



SERVICE DE L'URBANISME

CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION DANS LE CADRE DES PLANS DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS DE POLYNESIE FRANÇAISE

RIVIERE VAITEPIHA (TAIARAPU-EST)



Affaire n° 2054 19 EP

Date	Version	Rédaction	Validation	Modifications
16/10/2019	V1	GD	AV	Ajout proposition aménagement-



Société Polynésienne de l'Eau, de l'Electricité et des Déchets
82 chemin vicinal de Tipaerui – Papeete
BP2120 – 98713 Papeete – Tahiti – Polynésie française
Tél (+689) 40 50 81 81 – Fax (+689) 40 41 00 36 – Email : speed@speed.pf

TABLE DES MATIERES

I	CADRE DE L'ETUDE.....	5
1.1	Objectifs de l'étude.....	5
1.2	Périmètre de l'étude.....	6
1.3	Etudes et données existantes.....	7
II	TERRAIN.....	9
2.1	Données topographiques.....	9
2.2	Visite de terrain.....	10
2.3	Analyse géomorphologique du lit majeur.....	11
2.4	Morphologie du cours d'eau.....	14
2.5	Evaluation des ouvrages hydrauliques.....	16
III	ANALYSE HYDROLOGIQUE.....	18
3.1	Temps de concentration.....	18
3.2	Débits caractéristiques.....	18
3.3	Hydrogrammes de projet.....	19
IV	MODELISATION HYDRAULIQUE.....	20
4.1	Schéma typologique du modèle.....	20
4.2	Paramétrage du modèle.....	21
4.3	Calage du modèle.....	22
4.4	Scénarii de modélisation.....	22
V	ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DE CRUE.....	24

5.1	Débordement du lit mineur	24
5.2	Ecoulement en lit majeur.....	26
VI	CARTOGRAPHIE DE L'ALEA.....	31
6.1	paramètres de cartographie	31
6.2	Analyse par rapport à la cartographie précédente.....	32
VII	PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT	33
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	34
	ATLAS CARTOGRAPHIQUE.....	35

I CADRE DE L'ÉTUDE

1.1 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

En Polynésie française et à Tahiti plus particulièrement, les pressions démographique et foncière incitent à étendre et à densifier les constructions et les aménagements sur le bord de mer, dans les vallées et sur les reliefs. Cette évolution expose les populations à un risque de catastrophe naturelle de plus en plus important, conduisant le Pays à mettre en place progressivement depuis 2005 des Plans de Prévention des Risques naturels (PPR).

Les PPR sont des documents réalisés par le Service de l'Urbanisme réglementant l'utilisation des sols au regard des phénomènes naturels extrêmes auxquels ils peuvent être soumis. Ils ont pour objet l'analyse des aléas pouvant affecter un territoire, c'est-à-dire des probabilités d'occurrence de phénomènes naturels d'intensité extrême pour un lieu donné.

Dans le cas du risque inondation, la réalisation des PPR nécessite de cartographier l'aléa inondation pour des événements de différentes magnitudes de référence. Ceux-ci sont caractérisés par des périodes de retour allant de 10 à 100 ans, c'est-à-dire par des probabilités d'occurrence annuelle allant de 10 à 1%. Ces cartographies sont réalisées à partir d'expertises de terrain, d'études hydrologiques et de modélisations hydrauliques.

Ce rapport présente les résultats d'une étude réalisée par la Société Polynésienne de l'Eau, de l'Electricité et des Déchets (SPEED) dans le cadre du marché public n° 01/2018/SAU (Lot 3). Il porte sur la rivière Vaitepiha s'écoulant dans la commune de Tairapu-Est (district de Tautira) sur la presqu'île de Tahiti. Les objectifs de cette étude sont de :

- Simuler les débordements observés lors de crues remarquables sur ce cours d'eau,
- Définir la capacité d'évacuation maximale de son lit mineur,
- Définir l'extension, la hauteur et la vitesse d'écoulement des crues de référence en lit majeur,
- Evaluer le risque d'embâcle et ses conséquences possibles sur l'extension des inondations,
- Diagnostiquer succinctement les ouvrages hydrauliques existants,
- Proposer des aménagements permettant de réduire l'aléa inondation au droit de ce cours d'eau.

Après avoir brièvement introduit la zone d'étude, nous présentons les différentes observations de terrain qui nous permettront, avec l'analyse des données hydrologiques disponibles, de paramétrer un modèle hydraulique de la rivière Vaitepiha. Les résultats des simulations obtenus pour différents scénarii de crues caractéristiques sont ensuite analysés et traduits en cartographie d'aléa inondation.

Finalement, différentes propositions d'aménagement permettant la mitigation des risques d'inondation et d'érosion au droit de cette rivière sont évaluées au regard des enjeux de vulnérabilité identifiés le long du cours d'eau.

1.2 PERIMETRE DE L'ETUDE

La rivière Vaitepiha s'écoule dans la vallée de Tautira située dans le district du même nom (PK16.6, commune de Tairapu-Est) sur la presqu'île de Tahiti. Son bassin-versant s'étend sur une superficie de 32.880 km² et s'étire sur une distance maximale de 12 187 m. En sortie de vallée, elle longe un cordon sableux et forme deux chenaux distincts avant de se jeter dans la baie du Mouillage de Cook.

Le secteur d'étude concerne le tronçon aval du linéaire, où sont présentes les habitations, sur une longueur d'environ 3 000 m



Figure 1. Secteur d'étude et localisation du bassin-versant de la rivière Vaitepiha.
(fond de carte : Service de l'Urbanisme, Digitalglobe Inc. 2017)

CARACTERISTIQUES DU BASSIN-VERSANT	VAITEPIHA
Superficie	32.880 km ²
Plus long chemin hydraulique	12 187 m
Altitude maximale	1 184 m
Altitude minimale	0 m
Pente moyenne	10 %
Pente moyenne pondérée	1.78%

Tableau 1. Principales caractéristiques du bassin-versant de la rivière Vaitepiha.

1.3 ETUDES ET DONNEES EXISTANTES

Le bassin-versant de la rivière Vaitepiha est équipé et suivi par le GEGDP. Une station comprenant un limnigraphe et une échelle fut installée sur la rivière en 1970. Elle connut de nombreuses modifications au gré des travaux de curage et des extractions dans la rivière.

Différentes études, monographiques ou régionales, apportent également des éléments utiles à l'analyse de ce cours d'eau :

- En 1995, une première étude statistique sur 25 années d'observations propose les débits caractéristiques suivants, issus d'une loi de GUMBEL (loi la mieux ajustée)
 - 390 m³/s pour la crue décennale (Q10),
 - 520 m³/s pour la crue cinquantennale (Q50)
 - 570 m³/s pour la crue centennale (Q100).
- Une étude de 2003, rajoutant 8 années d'observations (donc 33 au total), fournit les débits de projet suivants, toujours issus de la loi de GUMBEL :
 - 391 m³/s pour la crue décennale (Q10),
 - 521 m³/s pour la crue cinquantennale (Q50)
 - 576 m³/s pour la crue centennale (Q100).
- Pour cette station, les Plus Hautes Eaux (PHE) connues auraient été atteintes lors du cyclone Veena en avril 1983. Le débit atteint alors, estimé à 550 m³/s (dont 450 m³/s transitant sous l'ouvrage de la RDC), serait supérieur à la crue cinquantennale selon Danloux (les indications de l'annale de l'ORSTOM indiquent 676 m³/s pour Veena mais ces valeurs ont ensuite été recorrigées par l'ORSTOM).
- La crue du 20/12/1998 est estimée à 320 m³/s par Danloux dans une note spécifique au GEGDP.

- En 2005, Philippe Stollsteiner propose d'utiliser la méthode rationnelle pour estimer le débit de crue décennale et d'extrapoler cette valeur au moyen de la méthode du gradex pour estimer le débit de crue centennale. Pour la rivière Vaitepiha, les valeurs de débits caractéristiques ainsi obtenus sont $405 \text{ m}^3/\text{s}$ (Q10) et $698 \text{ m}^3/\text{s}$ (Q100), pour un coefficient de ruissellement estimé à 0.5 sur ce bassin-versant.
- Par ailleurs, le Service de l'Urbanisme dispose d'un ensemble de données couvrant la totalité de Tahiti qui seront également mobilisées dans cette étude : Une ortho-photographie satellite WorldView3 de 2017, un modèle numérique de terrain obtenu par restitution photogrammétrique à une résolution de 5m en 2013 et une série de photographies aériennes. Concernant notre secteur d'étude, les photographies aériennes disponibles couvrent les années suivantes : 2002, 2001, 1997, 1990, 1989, 1984, 1982, 1977, 1967 et 1955.

II TERRAIN

2.1 DONNEES TOPOGRAPHIQUES

Les levés topographiques du lit mineur de la rivière Vaitepiha furent réalisés par le cabinet de géomètres Géometrix en juin 2019 (curage en cours par la DEQ).

