



SERVICE DE L'URBANISME

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

RIVIERES POTIAAI ET FAURAHU (TEVA I UTA)



Affaire n° 2054 19 EP

| Date | Version | Rédaction | Validation | Modifications |
|------------|---------|-----------|------------|---------------|
| 31/10/2019 | V1 | GD | AV | - |



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..... | 8 |
| II | TERRAIN | 10 |
| 2.1 | Données topographiques..... | 10 |
| 2.2 | Visite de terrain..... | 10 |
| 2.3 | Evaluation des ouvrages hydrauliques..... | 19 |
| III | ANALYSE HYDROLOGIQUE | 23 |
| 3.1 | Temps de concentration..... | 23 |
| 3.2 | Débits caractéristiques..... | 24 |
| 3.3 | Hydrogrammes de projet..... | 26 |
| IV | MODELISATION HYDRAULIQUE | 28 |
| 4.1 | Schéma typologique du modèle..... | 28 |
| 4.2 | Paramétrage du modèle..... | 29 |
| 4.3 | Scénarii de modélisation..... | 32 |
| V | ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DE CRUE | 33 |
| 5.1 | Crue décennale..... | 33 |
| 5.2 | Crue cinquantiennale..... | 36 |
| 5.3 | Crue centennale..... | 38 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| VI | CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION..... | 44 |
| 6.1 | Classification de l'aléa inondation | 44 |
| 6.2 | Cartographies de l'aléa inondation..... | 44 |
| 6.3 | Cartographie finale PPRI | 45 |
| VII | DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT | 46 |
| 7.1 | Objectifs et contraintes d'aménagement | 46 |
| 7.2 | Propositions d'aménagement..... | 47 |
| 7.3 | Estimation financière | 49 |
| | REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 50 |
| | ATLAS CARTOGRAPHIQUE..... | 51 |

I CADRE DE L'ETUDE

1.1 OBJECTIFS DE L'ETUDE

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 2). Il porte sur les rivières Potiaai et Faurahi s'écoulant dans la commune de Teva I Uta (district de Mataeia) sur l'île de Tahiti. Les objectifs de cette étude sont de :

- Simuler les débordements observés lors de crues remarquables sur ces cours d'eau,
- Définir la capacité d'évacuation maximale de leurs lits mineurs,
- 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 des 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 des rivières Potiaai et Faurahi. 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 ces rivières sont évaluées au regard des enjeux de vulnérabilité identifiés le long des cours d'eau.

1.2 PERIMETRE DE L'ETUDE



Figure 1. Secteur d'étude et localisation des bassins-versants des rivières Potiaai et Faurahi.
(fond de carte : Service de l'Urbanisme, Digitalglobe Inc. 2017)

1.2.1 Rivière Potiaai

La rivière Potiaai s'écoule dans le district de Mataeia (PK44.5, commune de Teva I Uta) au sein d'une vallée radiale d'orientation N-S naissant sur les rebords de la caldeira centrale de Tahiti. Son bassin-versant s'étend sur une superficie de 16.818 km² et s'étire sur une distance maximale de 13 806 m, depuis une altitude maximale de 1796 m jusqu'au lagon. La pente moyenne le long du thalweg est importante, de l'ordre de 13 %. En sortie de vallée, elle se conclut par une plaine littorale d'environ

400m de large. En rive gauche de son embouchure, la Vaitunamea est un ancien bras de la rivière Potiaai aujourd'hui déconnectée de celle-ci.

Le bassin-versant de la Potiaai peut être divisé en deux sous-bassins du fait de la présence d'un affluent important en rive gauche, la rivière Haamae s'écoulant dans la vallée du même nom. Cet affluent occupe un sous-bassin de 3.497 km² et s'étire parallèlement au cours principal sur une distance maximale de 6 578 m, depuis une altitude maximale de 914 m jusqu'à la confluence à la cote 11 m. La pente moyenne le long du thalweg, de 14% environ, est du même ordre que celle du cours principal.

Le secteur d'étude concerne le tronçon aval du linéaire, où sont présentes les habitations, sur une longueur d'environ 1 900 m.

Selon les différentes sources documentaires, la rivière peut être nommée Potiaai, Potiiai, Potiai, Vaitunamea, Haputore (en tête de bassin-versant) ou encore Faurahi.

| CARACTERISTIQUES DU BASSIN-VERSANT | Cours principal | HAAMAE (affluent) | POTIAAI |
|------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|
| Superficie | 13.322 km ² | 3.497 km ² | 16.819 km ² |
| Plus long chemin hydraulique | 13 806 m | 6 578 m | 13 806 m |
| Altitude maximale | 1796 m | 914 m | 1 796 m |
| Altitude minimale | 0 m | 11 m | 0 m |
| Pente moyenne le long du thalweg | 13 % | 14 % | 13 % |

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

1.2.2 Rivière Faurahi

La rivière Faurahi (PK45.1, commune de Teva I Uta) est une rivière voisine de la Potiaai dont elle est séparée par la crête Fareie. Elle s'écoule dans la vallée Faurahi qui entaille la planète sud de Tahiti. Son bassin-versant s'étend sur une superficie de 3.380 km² et s'étire sur une distance maximale de 6 967 m, depuis une altitude maximale de 816 m jusqu'au lagon au droit du récif Farauo. La pente moyenne le long du thalweg est importante, de l'ordre de 12 %.

Le secteur d'étude concerne le tronçon aval du linéaire, correspondant au secteur le plus urbanisé, sur une longueur d'environ 1 470 m depuis l'embouchure.

