémentaires et une étude routière concernant le tracé routier.

8.3.3 REFECTION DES OUVRAGES DE L'AFEU: ANCIEN PONT ET PONT DE LA RDC

Les capacités de transit de ces ouvrages a été jugés correctes lors de l'analyse des capacités de transit (de l'ordre de la Q100). Toutefois, ces derniers ont un fonctionnement dégradé avec la présence d'embâcles, en raison d'un faible tirant d'air disponible lors d'une crue centennale. Une réfection pourrait être envisagée, mais ces ouvrages sont moins prioritaires que ceux de la PAUI et celui de la TITAAVIRI.

Selon l'état du pont, qui sera déterminé par à un diagnostic structurel (établi par un BET spécialisé), la **réfection du pont est envisageable**. Un agrandissement en largeur et en hauteur de la passerelle serait nécessaire, afin d'avoir pour **objectif de protection la crue centennale avec +0.80m de tirant d'air**.

Les dimensions finales de la passerelle sont à confirmer par des levés complémentaires et une étude routière concernant le tracé routier.

SPEED 85 /132

9. FSTIMATION FINANCIFRE

Un curage sera systématiquement inclus dans l'estimation financière. En effet, Les reconnaissances menées dans le cadre de cette étude ont mis en évidence la nécessité d'entretenir la végétation présente en bordure du lit de la rivière. Sur de nombreux secteurs la végétation peut potentiellement réduire les sections d'écoulement et risquer d'augmenter la fréquence d'exposition au risque inondation des zones vulnérables.

Un entretien périodique devra être favorisé par la création d'accès au lit de la rivière. La fréquence d'entretien proposée est la suivante :

- Un entretien complet tous les 3 ans : élagage et tronçonnage des arbres pouvant former embâcle;
- Un passage avant chaque saison cyclonique : gestion de la végétation, évacuation des encombrants, identification des affouillements au droit des ouvrages de protection de berges, ...

Les aménagements proposés ont défini au stade APS. La stabilité des ouvrages de protections devra être dimensionnée à partir d'essais géotechniques.

Une topographie plus précise de la zone serait nécessaire afin de préciser davantage le calage des cotes topographiques retenues. Les dimensions retenues pour le chiffrage sont également soumises aux résultats d'une expertise géotechnique.

Les tableaux suivants donnent une estimation du coût financier des travaux hors acquisitions foncières.

9.1 TITAAVIRI

En raison des vitesses importantes et du peu d'emprises disponibles, les solutions proposées sur les différents tronçons sensibles seront des rehausses de berges par le biais d'enrochements libres.

9.1.1 TRONÇON N°1 (PT22 A PT25)

➤ Rehausse des berges d'environ 50cm sur 240m— Enrochements libres

Rehausse des berges – Enrochements libres							
Travaux de protection entre les profils PT22 et PT25 (Priorité 2)	Unité	Quantitatif	Prix unitaire HT en F CFP	Prix HT en F CFP			
Curage du lit de la rivière	ml	240	5 000	1 200 000 XPF			
Enrochements en rive gauche	m ³	10890	15 000	163 350 000 XPF			
Géotextile	m ²	1980	2 000	3 960 000 XPF			
Déblai (reprofilage et calibrage)	m ³	7200	2 400	17 280 000 XPF			
Sous-total	185 790 000 XPF						
Divers et aléa 20%	37 158 000 XPF						
Installation de chantie	18 579 000 XPF						
Total	241 527 000 XPF						

Les berges en rive gauche sont conséquentes, mais des débordements sont observés au niveau du coude : la mise en place d'enrochements libres pourrait être une solution, coûteuse au regard des dimensions finales de la protection.

SPEED 86 /132

9.1.2 Tronçon 2 (P27 a PT30)

➤ Rehausse des berges d'environ 1m sur 200m – Enrochements libres

Rehausse des berges - enrochements libres					
Travaux de protection entre les profils PT27 et PT30 (Priorité 1)	Unité	Quantitatif	Prix unitaire HT en F CFP	Prix HT en F CFP	
Curage du lit de la rivière	ml	200	5 000	1 000 000 XPF	
Enrochements libres des berges en rive gauche	m ³	4800	15 000	72 000 000 XPF	
Géotextile	m ²	800	2 000	1 600 000 XPF	
Déblai (reprofilage et calibrage)	m ³	4800	2 400	11 520 000 XPF	
Sous-total	74 600 000 XPF				
Divers et aléa 20%	14 920 000 XPF				
Installation de chantier 10%				7 460 000 XPF	
Total				96 980 000 XPF	

Sur ce secteur, quelques débordements sont observés en rive gauche. La berge n'étant pas enrochée, il pourrait être judicieux de prolonger la mise en place de rochers sur cette berge jusqu'au coude au niveau du lotissement Vaimarama.