Ils comprennent un profil en long au 1/500 sur un linéaire de 3640 m depuis l'embouchure pour le lit principal et 41 profils en travers au 1/200 (espacement moyen de 80m et sections amont et aval de chaque ouvrage hydraulique).

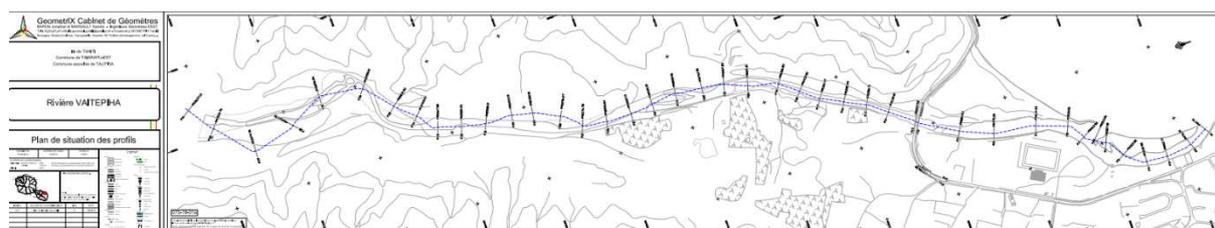


Figure 1 Implantation des profils en travers de la Vaitepiha

A noter que certains profils en travers, trop courts, ont été étendus après modélisation à partir de la topographie.

La Direction de l'Équipement a fourni également des données topographiques :

- Profils en travers du lit mineur datant de 2007 (Huin topo). Une superposition a néanmoins montré des incohérences avec le terrain actuel, probablement en raison de travaux réalisés depuis. Il n'a donc pas été utilisé comme données d'entrée, mais comme données de contrôle lors du calage de la modélisation. On note notamment un fil d'eau de 2007 plus bas que celui figurant sur les levés topographiques de 2019 (engravement d'un m environ).
- Laises de crue de septembre 1998 relevées par la direction de l'Équipement en amont du pont de la RDC

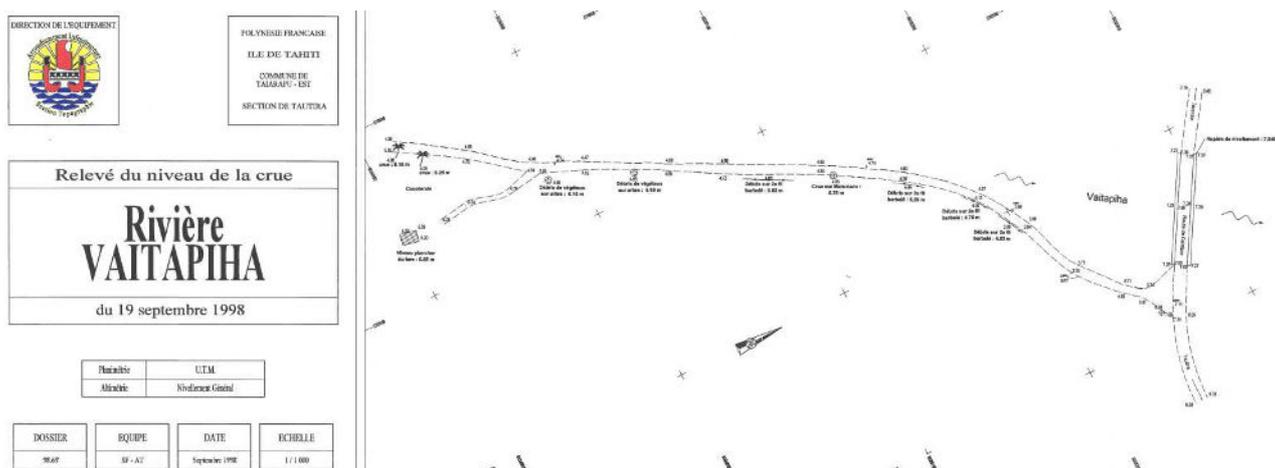


Figure 2 : laisses de crue relevées le 19/09/1998

2.2 VISITE DE TERRAIN

Cette étude est basée sur une visite de terrain et enquêtes auprès des riverains menées par la SPEED menée en juin 2019.

Onze habitations ont été enquêtées dans la vallée. La mairie a également été contactée ainsi que des habitants du village (les fiches détaillées sont en annexe xx).



Figure 3 Localisation des maisons enquêtées en vallée

Localisation	Maisons enquêtées	Constat
PK 0 à 1300	1 à 3 (20 années d'observations)	Inondation provenant des écoulements du versant. Travaux de remblai et d'enrochements en rive droite
PK 1600 à 1700	4 à 5 (6 mois à 11 ans d'observations)	Inondation entre les habitations et les versants
PK 1800	6 (20 ans d'observation)	Inondation de la rivière Vaitepiha sur la moitié du terrain (H = 0.5 m – vitesse importante)
PK 2000 à 2600	7 à 11 (17 à 50 années d'observation)	Inondation de la rivière de 50 à 80 cm (2 fois en 20 ans) Fortes vitesses Couloir d'inondation derrière les maisons 10 et 11 (terrain en contre-bas – ancien lit ou bras)

Tableau 1 Synthèse des enquêtes de terrain – juin 2019

La mairie contactée a précisé que les débordements se faisaient essentiellement en vallée (2019).

Une famille habitant le village (CHUNG SAO) confirme :

- l'absence d'inondation dans le village
- la disparition du cordon dunaire situé au PK 3170 lors des fortes crues, entraînant une vidange importante de la rivière par ce point (au lieu de l'exutoire classique au PK 3660).

2.3 ANALYSE GEOMORPHOLOGIQUE DU LIT MAJEUR

Le cours d'eau Vaitepiha a fait l'objet de plusieurs travaux de recalibrage et d'enrochement, en 2000 (fond de vallée), 2007, 2011 et 2013.

Ces travaux de recalibrage sont visibles sur les photos aériennes présentées en page suivante.

<p>1955 – Bras secondaires en bleu</p>	<p>1977- suppression d'un méandre (en jaune) et des bras secondaires – Déplacement du lit et développement d'un méandre en amont (en rouge)</p>	<p>1997 – reconstitution du lit moyen de la rivière en amont. Progression des méandres du fond de la vallée vers l'aval</p>	<p>2017- L'ancien méandre s'est urbanisé. La progression du méandre en rouge vers l'aval est bloquée par un éperon rocheux en rive gauche (tracé du lit de 1955 en bleu).</p>

Le plancher alluvial de la vallée est très large : entre 200 et 450 m. La rivière présente de nombreux méandres. Certains ont été remblayés mais cela a entraîné la création de nouvelles zones d'érosion et de dépôt en amont, créant ainsi de nouveaux méandres qui progressent au fil des années vers l'aval.

Les bras secondaires, nombreux en amont et en aval de la RDC, ont également été remblayés. Il en subsiste aujourd'hui des traces au travers des dépressions et des axes préférentiels d'écoulement en crue.

La vallée débouche sur une plaine alluviale de 500 m de large, prolongée par une péninsule de 500 m de large par 900 m de long sur laquelle est situé le village. Cette péninsule est composée de matériaux alluvionnaires sur la partie Ouest et de sols hydromorphes sur la partie Est, avec de nombreuses zones marécageuses (altitude < + 1 m NGPF). Ces dépressions sont visibles sur le MNT ayant servi à construire la bathymétrie du 2D (zone fuchsia ci-dessous).