Selon les différentes sources documentaires, la rivière peut être nommée Faurahi ou Farauo.

| CARACTERISTIQUES DU BASSIN-VERSANT | FAURAHU |
|------------------------------------|-----------------------|
| Superficie | 3.380 km ² |
| Plus long chemin hydraulique | 6 967 m |
| Altitude maximale | 816 m |
| Altitude minimale | 0 m |
| Pente moyenne le long du thalweg | 12 % |

Tableau 2. Principales caractéristiques du bassin-versant de la rivière Faurahi.

1.3 ETUDES ET DONNEES EXISTANTES

A notre connaissance, la rivière Faurahi n'a fait l'objet d'aucune campagne de mesures hydrologiques à ce jour. En revanche, le bassin-versant de la Potiaai fut équipé et suivi par le GEGDP :

- En juillet 1982, un limnigraphe fut installé sur la Potiaai. Celui-ci fut cependant détruit en décembre de la même année lors du passage de la dépression Lisa. Le débit alors atteint fut estimé à 100 m³/s.
- En 2002, dans le cadre des études de la liaison ouest Papeete-Taravao, le GEGDP installa 4 échelles de crues sur le tronçon aval de la Potiaai. Ces instruments permirent des observations ponctuelles de niveaux d'eau de 2002 à 2017.

Si ces données trop éparées sont insuffisantes pour estimer avec précision les paramètres hydrologiques clés des rivières Potiaai et Faurahi, différentes études, monographiques ou régionales, apportent cependant des éléments utiles à l'analyse de ces cours d'eau :

- En 1999, l'étude BCEOM sur les priorités d'aménagements des cours d'eau de Tahiti attribue à la Potiaai une priorité de 5 sur 5 (priorité forte = 1, priorité faible = 5), indiquant un risque d'inondation faible. Ses débits de crues caractéristiques sont alors estimés au moyen d'une formule empirique globale : 275 m³/s pour la crue décennale (Q10), 420 m³/s pour la crue cinquantennale (Q50) et 485 m³/s pour la crue centennale (Q100).
- En 2001, les travaux de la Direction de l'Équipement dans le cadre de l'étude la liaison ouest Papeete--Taravao estiment les débits caractéristiques de la Potiaai à 215 (Q10), 343 (Q50) et 399 m³/s (Q100) et ceux de la Faurahi à 27 (Q10), 45 (Q50) et 56 m³/s (Q100) en utilisant le modèle hydrologique spatialisé développé par Geoffroy Wotling. Des paramètres pluviométriques (Valeurs Intensité-Durée-Fréquence et coefficients de Montana) sont également estimés pour ces bassins-versants.
- En 2001, Joël Danloux utilise la formule empirique de Creager régionalisée pour estimer les débits caractéristiques de la Potiaai : 230 (Q10), 380 (Q50) et 460 m³/s (Q100). Il estime que pour le secteur sud-sud-ouest de Tahiti, et notamment pour le district de Mataeia, les Plus Hautes Eaux (PHE) connues ont dû être atteintes lors du cyclone Veena en avril 1983. Avec un coefficient de Creager de 60, le débit alors atteint par la Potiaai serait de l'ordre de 360 m³/s.

- En 2003, Danloux évalue à 75 m³/s le débit de crue centennale pour la Faurahi au moyen de la méthode de Creager.
- En 2011, la SPEED réalisa un diagnostic hydraulique (modélisation 1D) de la Potiaai pour la Direction de l'Équipement. Après comparaison des différentes valeurs et méthodes tirées des références bibliographiques, les valeurs de débits caractéristiques retenues furent 200 m³/s (Q10), 320 m³/s (Q50) et 400 m³/s (Q100).
- 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, 1996, 1993, 1990, 1989, 1987, 1986, 1985, 1984, 1982, 1981, 1978, 1977, 1967 et 1955.