9.1.3 TRONÇON 3 (PT35 A PT38)

➤ Rehausse des berges d'environ 1m sur 450m – Enrochements libres

Travaux de protection entre les profils PT35 et PT38 (Priorité 1)	Unité	Quantitatif	Prix unitaire HT en F CFP	Prix HT en F CFP
Curage du lit de la rivière	ml	450	5 000	2 250 000 XPF
Enrochements libres des berges en rive droite	m ³	4219	15 000	63 281 250 XPF
Enrochements libres des berges en rive gauche	m ³	6075	15 000	91 125 000 XPF
Géotextile	m ²	3375	2 000	6 750 000 XPF
Déblai (reprofilage et calibrage)	m ³	3600	2 400	8 640 000 XPF
Réfection et agrandissement du pont de la RDC	m ²	700	500 000	350 000 000 XPF
Sous-total Sous-total	522 046 250 XPF			
Divers et aléa 20%	104 409 250 XPF			
Installation de chantier 10%				52 204 625 XPF
Total	678 660 125 XPF			

Ce secteur est le plus problématique sur la TITAAVIRI. Des rehaussements de berges peuvent être envisageables, mais les travaux seront conséquents et très coûteux puisque le pont est également à rénover. Une autre solution envisageable serait d'acquérir la zone agricole en rive droite afin d'aménager un véritable chenal de dérivation, mais cela nécessiterait des acquisitions foncières voire des expropriations.

9.1.4 TRONÇON 4 (P41 A PT47)

➤ Rehausse des berges d'environ 1m sur 400m – Enrochements libres

SPEED 87 /132

Rehausse des berges - Enrochements libres					
Travaux de protection entre les profils PT41 et PT47 (Priorité 1)	Unité	Quantitatif	Prix unitaire HT en F CFP	Prix HT en F CFP	
Curage du lit de la rivière	ml	400	5 000	2 000 000 XPF	
Enrochements libres des berges en rive droite	m ³	2400	15 000	36 000 000 XPF	
Enrochements libres des berges en rive gauche	m ³	5400	15 000	81 000 000 XPF	
Géotextile	m ²	2400	2 000	4 800 000 XPF	
Déblai (reprofilage et calibrage)	m ³	1600	2 400	3 840 000 XPF	
Sous-total	127 640 000 XPF				
Divers et aléa 20%	25 528 000 XPF				
Installation de chantier 10%				12 764 000 XPF	
Total				165 932 000 XPF	

Des rehausses de berges sont à mettre en place en aval notamment en rive droite, où il n'y a pas d'enrochements à l'aval du pont, ou à proximité de l'exutoire ou ces derniers se sont effondrés.

9.2 PAUI

En raison des vitesses importantes et du peu d'emprises disponibles, les solutions proposées sur les différents tronçons sensibles seront des rehausses de berges par le biais d'enrochements libres.

9.2.1 Tronçon n°1 (PT18 a PT22)

➤ Rehausse des berges d'environ 1m – Enrochements libres

Rehausse des berges – Enrochements libres					
Travaux de protection entre les profils PT18 et PT22 (Priorité 2)	Unité	Quantitatif	Prix unitaire HT en F CFP	Prix HT en F CFP	
Curage du lit de la rivière	ml	300	5 000	1 500 000 XPF	
Enrochements en rive gauche	m ³	13613	15 000	204 187 500 XPF	
Géotextile	m ²	2475	2 000	4 950 000 XPF	
Déblai (reprofilage et calibrage)	m ³	9000	2 400	21 600 000 XPF	
Sous-total	232 237 500 XPF				
Divers et aléa 20%	46 447 500 XPF				
Installation de chantier 10%				23 223 750 XPF	
Total				301 908 750 XPF	

Les berges en rive gauche sont conséquentes, mais des débordements sont observés à l'amont du coude : la mise en place d'enrochements libres pourrait être une solution, coûteuse au regard des dimensions finales de la protection.