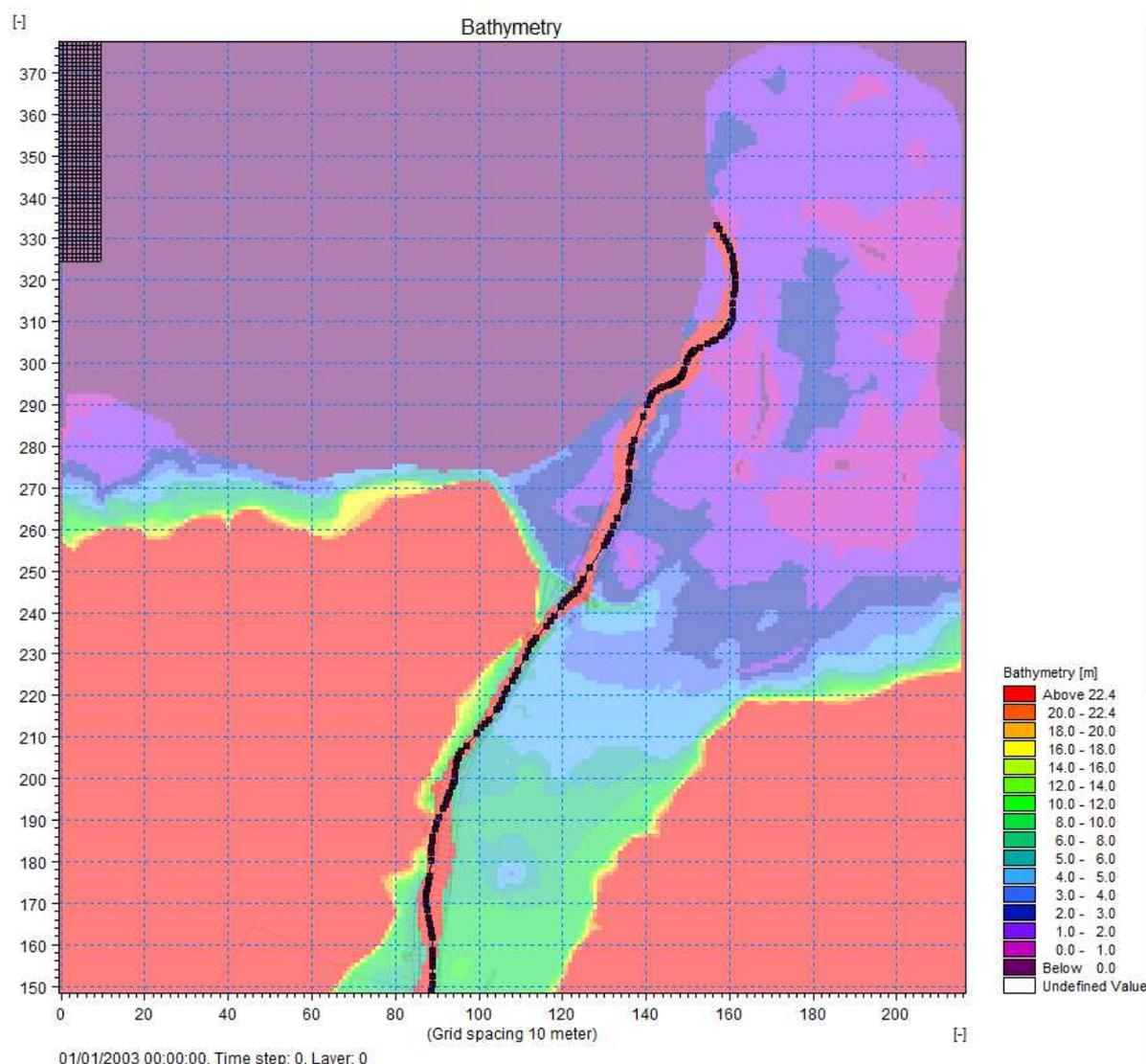


Figure 4 bathymétrie au droit de la plaine alluviale – MNT Urbanisme

La rivière Vaitepiha ne partage pas son lit majeur avec d'autres cours d'eau. Des petits fossés drainent néanmoins la partie orientale de la péninsule.

2.4 MORPHOLOGIE DU COURS D'EAU

Le tracé du lit mineur a fait l'objet de plusieurs rectifications depuis 50 ans et les berges ont été enrochées ponctuellement. Le cours d'eau présente un régime fluvial sur l'ensemble du linéaire étudié avec toutefois des passages ponctuels à des régimes torrentiels (PK 1100 et PK 3200 – by-pass dans le lagon)

<p>Tronçon 1 P1-P15 (amont immédiat RDC) 0.10%</p> <p>Cours d'eau sous influence lagonaire avec berges partiellement enrochées</p> <p>Granulométrie centimétrique voire inférieure</p>	<p>Aval du pont de la RDC</p>	
	<p>Pont RDC</p>	

<p>Tronçon 2 (P15-P35) (amont RDC) 0.6%</p> <p>Berges naturelles ou ponctuellement enrochées</p> <p>Pas de blocs dans le lit. Dépôts décimétrique</p>	<p>Vue vers l'aval au profil P18</p>	
	<p>Chenal secondaire au P20 (ancien méandre remblayé)</p>	
	<p>Vue vers l'aval P 30</p>	

<p>Tronçon 3 (P35-P41) – fond de vallée 0.9% Berges naturelles Dépôts décimétriques végétalisés</p>	<p>P 35 : substrat rocheux en rive gauche bloquant l'avancée du méandre amont.</p>	
	<p>Méandre amont – P36</p>	

2.5 EVALUATION DES OUVRAGES HYDRAULIQUES

Le seul ouvrage hydraulique est le pont de la RDC réalisé dans les années 1970-1980. Il présente deux piles intermédiaires. Il présente une ouverture de 54 m de large par 4.17 à 6.8 m de large.

La cote inférieure du tablier est de + 6.74 m NGPF.

La cote atteinte par la ligne d'eau en Q100 est de + 4.28 m NGPF ce qui donne à l'ouvrage un tirant d'air de près d'1.5 m.

Cet ouvrage est donc considéré comme transparent hydrauliquement et n'est pas modélisé.

III ANALYSE HYDROLOGIQUE

3.1 TEMPS DE CONCENTRATION

Le temps de concentration est estimé à 129 mm selon la formule de Kirpich.

3.2 DEBITS CARACTERISTIQUES

La rivière VAITEPIHA a fait l'objet de suivi entre 1970 et 2003 soit 33 années d'observations ce qui constitue une des meilleures séries d'observations en Polynésie.

Les débits ainsi obtenus statistiquement par une loi de Gumbel sont privilégiés aux autres méthodes globale (CRAEGER) ou semi-globale (méthode rationnelle complétée par la méthode du GRADEX) usuellement utilisées pour le calcul des débits, en l'absence d'observations.

Le tableau ci-dessous présente donc les débits retenus :

	Débit	modules spécifiques
Q10	391 m ³ /s	11,9 m ³ /s/m ²
Q50	521 m ³ /s	15,8 m ³ /s/m ²
Q100	576 m ³ /s	17,5 m ³ /s/m ²

Enfin, le débit maximal enregistré en septembre 1998 est de 470 m³/s et sera utilisé en calage.

3.3 HYDROGRAMMES DE PROJET

En l'absence d'hydrogramme enregistré, un hydrogramme synthétique a été constitué pour la rivière Vaitepiha.

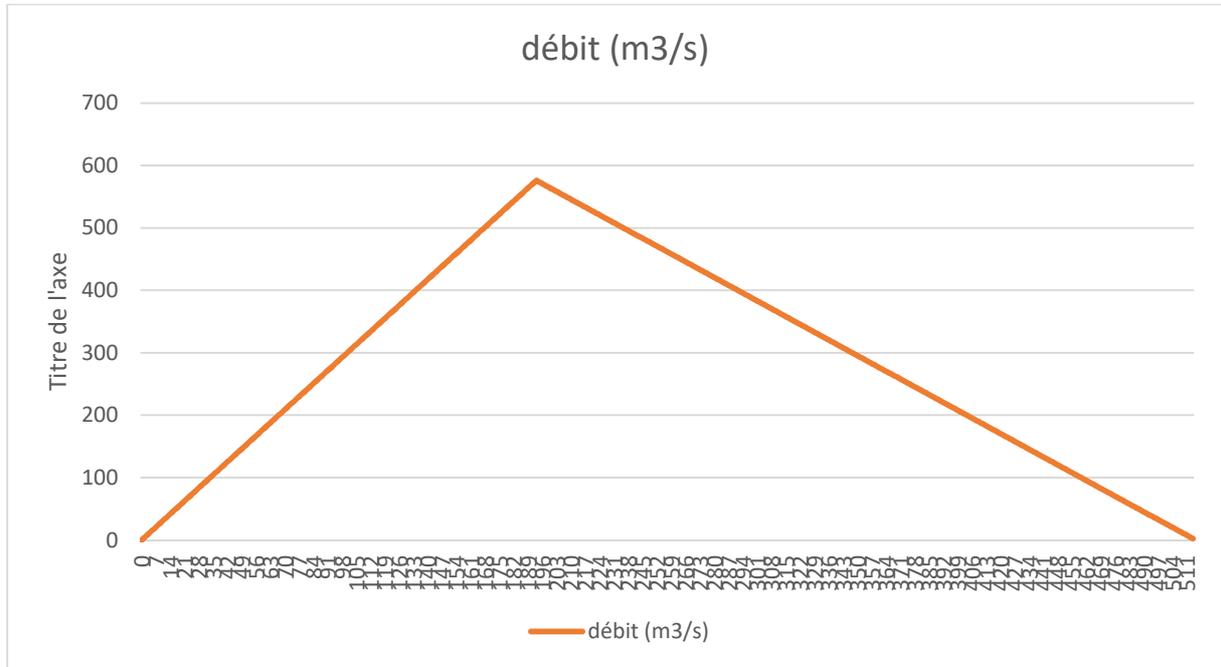


Figure 6 hydrogramme synthétique centennal (condition limite amont)

IV MODELISATION HYDRAULIQUE

4.1 SCHEMA TYPOLOGIQUE DU MODELE

4.1.1 Modélisation 1D sous Mike 11

La modélisation de l'écoulement dans le lit mineur s'effectue au moyen du logiciel unidimensionnel MIKE 11.