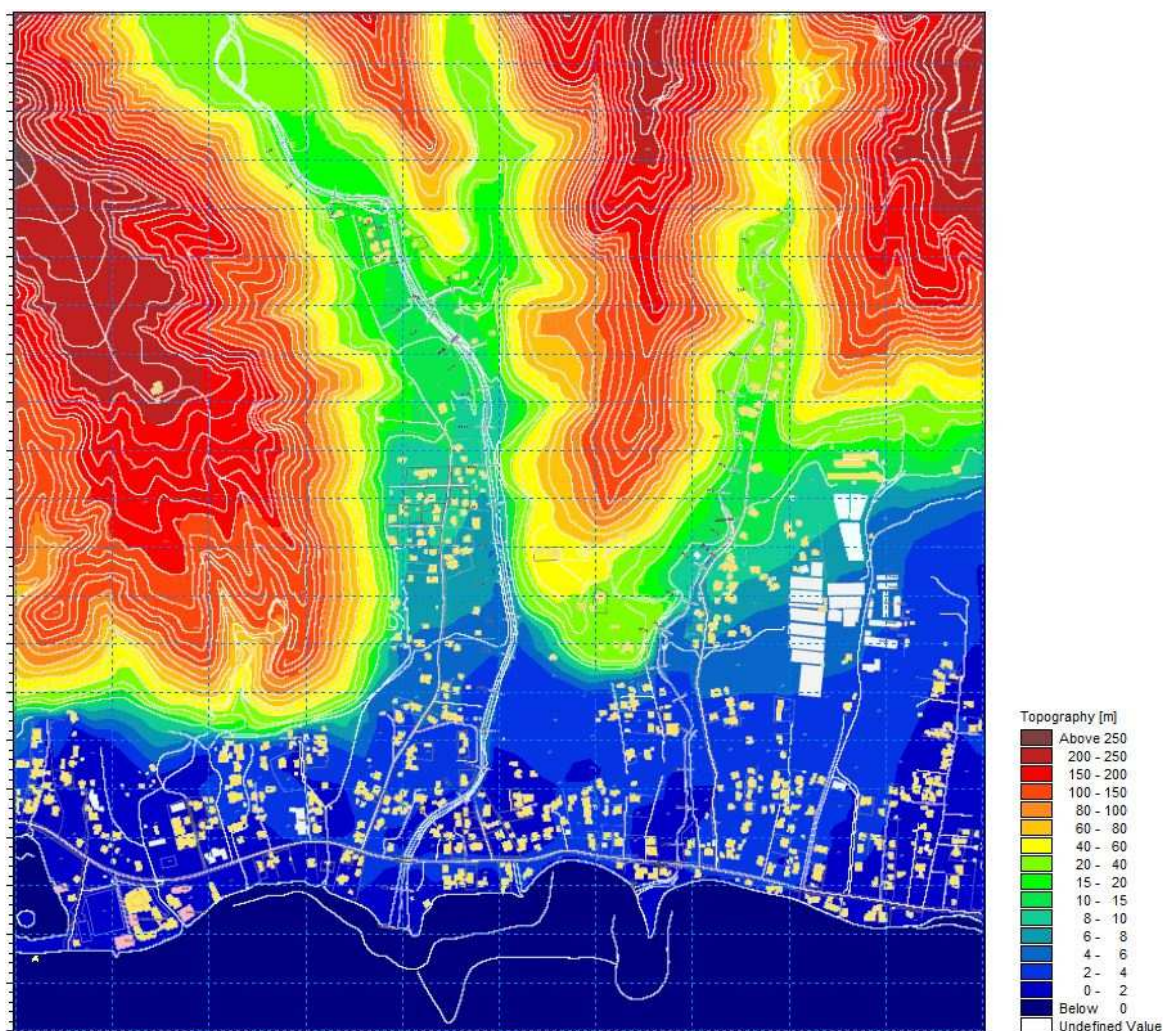


Figure 2. Modèle Numérique de Terrain du Service de l'Urbanisme.

II TERRAIN

2.1 DONNEES TOPOGRAPHIQUES

Les levés topographiques des lits mineurs des rivières Potiaai et Faurahi furent réalisés par le cabinet WILD en mai 2019.

Sur la rivière Potiaai furent levés :

- Un profil en long au 1/500 du cours principal sur un linéaire de 1 917 m depuis l'embouchure,
- 28 profils en travers au 1/200 sur le cours principal (espacement moyen de 80 m et sections amont et aval de chaque ouvrage hydraulique),
- Un profil en long au 1/500 de l'affluent Haamae sur un linéaire de 135 m depuis la confluence,
- 3 profils en long au 1/200 sur l'affluent Haamae (espacement moyen de 60 m).

Sur la rivière Faurahi furent levés :

- Un profil en long au 1/500 sur un linéaire de 1 589 m depuis l'embouchure,
- 28 profils en travers au 1/200 (espacement moyen de 80 m et sections amont et aval de chaque ouvrage hydraulique).

2.2 VISITE DE TERRAIN

Une visite de terrain fut organisée en mai 2019 le long des rivières Potiaai et Faurahi afin d'effectuer des observations hydrauliques et hydrogéomorphologiques et de mener une enquête auprès des riverains (21 entretiens réalisés).

Ce travail de terrain fut complété par une analyse de photographies aériennes historiques mises à disposition par le Service de l'Urbanisme permettant d'appréhender la dynamique du cours d'eau dans le temps.