9.2.2 Tronçon n°2 (PT24 a PT30)

➤ Rehausse des berges d'environ 1m – Enrochements libres

SPEED 88 /132

Rehausse des berges - Enrochements libres

Travaux de protection entre les profils PT24 et PT30 (Priorité 1)	Unité	Quantitatif	Prix unitaire HT en F CFP	Prix HT en F CFP
Curage du lit de la rivière	ml	200	5 000	1 000 000 XPF
Enrochements libres des berges en rive droite	m ³	6075	15 000	91 125 000 XPF
Enrochements libres des berges en rive gauche	m ³	6075	15 000	91 125 000 XPF
Géotextile	m ²	4050	2 000	8 100 000 XPF
Déblai (reprofilage et calibrage)	m ³	1600	2 400	3 840 000 XPF
Réfection et agrandissement de la passerelle	m ²	200	500 000	100 000 000 XPF
Sous-total	295 190 000 XPF			
Divers et aléa 20%	59 038 000 XPF			
Installation de chantier 10%				29 519 000 XPF
Total	383 747 000 XPF			

Ce secteur est le plus problématique sur la PAUI. Des rehaussements de berges peuvent être envisageables ainsi que la déconnection de l'ancien lit mineur sur la zone habitée en rive droite. Les travaux seront conséquents et coûteux puisque la passerelle (privée) est également à rénover.

9.2.3 TRONÇON N°3 (PT35 à PT37)

Rehausse des berges d'environ 1m en rive droite – Enrochements libres

Rehausse des berges - Enrochements libres

Travaux de protection entre les profils PT35 et PT37 (Priorité 1)	Unité	Quantita tif	Prix unitaire HT en F CFP	Prix HT en F CFP
Curage du lit de la rivière	ml	125	5 000	625 000 XPF
Enrochements libres des berges en rive droite	m ³	422	15 000	6 328 125 XPF
Géotextile	m ²	563	2 000	1 125 000 XPF
Déblai (reprofilage et calibrage)	m ³	1000	2 400	2 400 000 XPF
Réfection et agrandissement du pont de la RDC	m ²	600	500 000	300 000 000 XPF
Sous-total	310 478 125 XPF			
Divers et aléa 20%	62 095 625 XPF			
Installation de chantier 10%				31 047 813 XPF
Total	403 621 563 XPF			

L'effondrement des roches des berges en rive droite nécessite leur réfection, et une rehausse peutêtre envisagée afin de limiter les débordements sur ce secteur. Le pont de la RDC devra être également réaménagé, la capacité de transit étant inférieure à la crue centennale.

9.3 AFEU

En raison des vitesses importantes et du peu d'emprises disponibles, les solutions proposées sur les différents tronçons sensibles seront des rehausses de berges par le biais d'enrochements libres.

9.3.1 TRONÇON N°1 (PT16 à PT21)

Rehausse des berges d'environ 50cm en rive gauche – Enrochements libres

SPEED 89 /132

Rehausse des berges – Enrochements libres				
Travaux de protection entre les profils PT16 et PT21 (Priorité 2)	Unité	Quantitatif	Prix unitaire HT en F CFP	Prix HT en F CFP
Curage du lit de la rivière	ml	400	5 000	2 000 000 XPF
Enrochements en rive gauche	m ³	5400	15 000	81 000 000 XPF
Géotextile	m ²	1800	2 000	3 600 000 XPF
Déblai (reprofilage et calibrage)	m ³	12000	2 400	28 800 000 XPF
Sous-total Sous-total				115 400 000 XPF
Divers et aléa 20%				23 080 000 XPF
Installation de chantier 10%				11 540 000 XPF
Total			150 020 000 XPF	

Les traces d'érosion réelles et les débordements observés lors de modélisation conduit à la mise en place de berges enrochées et surélevées d'environ 50cm.

9.3.2 TRONÇON N°2 (PT21 à PT28)

➤ Rehausse des berges d'environ 1m – Enrochements libres

Rehausse des berges - Enrochements libres

- Rendusse des berges Embenements hares				
Travaux de protection entre les profils PT21 et PT28 (Priorité 1)	Unité	Quantitatif	Prix unitaire HT en F CFP	Prix HT en F CFP
Curage du lit de la rivière	ml	400	5 000	2 000 000 XPF
Enrochements libres des berges en rive droite	m ³	3750	15 000	56 250 000 XPF
Enrochements libres des berges en rive gauche	m ³	3675	15 000	55 125 000 XPF
Géotextile	m ²	4050	2 000	8 100 000 XPF
Déblai (reprofilage et calibrage)	m ³	3200	2 400	7 680 000 XPF
Sous-total				129 155 000 XPF
Divers et aléa 20%				25 831 000 XPF
Installation de chantier 10%				12 915 500 XPF
Total				167 901 500 XPF

La réfection de ce secteur est compliquée à mettre en place, en raison des fortes hauteurs de berges dans le méandre ainsi que les habitations à proximité.