Celui-ci reconstitue la géométrie du lit mineur par l'intégration des données issues des levés topographiques (profil en long et profils en travers) pour permettre une analyse fine des écoulements le long du linéaire de la rivière (hauteurs d'eau, vitesses d'écoulement, débits, points de débordement...).

4.1.2 Modélisation 2D sous Mike 21

Le logiciel MIKE 21 est utilisé pour modéliser la plaine d'inondation à une résolution de 10 m à partir des données topographiques citées au § 2.1 et du modèle numérique de terrain du Service de l'Urbanisme.

A noter que celui-ci (maille de 5m) présente des points bas anormaux au regard des levés et des constats de terrain en rive droite, entre le P5 et le P10, probablement lié à l'ancienneté des données utilisées.

La bathymétrie a donc été corrigée dans cette zone afin de correspondre aux altitudes levées par le géomètre.

On notera que dans cette étude, les bâtiments sont considérés comme transparents hydrologiquement, c'est-à-dire que leur influence sur les écoulements n'est pas prise en compte directement à l'échelle du bâti, mais seulement de manière plus large à travers des coefficients de rugosité adaptés.

4.1.3 Couplage 1D-2D sous Mike Flood

Le couplage des modèles 1D et 2D s'effectue finalement sous l'interface MIKE FLOOD qui connecte le lit mineur à sa plaine d'inondation. Les déversements de l'un vers l'autre, et réciproquement, sont

modélisés au moyen de lois de seuil automatisées en fonction de la cote des berges, de la cote du lit majeur et du niveau d'eau.

4.1.4 Limites du modèle hydraulique

Les limites du modèle hydraulique sont principalement :

- La précision de la géométrie du lit mineur, dépendant en particulier de la densité de profils en travers levés sur le terrain ;
- La précision de la topographie du lit majeur, dépendant de la qualité des données topographiques disponibles (modèle numérique de terrain réalisé par restitution photogrammétrique éventuellement corrigé)
- Le calage des paramètres de rugosité en lit mineur et en lit majeur à partir de mesures ou d'observations précises d'événements passés ou, à défaut, d'estimations tirées de la littérature.

4.2 PARAMETRAGE DU MODELE

4.2.1 Rugosité du lit mineur

La rugosité du lit mineur est caractérisée par des coefficients de Strickler (ou Manning's M) exprimés en $m^{1/3}/s$. Suivant l'expérience du modélisateur et les données présentes dans la littérature, il a été retenu une valeur moyenne de 25 pour le cours d'eau Vaitepiha.

4.2.2 Rugosité de la plaine d'inondation

De la même manière, des coefficients de Strickler relatifs à chaque type de surface caractérisent la rugosité de la plaine d'inondation sous la forme d'une matrice géoréférencée.

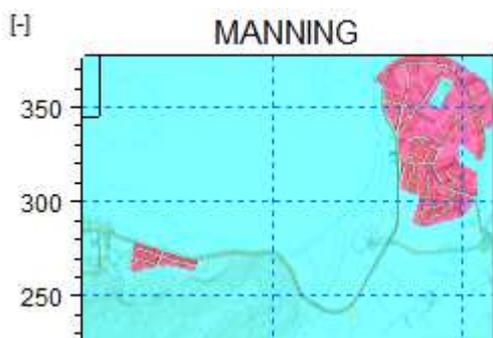


Figure 7 Matrice de rugosité en lit majeur (Vaitepiha)

Les valeurs retenues sont de :

- 15 pour les routes bitumées
- 12 pour les zones non construites

- 10 pour les zones d'habitat.

4.3 CALAGE DU MODELE

Le modèle a fait l'objet d'un calage à partir de la crue de septembre 1998, pour laquelle étaient connus le débit de pointe (470 m³/s selon ORSTOM) et les laisses de crue relevés par la DEQ. Ce calage est très partiel et doit rester simplement indicatif et non directif pour les raisons suivantes :

- absence d'autres données issues de l'enquête de terrain sur les crues de septembre 1998, permettant de vérifier la cohérence d'ensemble des écoulements en lit majeur
- topographie du lit de la rivière ayant considérablement évolué suite aux travaux dans les années 2000-2010.

Les résultats issus de la modélisation donnent des hauteurs d'eau de 0.4 à 0.8 m légèrement inférieures aux hauteurs d'eau relevées par la DEQ sur site.

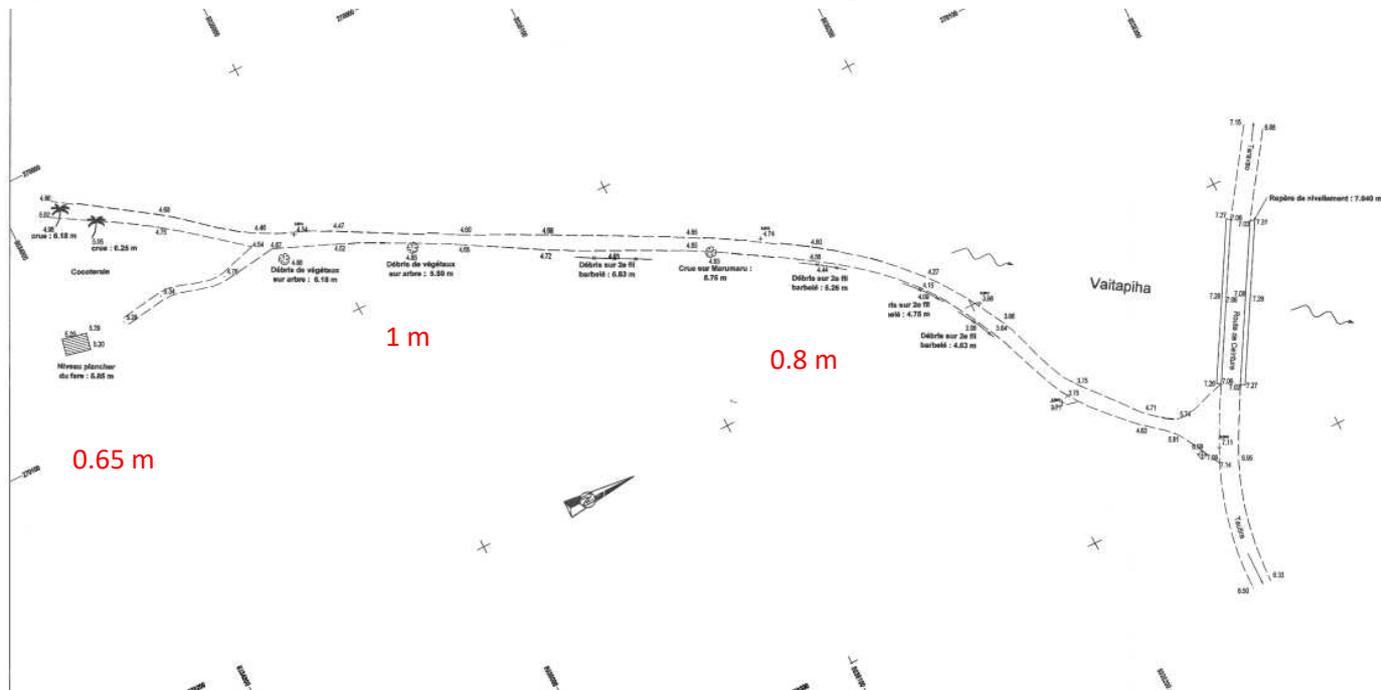


Figure 8 Hauteurs d'eau levées en septembre 1998

On note toutefois une élévation du chemin de 0.2 m en moyenne entre 1998 et 2019, probablement réalisée lors des travaux de réfection de la route en 2007 et qui pourrait justifier l'écart observé.

4.4 SCENARIIS DE MODELISATION

Le modèle hydraulique est utilisé afin de simuler les écoulements de la rivière Vaitepiha pour différents scénarii.

Chaque scénario est caractérisé par un débit de crue (condition limite amont du modèle), un niveau lagonaire (condition limite aval du modèle) et la modélisation ou non d'embâcle au droit des ouvrages hydrauliques sensibles à ce type de phénomène.

Les embâcles n'ont pas été pris en compte en raison du gabarit du pont de la RDC (cf. § 2.5).

Conformément aux objectifs de l'étude, des simulations des crues décennale, cinquantennale et centennales sans embâcle sont donc réalisées.

SCENARIO	NIVEAU LAGONAIRE	EMBÂCLE	AUTRE ELEMENT
Crue décennale	0m NGF	-	Suppression du cordon dunaire à l'embouchure
Crue cinquantennal	0m NGF	-	Suppression du cordon dunaire à l'embouchure
Crue centennale avec surcote marine	+1m NGF	-	Suppression du cordon dunaire à l'embouchure
Crue de septembre 1998	+1m NGF	-	Suppression du cordon dunaire à l'embouchure

Tableau 7. Scénarii du projet.

V ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DE CRUE

5.1 DEBORDEMENT DU LIT MINEUR

Les premiers débordements se produisent en rive gauche au PK 1550 pour 200 m³/s (Q1 à Q2). Aucune habitation n'est impactée.

Les débordements en Q10 sont essentiellement localisés :

- En amont du PK 700 sur les deux rives
- entre le PK 1400 et 1700 en rive gauche
- en aval du PK 2700 (aval de la RDC) sur les deux rives.

En Q50, les débordements se généralisent :

- En amont du PK 700 sur les deux rives
- entre le PK 1200 et 1800 en rive gauche
- entre le PK 1800 et 2400 en rive droite.
- en aval du PK 2700 (aval de la RDC) sur les deux rives

Il en résulte un écrêtement du débit de pointe sur certains tronçons particulièrement visible en Q100 :

- écrêtement ponctuel (débit débordé réintégré en fin de tronçon) avec un débit maximal passant de 575 à 377 m³/s entre les PK 0 et 870
- écrêtement ponctuel (débit débordé réintégré en fin de tronçon) avec un débit maximal passant de 575 à 430 m³/s entre les PK 1300 et 1800. L'intégralité des débits, débordés en rive gauche, est réintégré dans le cours d'eau
- à partir du PK 1800, écrêtement définitif (débit débordé non réintégré) avec un débit maximal passant de 575 m³/s à :
 - 520 m³/s au PK 2200
 - 450 m³/s au PK 2800
 - 100 m³/s après le PK 3200 (zone du cordon dunaire supprimé).

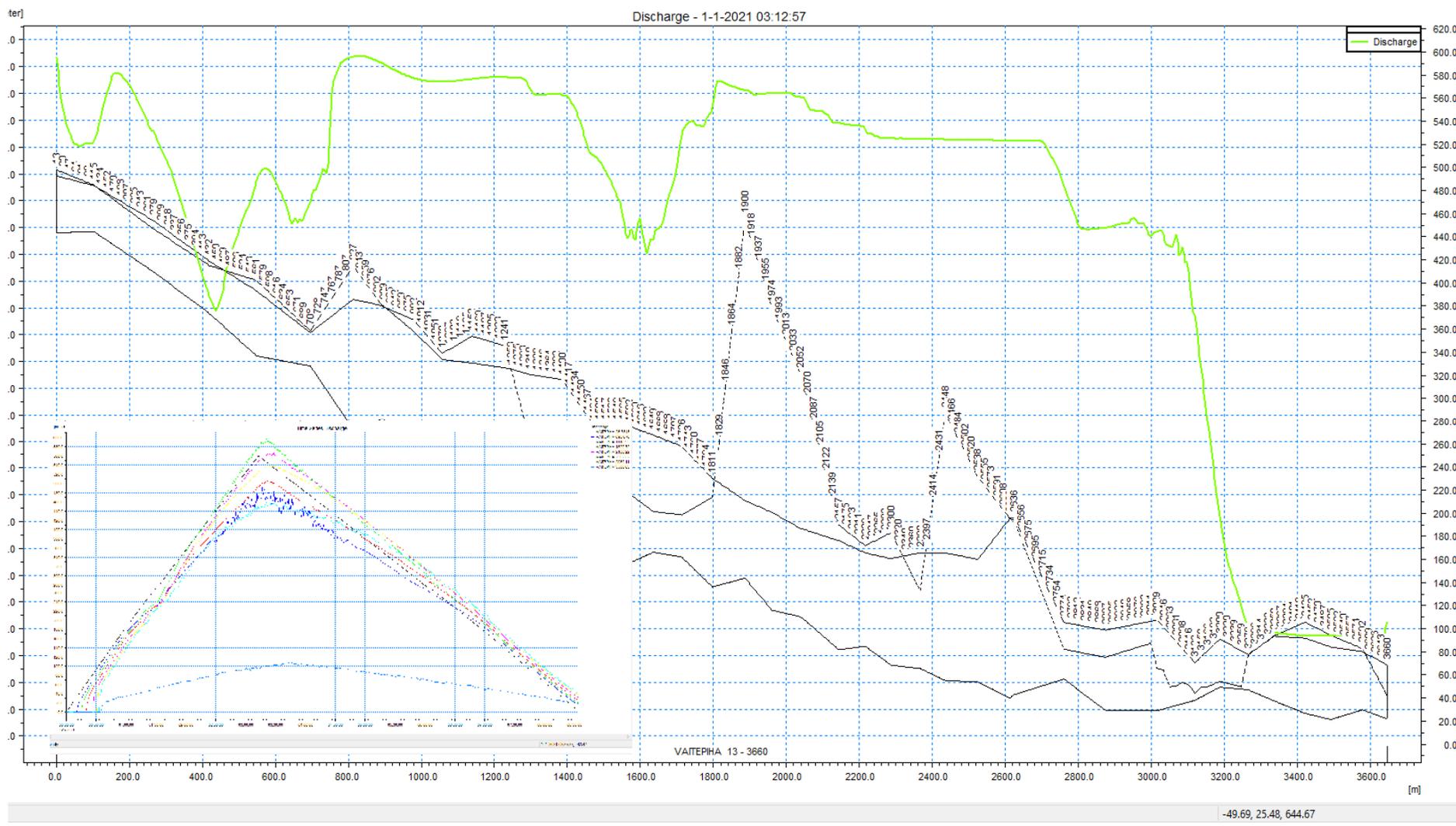
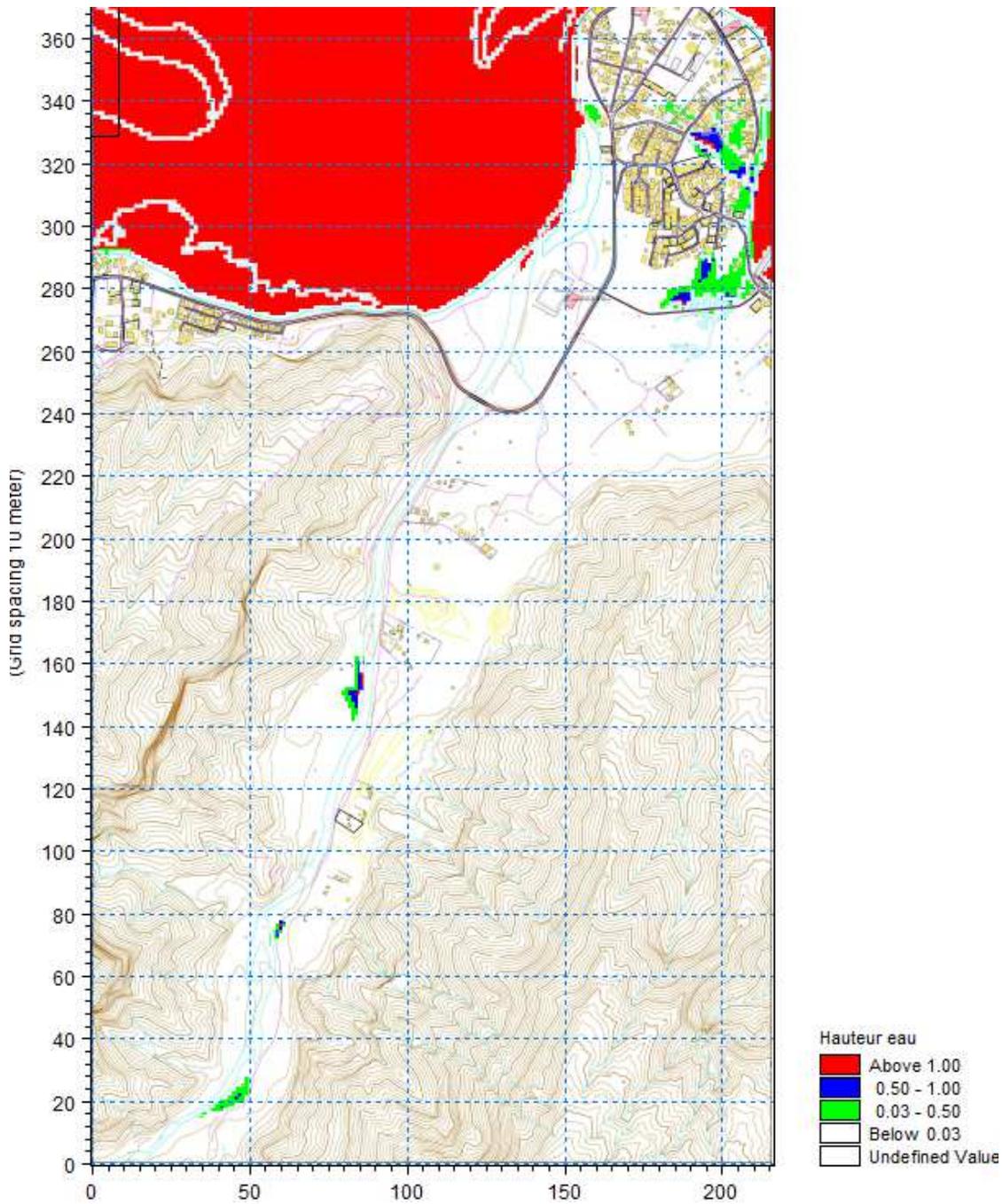


Figure 9 Profil en long (en vert) du débit maximal en Q100 transitant dans le lit mineur et hydrogrammes de crue en différents points du cours d'eau

5.2 ECOULEMENT EN LIT MAJEUR

Les hauteurs d'eau en lit majeur sont représentées pour différents débits dans les figures suivantes :



Les premiers débordements ainsi observés sont localisés hors zone habitée.