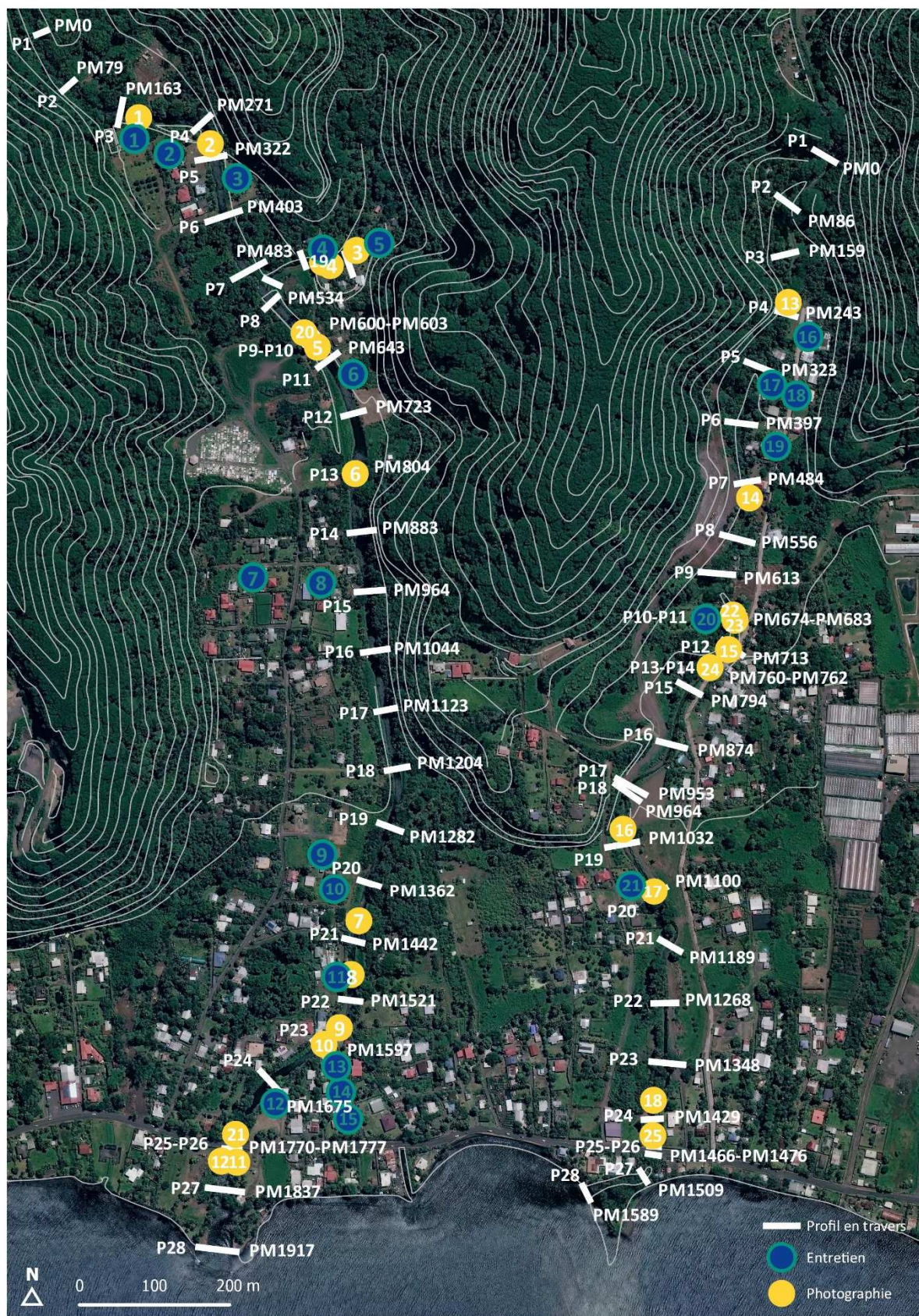


Figure 3. Travail de terrain.
(fond de carte : Service de l'Urbanisme, Digitalglobe Inc. 2017)

2.2.1 Rivière Potiaai

Tronçon amont : Sortie de la vallée naturelle

Sur le tronçon amont de la zone d'étude, du PM0 au PM534, la vallée de la Potiaai est encore relativement préservée. La rivière forme de larges méandres contraints de part et d'autre par les versants de la vallée. Le plancher alluvial est déjà relativement large, entre 100 et 150 m, et la pente modérée, de l'ordre de 2 %. Le lit de la rivière est peu creusé et les blocs charriés sont principalement pluri-décimétriques ou plus rarement métriques.

Si la première habitation en rive droite n'a pas souffert d'inondation ces dernières années (10 ans d'observation), plus en aval, à l'intérieur du dernier coude de la rivière entre le lit mineur et les premières habitations, une observation pédologique superficielle révèle de nombreux graviers et galets enfouis dans la matrice limoneuse sombre du sol. Cette hétérogénéité granulométrique témoigne de la grande variabilité des écoulements observés en rive droite du PM270 et suggère l'existence ici d'un lit moyen, délimité par un petit talus, qui serait actif lors des crues les plus fréquentes. Cette observation est corroborée par deux témoignages relatant un débordement important sur ce terrain dans les 5 dernières années et plus généralement sur la rive droite de ce tronçon. La rive gauche, enrochée en partie, n'est en revanche pas affectée par les débordements.



Photo 1 et 2. Chenal naturel (à gauche) et chenal rectifié (à droite).

Entre ce coude et la confluence avec la Haamae, le chenal a été rectifié et le lit de la rivière se creuse progressivement pour atteindre 3 à 3.50 m. En rive droite, une levée de terre longe la rivière au droit d'un groupe de maisons relativement récentes. Cependant, du fait du méandrement et d'un point bas situé plus en amont, la protection de celles-ci vis-à-vis de débordements provenant préférentiellement de l'amont ne semble pas assurée.

Affluent : la rivière Haamae

La rivière Haamae est le principal affluent de la Potiaai. Ses eaux rejoignent le cours principal au PM534 en rive gauche. Le tronçon étudié correspond au secteur immédiatement en amont de la confluence comprenant une dizaine d'habitations, sur un linéaire de 135 m. La vallée de la Haamae est une vallée encaissée. Elle ne s'ouvre finalement qu'en approchant de la confluence, jusqu'à atteindre une largeur de 100 m environ. Sur cette partie du linéaire, la pente est similaire à celle du cours principal, de l'ordre de 2%. Des blocs pluri-décimétriques sont charriés.

On note une différence de section relativement marquée entre le tronçon étudié et son amont immédiat. En amont, au droit des 2 premières habitations, le lit naturel de la rivière est peu creusé et la pente des berges relativement douce. Sur le tronçon étudié, la Haamae a été recalibrée et enrochée sur ses deux rives, la hauteur de ces berges abruptes avoisine les 2.50 m. Le lit présente ici des atterrissements importants et très végétalisés.



Photo 3 et 4. Section naturelle en amont (à gauche) et section enrochée du tronçon étudié avec atterrissement et développement de la végétation (à droite).

Deux témoignages relatent l'inondation majeure de la Potiaai en 1983. A cette époque le lit de la Haamae n'était pas le même qu'aujourd'hui et la rivière en crue s'était écoulé en ligne droite en sortie de vallée. Néanmoins ce secteur habité n'avait pas été significativement affecté par des débordements. Les témoignages s'accordent sur le fait qu'il n'y a généralement pas de problème d'inondation sur ce secteur bien que le niveau de l'affluent puisse parfois s'élever lors des crues de la Potiaai et que des débits de plein bord aient déjà été observés sur la partie amont. Plus en aval, aucun débordement n'a été constaté au droit de la dernière habitation en rive gauche au cours des 15 dernières années.