9.3.3 TRONÇON N°3 (PT33 A PT34)

Rehausse des berges d'environ 50cm en rive gauche et destruction de l'ancien pont – Enrochements libres

Rehausse des berges - Enrochements libres

Travaux de protection entre les profils PT33 et PT34 (Priorité 2)	Unité	Quantitatif	Prix unitaire HT en F CFP	Prix HT en F CFP
Curage du lit de la rivière	ml	125	5 000	625 000 XPF
Enrochements libres des berges en rive gauche	m ³	422	15 000	6 328 125 XPF
Géotextile	m ²	563	2 000	1 125 000 XPF
Déblai (reprofilage et calibrage)	m ³	1000	2 400	2 400 000 XPF
Destruction de l'ancien pont	m ³	200	500 000	100 000 000 XPF
Réfection et agrandissement du pont de la RDC	m ²	700	500 000	350 000 000 XPF

SPEED 90 /132

Sous-total Sous-total	460 478 125 XPF
Divers et aléa 20%	92 095 625 XPF
Installation de chantier 10%	46 047 813 XPF
Total	598 621 563 XPF

En aval du pont de la RDC, des débordements en rive gauche sont observés au niveau du coude de l'AFEU, d'où une potentielle rehausse de berges. Il pourrait être envisageable de détruire l'ancien pont accolé et de rénover l'autre, la capacité de transit de l'ancien pont étant limitante.

9.3.4 Tronçon n°4 (PT36 a PT38)

➤ Rehausse des berges d'environ 1mm en rive gauche – Enrochements libres

Rehausse des berges - Enrochements libres

nonwasse are verges = mountaine are es				
Travaux de protection entre les profils PT36 et PT38 (Priorité 1)	Unité	Quantita tif	Prix unitaire HT en F CFP	Prix HT en F CFP
Curage du lit de la rivière	ml	120	5 000	600 000 XPF
Enrochements libres des berges en rive droite	m ³	2205	15 000	33 075 000 XPF
Géotextile	m ²	1260	2 000	2 520 000 XPF
Déblai (reprofilage et calibrage)	m ³	960	2 400	2 304 000 XPF
Sous-total Sous-total				38 499 000 XPF
Divers et aléa 20%				7 699 800 XPF
Installation de chantier 10%				3 849 900 XPF
Total				50 048 700 XPF

En rive gauche, l'ancien muret s'est effondré depuis plus de 15ans, et de nombreux débordements sont soulignés par les riverains depuis qu'il s'est écroulé. Il serait donc judicieux de réaménager les berges en les surélevant d'1m.

SPEED 91 /132

10. CONCLUSION

Les rivières TITAAVIRI, PAUI et AFEU drainent des bassins versants importants. Le relief de la zone montre des cours d'eau globalement encaissés, avec des pentes importantes en amont, qui traverse ensuite une plaine côtière urbanisée.

La modélisation hydraulique en deux dimensions a mis en évidence le risque d'inondation dans plusieurs zones autour de ces rivières, et les résultats obtenus se recoupent et rejoignent les observations des riverains vivant autour de la rivière.

L'espace d'écoulement de la rivière est assez réduit : l'urbanisation de la plaine littorale contraint et empêche un éventuel agrandissement du lit, et certaines zones se retrouvent fortement exposées au risque d'inondation, avec notamment :

- En amont direct du pont de la RDC pour la TITAAVIRI, qui a une faible capacité de transit;
- En rive droite sur la PAUI ou l'ancien lit de la rivière a été canalisé et n'a pas été déconnecté :
- En aval de la RDC sur l'AFEU, ou les protections de berges se sont effondrés et n'ont pas été réparées au niveau de la passerelle en remontant dans la vallée.

De plus, l'ensemble des ouvrages hydrauliques traversant ces trois rivières semblent contraignants pour le bon écoulement des crues exceptionnelles, ce qui entraîne et favorise les débordements. Si ces derniers venaient à être corrigés, l'écoulement serait localement mieux guidé dans le lit. En revanche, il est possible d'envisager que l'impact d'un débit plus fort vers l'aval pourrait engendrer une réponse différente dans des sections actuellement protégées. La correction de la rivière doit s'envisager avec un point de vue global : une modification ponctuelle peut avoir un impact sur la partie avale et/ou amont de la rivière.

Le montant des investissements est élevé afin de corriger les écoulements dans chaque rivière. Ces cours d'eau nécessiteraient au final des recalibrages importants de type chenaux de dérivation, mais ces solutions demandent des emprises très conséquentes, impliquant de nombreux déplacements de populations (acquisition foncières voire expropriations), ce qui ne semble pas envisageable.

SPEED 92 /132

ANNEXE