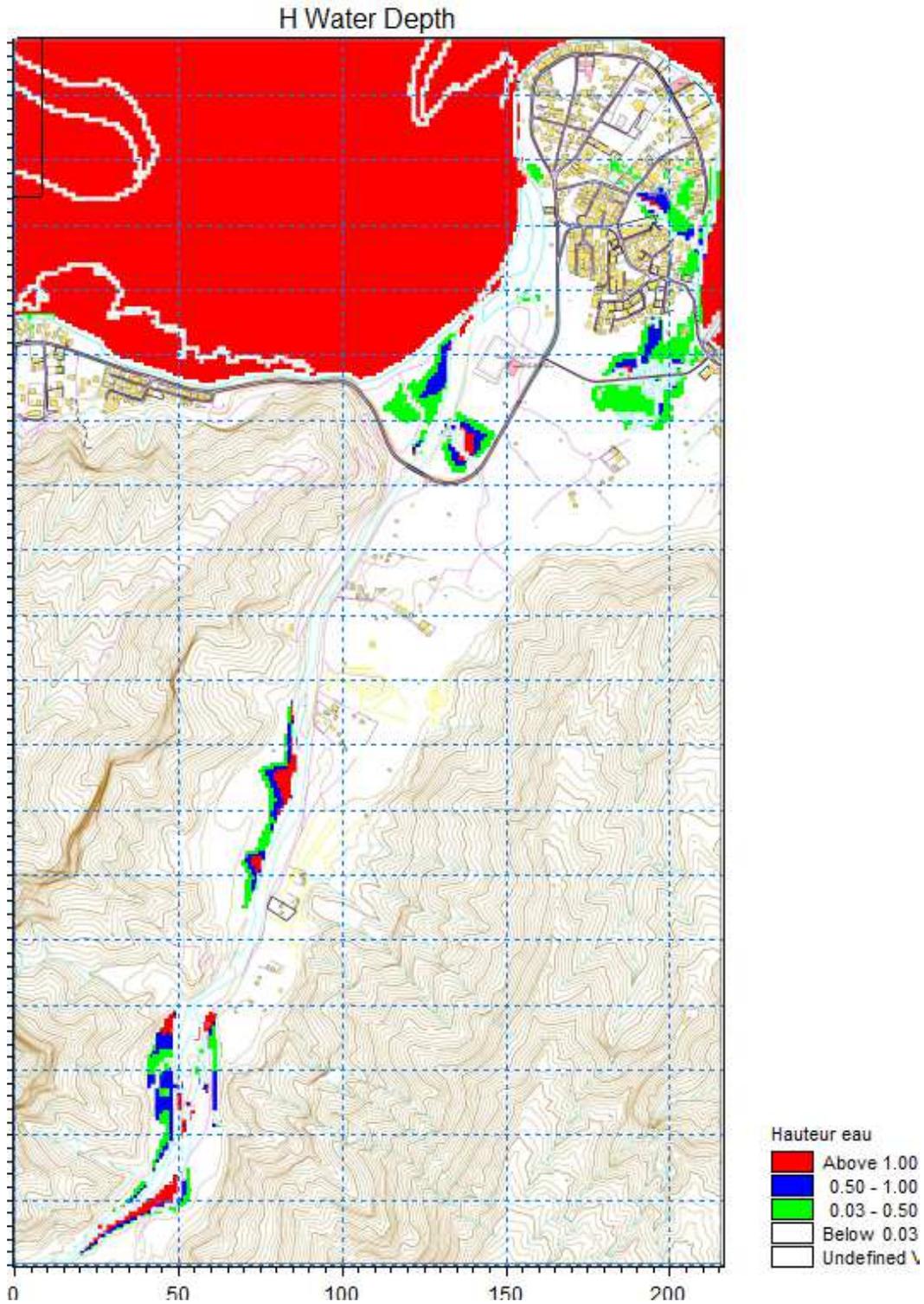


Figure 11
Hauteur
d'eau en lit
majeur
pour Q10

Les débordements s'étendent avec des hauteurs d'eau importantes mais uniquement sur des zones non habitées

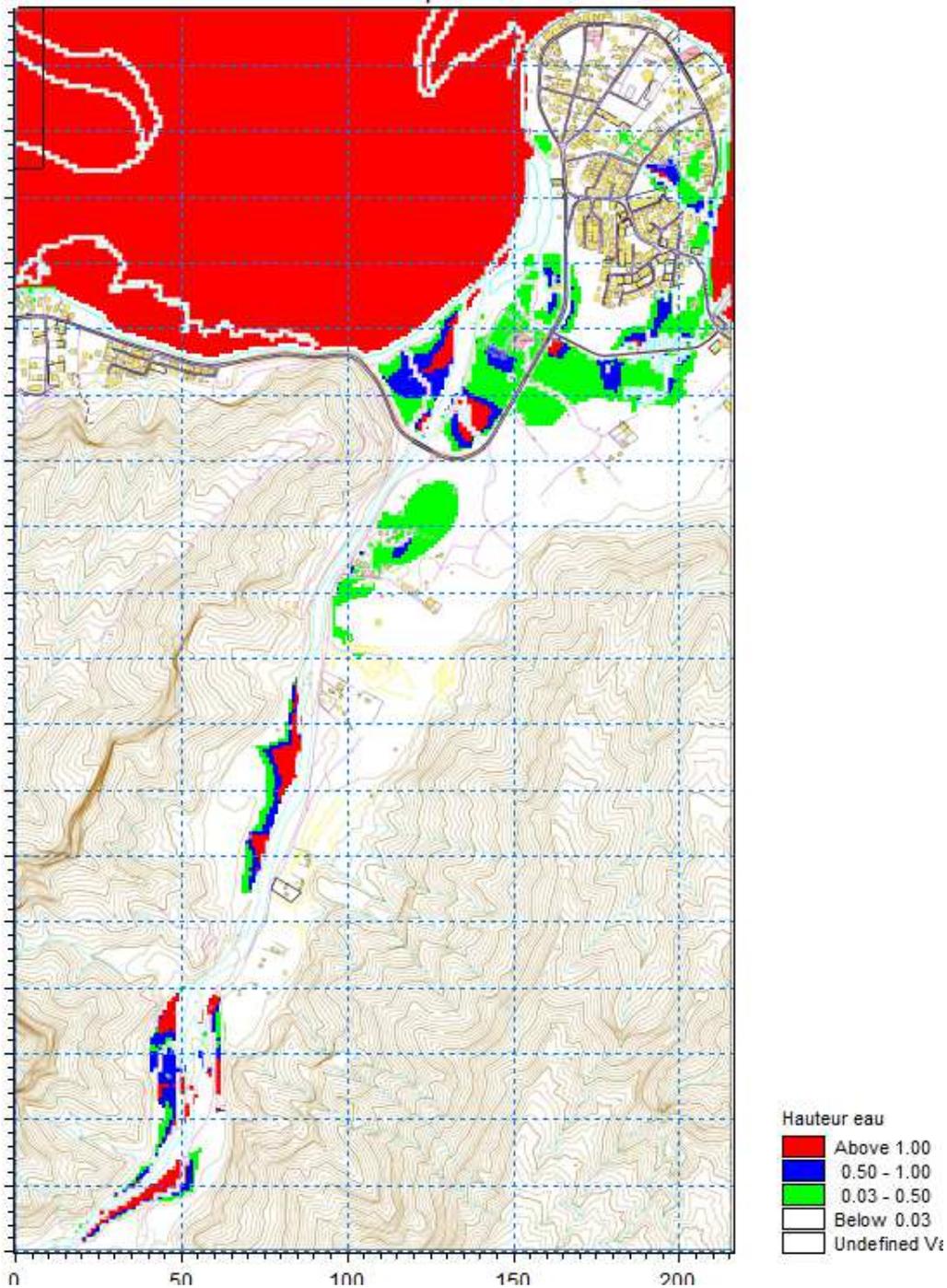


Figure 12
Hauteur d'eau en lit majeur pour Q50

Les dåbordements commencent sur la partie avale de la vallïe, dans la zone habitïe. Les hauteurs restent modïrïes (< 0.5 m).