Tronçon intermédiaire 1 : Chenal rectifié

En aval de la confluence, entre le PM534 et le PM1200, le chenal de la Potiaai a été largement simplifié et rectifié. Etroit (12m) et creusé (4.50 – 5 m) au droit de la passerelle amont, il s'élargit rapidement à une vingtaine de mètres. Le chenal suit le versant en rive gauche et la hauteur des berges en rive droite, parfois marquée par une levée de terre, est relativement stable entre 2 et 2.50 m. La pente, régulière sur ce tronçon, est faible (1%). Des atterrissements et des engravements sont visibles.

Une personne installée en rive droite de la Potiaai depuis 2005, à une distance d'environ 50 m de la berge, déclare n'avoir subi aucun débordement de la rivière sur son terrain mais est en revanche fréquemment affectée par des inondations d'origine pluviale.

A l'écart du cours d'eau en rive droite du PM960, on note par ailleurs dans la plaine d'inondation la présence d'une cuvette topographique très précisément délimitée par deux servitudes, creusée de plusieurs dizaines de centimètres. Du fait de l'éloignement relatif de la rivière, cette dépression ne représente pas un élément de risque majeur vis-à-vis des inondations fluviales, néanmoins, elle peut constituer un point d'accumulation d'eau pluviale et de ruissellement de versant. Un témoignage rapporte ainsi des inondations avec des hauteurs d'eau pouvant atteindre 40cm.



Photo 5 et 6. Chenal rectifié en pied de versant partiellement engravé.

Tronçon intermédiaire 2 : Chenal endigué

Entre le PM1200 et le PM1550, la Potiaai débouche sur la plaine littorale (pente inférieure à 1%) où elle est endiguée, d'abord en rive gauche sur la totalité du tronçon, puis en rive droite à partir du PM1350. La hauteur des berges naturelles est d'environ 2m.

Alors qu'un premier témoignage n'indique pas de débordement mais un souci là-aussi d'inondation pluviale en amont de la digue de rive droite, plus en aval, un second témoignage relate des débordements sur une parcelle pourtant protégée par une digue (« talus de l'Équipement »). Etayée par un autre habitant et des observations pédologiques superficielles, il apparaît que les débordements s'effectuent à partir d'un point bas en amont de la digue puis s'écoulent parallèlement à celle-ci.

Plus en aval, un dernier témoignage indique des débordements supplémentaires en rive droite passant par-dessus les berges (ici des levées de terre plus modestes). Les débordements sur ce secteur sont extrêmement fréquents (annuels ?) et la hauteur d'eau peut alors atteindre 1m environ (à la taille). A cela s'ajoutent des vitesses d'écoulement élevées : plantations sur les berges et enrochements ont déjà été arrachés.



Photo 7 et 8. Chenal endigué sur les deux rives.

Tronçon aval : Chenal sous influence lagonaire

Entre le PM1550 et le pont de la RDC (PM1770), la pente du chenal est quasi-nulle et le point bas du lit mineur se trouve en dessous de la cote 0m NGF. La hauteur des berges est généralement comprise entre 2 et 3m. Des atterrissements et des engravements sont visibles.

Des constructions bordent le cours d'eau sur les deux rives, certaines berges sont bétonnées ou portent des murs. En 2009, la berge en rive gauche avait été érodé et les enrochements déstabilisés (SPEED 2011).

Un drain en béton au pied du pont témoigne du caractère récurant des inondations dans ce secteur bordé par le remblai de la RDC. En rive gauche, un témoignage indique se trouver en zone inondable, tout en précisant que la situation a été améliorée par la mise en place d'enrochements.

De nombreux témoignages soulignent le risque représenté par le pont quant à la formation d'embâcles. On note par ailleurs qu'un grand nombre de branchages traversant le chenal de part en part en amont immédiat du pont de la RDC renforce vraisemblablement ce risque. Aussi en 1998, un embâcle sous le pont de la RDC avait causé d'importants débordements sur les deux rives. Les hauteurs d'eau observées alors atteignaient 80cm (SPEED 2011).



Photo 9 et 10. Constructions en bordure de chenal et atterrissements.

En se dirigeant vers le bras mort de la Vaitunamea, 3 témoignages d'habitants nouveaux sur le secteur (quelques mois/année) n'indiquent pas de problème particulier. En revanche, l'enquête de terrain de la SPEED en 2010 révèle que ce secteur avait été inondé lors de la crue de 1998 avant que des travaux ne soient effectués sur le cours d'eau en 2000.

Embouchure

L'embouchure de la Potiaai présente une asymétrie remarquable entre sa rive droite, remblayée et enrochée, et sa rive gauche située à moins de 1 m au-dessus du niveau de la mer.

L'enquête de terrain de la SPEED en 2010 y indiquait des inondations extrêmement fréquentes (quasi-annuelles)



Photo 11 et 12. Rive gauche et rive droite de l'embouchure de la Potiaai.

2.2.2 Rivière Faurahi

Tronçon amont : Sortie de la vallée naturelle

De PM0 à PM670, la Faurahi s'écoule dans une vallée étroite et encaissée qui s'ouvre progressivement jusqu'à atteindre une largeur de 90m. La pente, importante jusqu'au PM176 (5%), diminue ensuite (3%) alors que le tracé de la rivière suit le versant en rive droite.

La rivière charrie des blocs pluri-décimétriques. La hauteur des berges est relativement élevée, de l'ordre de 3 à 3.50 m.



Photo 13 et 14 : Lit creusé en sortie de vallée.

4 témoignages indiquent l'absence de débordements sur ce tronçon. Selon le témoin le plus âgé, le lit de la rivière aurait été repoussé vers la rive droite afin de gagner du terrain pour les constructions. Un risque d'embâcle serait causé par la chute d'arbres depuis le versant en rive droite.

Tronçon intermédiaire : Chenal à méandre sur le cône alluvial

De PM670 à PM1032, la rivière s'écoule sur un cône alluvial formé sur la rupture de pente au contact entre la vallée et la plaine littorale. La pente est d'environ 2% et, du fait de l'absence de versant en rive gauche, celui-ci présente une forme asymétrique, se déployant essentiellement vers une direction est-sud-est.

La rivière tend ici à former une série de méandres, mais ses berges sont partiellement enrochées (amont) ou endiguées (aval). La hauteur des berges est généralement comprise entre 2 et 2.50m, à l'exception notable d'un gué situé en aval (PM964).



Photo 15 et 16 : Méandres enrochés et chenal envahi par la végétation.

Au droit de la première passerelle, une habitante indique avoir déjà observée un embâcle suivi d'une débâcle. Aucun débordement n'avait eu lieu mais l'eau avait alors atteint les berges. Lors des crues, le méandre en amont de la passerelle subit de l'érosion.

Tronçon aval : Chenal rectiligne sur la plaine littorale

De PM1032 à PM1465, la rivière s'écoule sur la plaine littorale suivant un tracé quasi-rectiligne. La pente y est inférieure à 1% et le lit de la rivière est envahi par la végétation par endroit. La hauteur des berges est faible, autour de 2 m et deux axes d'écoulements (fossé, ruisseau) rejoignent le cours principal en rive gauche d'abord (PM1380) pour le plus important, puis en rive droite (PM1430) pour le second.

Un habitant indique avoir déjà observés plusieurs débordement sur l'aval du tronçon (en 15 ans), mais seulement des débits de plein bord sur l'amont. Un curage de la rivière serait selon lui nécessaire car le lit de la rivière est ici envahi par la végétation. Un embâcle s'est déjà formé en début de tronçon.

Il rapporte également qu'au cours de randonnées dans la partie supérieure du bassin-versant, il a pu observer que le cours d'eau était obstrué par d'importants embâcles faisant courir un risque important au bas de la vallée en cas de débâcle.

En rive gauche, une observation du sol sur la parcelle en bordure de RDC montre des traces de réaction de réduction, indiquant un hydromorphisme significatif.



Photo 17 et 18 : Chenal rectiligne dans la plaine littorale.

Embouchure

Au-delà du pont de la RDC (PM 1465), la Faurahi se jette dans le lagon au droit de la pointe Farauo, qui donne parfois son nom à la rivière. La hauteur des berges est d'environ 2m en aval du pont.

2.2.3 Evolution morphologique des rivières

L'analyse des prises de vue aériennes de mars 1984 permet d'observer l'impact de la crue d'avril 1983 liée au passage du cyclone Veena (Plus Hautes Eaux connues sur ces deux cours d'eau) et la modification des tracés des deux rivières depuis cette époque.

A la suite à la crue de 1983, la rivière Potiaai présente de larges méandres aussi bien en amont qu'en aval de la confluence. Cette dernière occupe d'ailleurs une position plus en aval que la confluence actuelle. A l'intérieur de chaque méandre, de larges secteurs érodés témoignent de l'extrême mobilité du cours d'eau durant la crue et de la puissance des écoulements qui ont arraché ici la totalité de la végétation visible sur la photo des années antérieures. On remarque en particulier la largeur des sections impactées au droit du coude amont et jusqu'à la confluence, en aval de la zone habitée de la Haamae, en rive droite au droit du cimetière, et au centre de la zone d'étude avec le dédoublement du chenal.

Sur le tronçon aval, en plaine littorale, le méandrement était moins prononcé et plus proche de la morphologie actuelle. Néanmoins des traces d'érosion causées par la vitesse élevée des écoulements sont là aussi visibles à l'extrados des sinuosités témoignant du caractère actif du méandrement.

Aujourd'hui le tracé de la rivière a été largement simplifié par la rectification du linéaire dans la vallée et l'endiguement du tronçon parcourant la plaine littorale.

Sur la rivière Faurahi, même si elle est peut-être ici moins spectaculaire, la même logique de simplification du tracé de la rivière a été mise à l'œuvre. Plusieurs sinuosités ont été supprimées sur le tronçon intermédiaire en sortie de vallées ainsi que sur le tronçon aval de la plaine littorale.

En revanche, nous n'observons pas ici de grandes bandes d'érosion générées par la crue de 1983, ce qui suggère donc un cours d'eau moins mobile et des écoulements moins virulents que sur la rivière Potiaai.



Figure 4. Evolution des tracés de la Potiaai et de la Faurahi entre 1984 et 2017.
(fond de carte : Service de l'Urbanisme, Digitalglobe Inc. 2017)

2.3 EVALUATION DES OUVRAGES HYDRAULIQUES

2.3.1 Rivière Potiaai

| OUVRAGE | HAUTEUR | LARGEUR | SECTION | LONGUEUR |
|-----------------------|---------|------------------|-------------------|----------|
| Passerelle Haamae | 2 m | Entre 2 et 8.7 m | 12 m ² | 0.80 m |
| Passerelle métallique | 4.6 m | Entre 11 et 15 m | 60 m ² | 3 m |
| Pont RDC | 2.7 m | Entre 13 et 14 m | 37 m ² | 9 m |

Tableau 3. Dimensions des ouvrages hydrauliques de la rivière Potiaai.

Trois ouvrages de traversée sont localisés dans le périmètre de l'étude de la Potiaai : une passerelle piétonne métallique sur la Haamae, une passerelle métallique sur la Potiaai en aval de la confluence et le pont sous la route de ceinture.

La passerelle de la Haamae est une simple passerelle métallique fixée sur le sommet des enrochements. Etant donné qu'il s'agit du seul ouvrage situé en sortie d'une vallée forestière encaissée, elle est vulnérable au risque d'embâcle.