En aval de la RDC, les dåbordements de la Vaitepiha rejoignent la partie orientale de la pïninsule, composïe de dïpression marïcageuse.

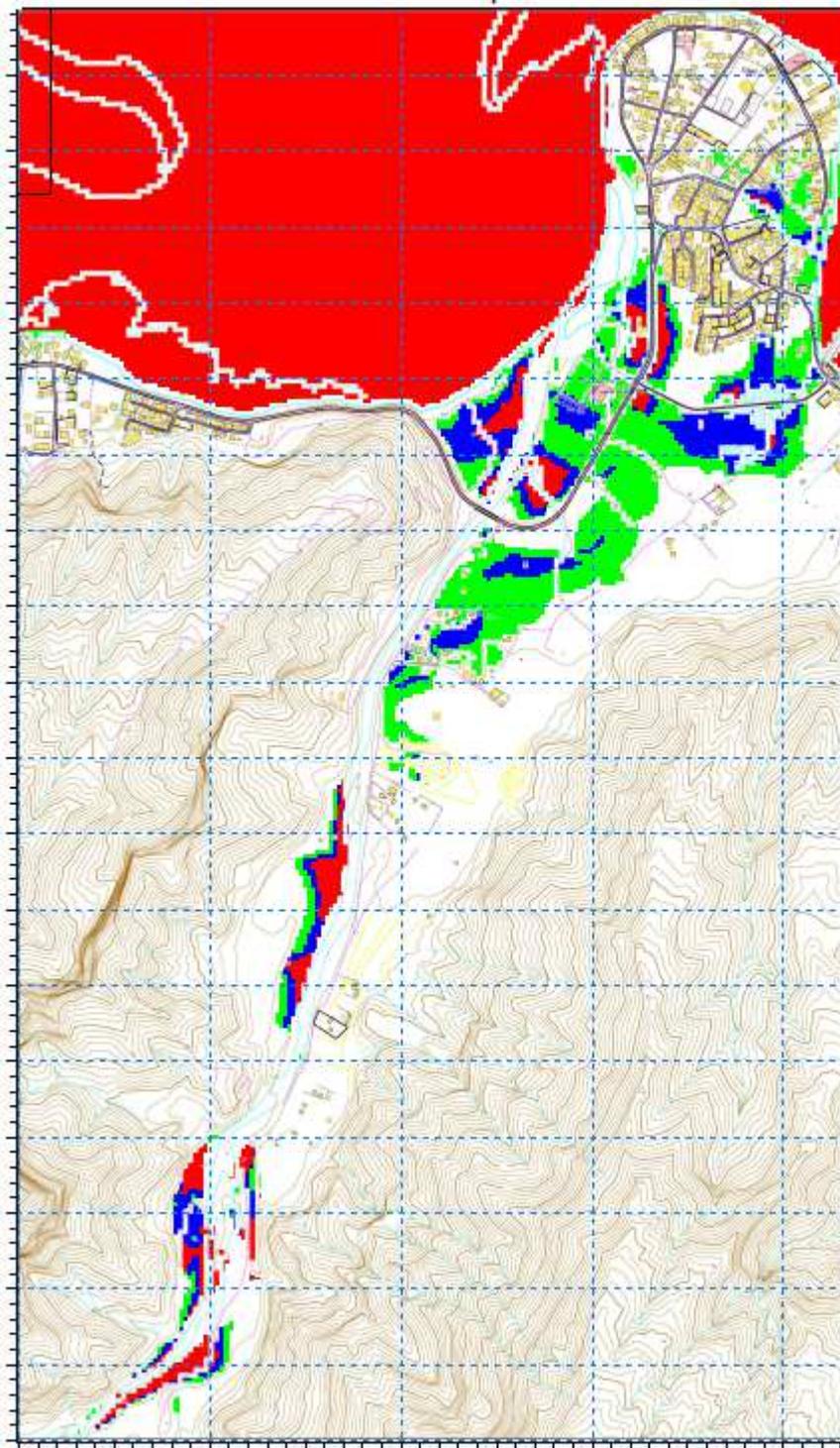


Figure 13
Hauteur
d'eau en lit
majeur
pour Q100

Les débordements initiés en rive droite en amont de la RDC rejoignent la zone d'inondation en aval de la RDC. Les hauteurs d'eau sont comprises dans cette zone entre 0 et 1 m.

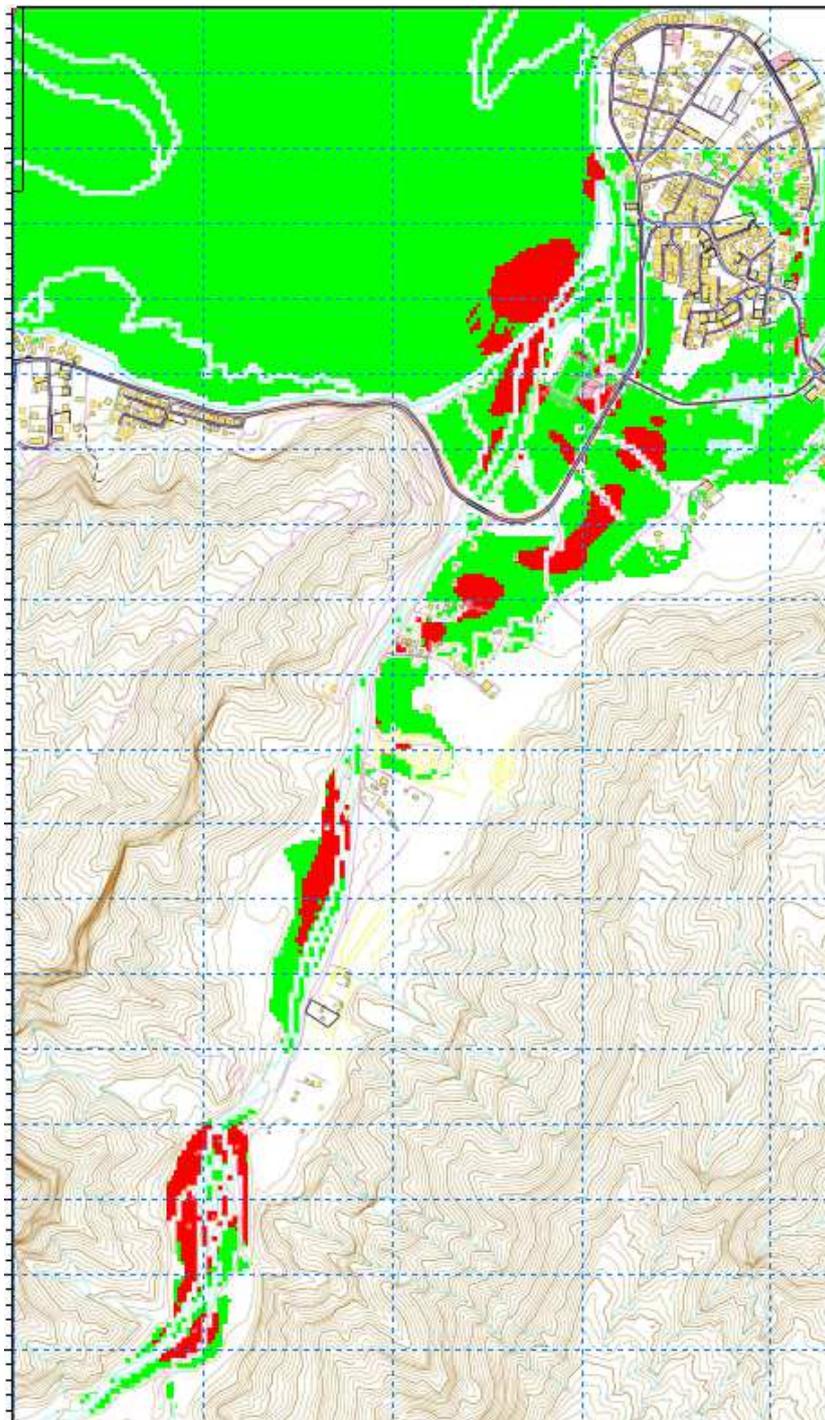


Figure 14
Vitesse
maximale
en Q100

Les vitesses sont élevées en lit mineur, ce qui est corroboré par les enquêtes de terrain.

VI CARTOGRAPHIE DE L'ALEA

6.1 PARAMETRES DE CARTOGRAPHIE

Le logiciel MIKE 21 fournit les hauteurs d'eau et vitesses maximales pour chaque maille du modèle, qui sont ainsi directement cartographiées.

La carte des hauteurs d'eau maximales est couplée à celles des vitesses pour former la carte des aléas selon le tableau suivant :

Vitesse Hauteur	Faible à moyenne Vitesse < 0,5 m/s	Moyenne à forte Vitesse > = 0,5 m/s
$H \leq 0,5$ m	Faible	Moyen
$0,5 < H \leq 1$ m	Moyen	Fort
$H > 1$ m	Fort	Très fort

Les limites du lit mineur sont cartographiées à partir des levés topographiques.