La passerelle amont de la Potiaai présente un risque d'embâcle relativement faible. Malgré la présence de poutres métalliques qui réduisent sa section, ses dimensions font que celle-ci reste importante. Cependant, du fait de la hauteur des berges ici, il conviendra de rester vigilant quant au risque d'incision du lit qui pourrait provoquer l'affouillement des fondations en béton de la passerelle. Mais lors de la visite de terrain, aucune trace d'érosion n'a été observée.



Photo 19 et 20 : Passerelles amont sur la Haamae (gauche) et la Potiaai (droite).

Le pont de la route de ceinture est vraisemblablement sous-dimensionné. Malgré le remblai, sa section est considérablement réduite par la présence de deux poutres en béton en dessous du tablier. Ce sous-dimensionnement pose principalement deux problèmes : la mise en charge du pont et des débordements même dans le cas de crues modestes, et Un risque d'embâcle quasi-permanent du fait de son faible tirant d'air.



Photo 21 : Pont de la RDC sur la Potiaai.

2.3.2 Rivière Faurahi

Trois ouvrages de traversée sont localisés dans le périmètre de l'étude de la Faurahi : une passerelle piétonne en béton et métal suivie d'une passerelle piétonne en bois et métal en amont, un pont sous la route de ceinture en aval.

| OUVRAGE | HAUTEUR | LARGEUR | SECTION | LONGUEUR |
|-----------------------|--------------------|--------------------|-------------------|----------|
| Passerelle en béton | Entre 1.5 et 3.3 m | Entre 2.5 et 11 m | 24 m ² | 1 m |
| Passerelle métallique | Entre 1.6 et 2.8 m | Entre 4.3 et 9.5 m | 18 m ² | 0.80 m |
| Pont RDC | Entre 1 et 1.5 m | 8 m | 10 m ² | 9 m |

Tableau 4. Dimensions des ouvrages hydrauliques de la rivière Faurahi.

La première passerelle est de construction récente (2017). Elle est constituée d'une structure métallique reposant sur des fondations en béton posées sur le haut des berges. Sa section est importante et son niveau significativement au-dessus des berges réduit le risque d'embâcle. Néanmoins en l'espace de 2 ans, un embâcle suivi d'une débâcle a déjà été observé sur cette passerelle.



Photo 22 et 23 : Vue amont (gauche) et aval (droite) de la première passerelle piétonne.

La seconde passerelle piétonne semble être plus informelle. Il s'agit de planches de bois reposant sur une structure métallique, simplement posée sur les berges afin de permettre la traversée. En cas d'embâcle, il est probable qu'elle cède et qu'elle soit emportée.

Comme dans le cas de Potiaai, le pont de la RDC apparaît être très largement sous-dimensionné. Celui-ci ne bénéficie pas d'un remblai lui permettant de gagner en hauteur, et repose sur des poutres en béton amputant significativement sa section. Les risques de mise en charge et d'embâcle sur ce dernier sont donc élevés, et ce même dans le cas de crue modeste.



Photo 24 et 25 : Passerelle informelle (à gauche) et pont de la RDC sur la Faurahi.

III ANALYSE HYDROLOGIQUE

Les bassins-versants de la Potiaai et de la Faurahi ne disposent pas d'observations hydrologiques suffisantes permettant de caractériser finement les débits caractéristiques de ces cours d'eau. De la même manière, il n'existe pas de mesures pluviométriques sur ce bassin. Il est donc nécessaire ici d'estimer les débits caractéristiques des rivières Potiaai et Faurahi ainsi que leurs hydrogrammes de crue à partir des données existantes sur des bassins voisins similaires et des caractéristiques géographiques de leurs bassins-versants.

Conformément à l'usage dans ce type de situation, l'hypothèse de travail retenue ici est celle de pluies unitaires et uniformes s'abattant sur la totalité de chacun des bassins-versants pendant une durée correspondant au temps de concentration de ceux-ci. Ces précipitations résultent alors en des hydrogrammes de crue synthétiques unitaires.

3.1 TEMPS DE CONCENTRATION

| FORMULE | POTIAAI (cours principal) | HAAMAE | FAURAHİ |
|---|------------------------------|-------------|-------------|
| Giandotti | 62.5 | 43.3 | 46.8 |
| Izzard-Meunier | 65.4 | 41.7 | 45.6 |
| Kirpich | 65.8 | 36.4 | 40.5 |
| Ven Te Chow | 65.8 | 36.4 | 40.5 |
| Ventura | 77.2 | 38.5 | 41.0 |
| TEMPS DE CONCENTRATION DE PROJET (min) | 65.7 | 38.9 | 42.3 |

Tableau 5. Détermination du temps de concentration des bassins-versants des rivières Potiaai, Haamae et Faurahi.

Le temps de concentration est une caractéristique essentielle du bassin-versant. Selon les méthodes choisies, il est utilisé dans l'estimation des débits caractéristiques ainsi que dans la construction de l'hydrogramme de crue synthétique. Au cours des années, de nombreuses formules ont été proposées dans la littérature. Nous ne retenons ici que les formules les plus communes adaptées aux bassins-versants naturels/ruraux de petite dimension.

Les temps de concentration retenus dans cette étude correspondent à la moyenne des valeurs obtenues par les différentes formules utilisées desquelles on retire les 2 valeurs extrêmes :

- Pour le cours principal de la Potiaai : 65.7 min
- Pour l'affluent Haamae : 38.9 min
- Pour la Faurahi : 42.3 min

3.2 DEBITS CARACTERISTIQUES

Les débits caractéristiques des rivières Potiaai et Faurahi ont fait l'objet de plusieurs estimations par le passé au moyen de différentes méthodes. Nous proposons ici de nouvelles estimations résultant de l'application de la méthode rationnelle pour l'estimation du débit de référence décennal et de son extrapolation par la méthode du gradex pour l'estimation des débits de référence cinquantennal et centennal.