La Vaitepiha présente des vitesses moyennes à élevées en Q100 de l'ordre de 2.5 à 4.5 m/s. Une bande d'érosion pourrait être prise sur les tronçons non protégés par des enrochements.

6.2 ANALYSE PAR RAPPORT A LA CARTOGRAPHIE PRECEDENTE

La comparaison des cartographies est présentée ci-dessous :

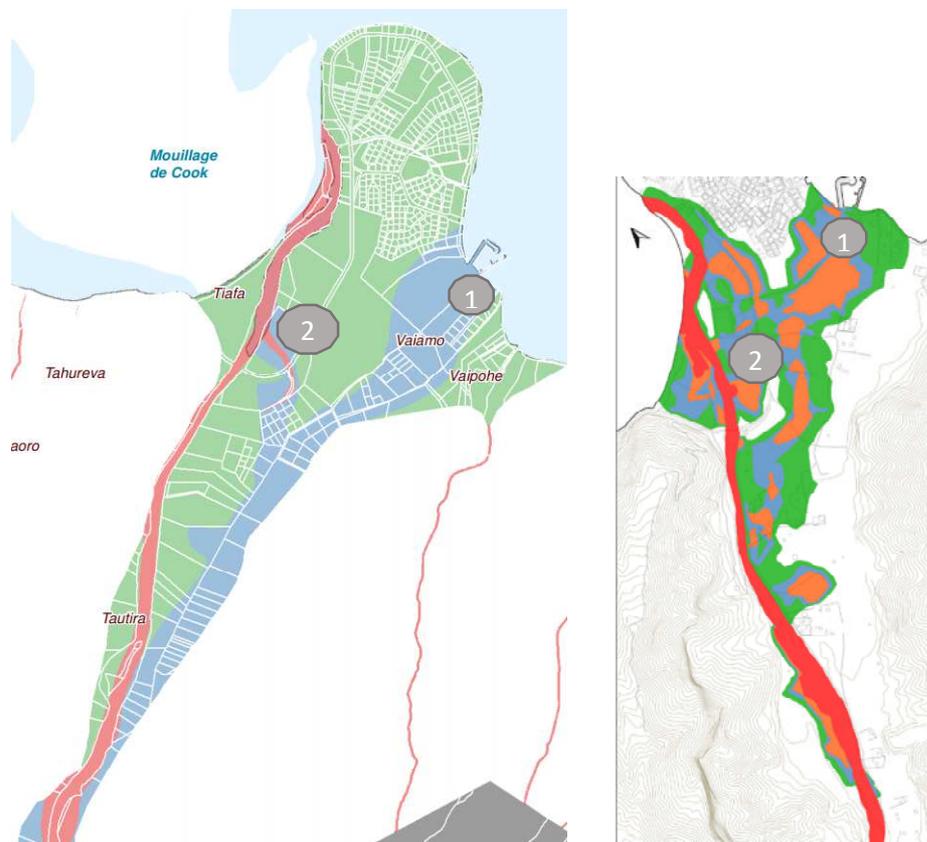


Figure 15 Cartographie des risques – Vaitepiha – actuelle et après modélisation 2D

La comparaison des deux cartographies donne une zone de débordement similaire en rive droite (1) qui s'écoule vers la partie orientale de la péninsule. Le risque, qui était catégorisé en faible à moyen, passe toutefois en faible à fort.

Enfin, le second axe d'écoulement en rive droite (2), qui retourne à la rivière, est bien plus important dans la cartographie après modélisation, avec deux bandes d'aléa fort de part et d'autres de la route longeant la plage.

En amont, dans la vallée, certains débordements en rive gauche, classés en aléa faible, passent en aléa fort

VII PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT

La rivière Vaitepiha a été considérablement canalisée au cours des 50 dernières années.

Il subsiste **sur le tronçon 3** une dynamique naturelle de méandre, liée au besoin de la rivière de déposer les matériaux charriés depuis l'amont. Cette dynamique conduit le lit à se déplacer sur tout le plancher alluvial de la vallée. **Cette zone est à conserver car elle permet de déposer une partie de la charge solide.**

Sur le tronçon 2, la canalisation et la suppression des méandres ont accéléré les écoulements, avec quelques points d'érosion en rive gauche mais qui ne présentent pas de danger. A noter que cette suppression des méandres a pu déplacer vers l'aval le dépôt de la charge solide (un suivi du profil en long et de l'engravement est à faire).

Les inondations relayées par les habitants proviennent des arrivées pluviales des versants, plus ou moins drainés, et qui s'écoulent ensuite en pied du versant Est de la vallée.

La rivière Vaitepiha inonde essentiellement la rive gauche, inhabitée.

En aval du PK 1800, la rive gauche devient plus haute que la rive droite et les débordements se développent sur cette berge. Compte tenu de l'écroulement des débits constaté (cf. § 5.1), les travaux d'aménagement doivent se faire de l'aval vers l'amont afin d'éviter une aggravation des débordements.

Toutefois, la mise hors d'eau des terrains situés en aval de la RDC, non habités et très bas, nécessitera des travaux de terrassement et d'endiguement importants.

Deux solutions sont possibles si l'on souhaite protéger cette zone vis-à-vis du Q100 :

- Solution 1 :
 - **Créer un canal de décharge** de la Vaitepiha (capacité : environ 125 m³/s) au PK 1800, qui rejoint la partie orientale de la péninsule de Tautira (section de 25 à 30 m environ pour un coût, hors foncier, de 250 MFHTVA environ).
 - **Augmenter la capacité de transit du cours d'eau en aval de la RDC** de 150 m³/s soit une section de 60 m de large avec un endiguement de 1 m environ
- Solution 2 :
 - **Recalibrer l'ensemble du lit mineur** en Q100 en augmentant la capacité du lit
 - en aval de la RDC de 225 m³/s environ. Ce recalibrage nécessiterait un endiguement d'une hauteur supérieure à 1 m, incompatible avec les objectifs de sécurité.
 - de 125 m³/s en amont (section de 40 m par 3.5 m de haut). **Ce recalibrage amont aggravera les débordements en aval de la RDC si ce tronçon n'est pas refait.**

Il est donc proposé de retenir la solution de création d'un canal de décharge (250 MF HTVA) avec un impact foncier lourd non estimé. Les zones en aval de la RDC devront restées inconstructibles. Une variante pourrait être un recalibrage en Q10 sur la partie aval avec des constructions adaptées.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALLAIS J-L., CHAVE S., DUPONT N., MASSON E. & PENVEN M-J., 2011**, « *La méthode hydrogéomorphologique de détermination des zones inondables* », Physio-Géo.
- BCEOM, 1999**, « *Etude des priorités d'aménagements des cours d'eau de Tahiti* », Direction de L'Equipement.
- BCEOM/SPEED/VAIAD, 2005**, « *Cartographie de l'aléa inondation au droit des cours d'eau de Polynésie française* », Bureau des Recherches Géologiques et Minières.
- DANLOUX J., 2001**, « *Etudes hydrologiques de la liaison ouest Papeete-Taravao. Evaluation des maximums de crue pour les franchissements à partir des données hydrologiques connues et suivant une approche régionale* », LTPP/GEGDP, Direction de l'Equipement.
- DANLOUX J., 2003**, « *Evaluation des maximums de crue sur l'île de Tahiti suivant une approche régionale et à partir des données acquises sur les réseaux hydrologiques pendant la période 1969-2003* », LTPP/GEGDP, Direction de l'Equipement.
- DEGOUTTE G., 2006**, « *Diagnostic, aménagement et gestion des rivières* », Lavoisier.
- PEIZERAT S., 1995**, « *Guide pratique d'hydrologie* », BURGEAP.
- STOLLSTEINER P., 2005**, « *Assistance technique pour l'évaluation et la cartographie de l'aléa inondation en Polynésie française* », ANTEA/Bureau des Recherches Géologiques et Minières.
- WOTLING G., 2000**, « *Caractérisation et modélisation de l'aléa hydrologique à Tahiti* », Université de Montpellier 2.
- WOTLING G., 2001a**, « *Modélisation hydrologique des cours d'eau de la liaison Tamanu-Taravao* », LTPP/GEGDP, Direction de l'Equipement.

WOTLING G., 2001b, « *Notice technique pour l'évaluation de l'aléa hydrologique à Tahiti* », IRD/GEGDP, Direction de l'Équipement.

ATLAS CARTOGRAPHIQUE

- CAI021** Localisation du bassin-versant et de la zone d'étude.
- CAI022** Evolution naturelle du lit et sensibilité à l'érosion.
- CAI023** Cartographie générale des enveloppes de crue.
- CAI024** Crue décennale.
- CAI025** Crue cinquantiennale.
- CAI026** Crue centennale avec surcote marine (+1m NGF).
- CAI027** Cartographie finale PPRI.