Cette méthode est successivement appliquée à partir des paramètres hydrologiques (coefficients de Montana dérivés des valeurs d'Intensité-Durée-Fréquence) de différentes stations :

- La station météorologique de Faa'a, qui présente la plus longue série de données avec des valeurs d'IDF déterminées sur une période de 50 ans (1958-2008),
- La station de Vaihiria, qui est la plus proche géographiquement des bassins-versants étudiés mais qui ne dispose d'observations que pour une période de 8 ans seulement,
- Les estimations des valeurs IDF pour le bassin-versant de la Potiaai réalisées par le GEGDP en 2001.

Par ailleurs, pour l'application de la méthode rationnelle, un coefficient de ruissellement $C = 0.65$ est retenu. Celui-ci correspond à la valeur retenue par la SPEED en 2011. Elle avait été calée pour la méthode des réservoirs lors de l'avant-projet sommaire concernant la Liaison Ouest Papeete-Taravao. L'imperméabilisation des sols sur le bassin-versant (0.25% de la surface) est ici trop faible pour être impactante.

Il convient finalement de noter que contrairement aux études précédentes, nous distinguons ici le cours principal de la Potiaai et son affluent principal la Haamae. Du fait de la différence entre les deux temps de concentration, les pics de crue de chacun des cours d'eau ne seront pas concomitants. L'addition des débits en aval de la confluence sera par conséquent inférieure aux estimations précédentes mais vraisemblablement plus réaliste.

Les débits de projet retenus dans cette étude sont :

- Pour la Potiaai : 187 (Q10), 250 (Q50) et 276 (Q100) m^3/s ,
- Pour la Haamae : 58 (Q10), 74 (Q50) et 84 (Q100) m^3/s ,
- Pour la Faurahi : 54 (Q10), 69 (Q50) et 78 (Q100) m^3/s .

| METHODE | Q10 (m ³ /s) | | Q50 (m ³ /s) | | Q100 (m ³ /s) | |
|--|-------------------------|-----------|-------------------------|-----------|--------------------------|-----------|
| | Potiaai | Haamae | Potiaai | Haamae | Potiaai | Haamae |
| BCEOM 1999 Formule empirique globale | 275 | | 420 | | 485 | |
| WOTLING 2001 Modèle hydrologique spatialisé | 215 | | 343 | | 399 | |
| DANLOUX 2001 Formule empirique de Creager régionalisée | 230 | | 380 | | 460 | |
| SPEED 2011 Valeurs synthétiques | 200 | | 320 | | 400 | |
| Méthode rationnelle + Gradex (Station : Faa'a) | 152 | 54 | 223 | 79 | 254 | 90 |
| Méthode rationnelle + Gradex (Station : Vaihiria) | 187 | 61 | 250 | 81 | 276 | 89 |
| Méthode rationnelle + Gradex (Estimation Potiaai) | 174 | 58 | 225 | 74 | 258 | 84 |
| DEBITS DE PROJET | 187 | 58 | 250 | 74 | 276 | 84 |

Tableau 6. Détermination des débits caractéristiques des rivières Potiaai et Haamae.

| METHODE | Q10 (m ³ /s) | Q50 (m ³ /s) | Q100 (m ³ /s) |
|--|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| WOTLING 2001 Modèle hydrologique spatialisé | 27 | 45 | 56 |
| DANLOUX 2003 Formule empirique de Creager régionalisée | - | - | 75 |
| Méthode rationnelle + Gradex (Station : Faa'a) | 50 | 73 | 83 |
| Méthode rationnelle + Gradex (Station : Vaihiria) | 60 | 75 | 83 |
| Méthode rationnelle + Gradex (Estimation Potiaai) | 54 | 69 | 78 |
| DEBITS DE PROJET | 54 | 69 | 78 |

Tableau 7. Détermination des débits caractéristiques de la rivière Faurahi.

Dans le cas de la rivière Potiaai, les valeurs obtenues par la méthode rationnelle + Gradex sont globalement plus faibles que les estimations des études précédentes, d'autant plus si l'on prend en compte le décalage des pics de crue entre la Potiaai et la Haamae. L'utilisation des valeurs IDF de la station de Vaihiria permet néanmoins de prendre en compte la pluviométrie relativement élevée de la côte sud-est de Tahiti ainsi que l'impact de l'altitude sur les précipitations dans le bassin supérieur de la Potiaai.

Dans le cas des rivières Haamae et Faurahi, dont les bassins-versants sont relativement similaires, nous manquons de données permettant la comparaison des résultats. Les estimations de Wotling semblent assez significativement sous-estimer les débits réels. Nous retenons les débits obtenus à partir des valeurs IDF estimées par le GEGDP pour le bassin de la Potiaai, qui sont les débits les plus cohérents avec le Q100 estimé par Danloux.

On note finalement que les plus fortes crues observées sur les rivières de Mataeia sont vraisemblablement celles du 12 avril 1983 causées par le passage du cyclone Veena. Sur la côte sud de Tahiti, les débits alors atteints furent de l'ordre de grandeur cinquantennal. La surcote marine enregistrée à Papeete fut de 30 cm.

3.3 HYDROGRAMMES DE PROJET

Ne disposant pas d'enregistrement d'hydrogramme unitaire de crue sur les rivières Potiaai, Haamae et Faurahi, des hydrogrammes synthétiques unitaires, de type triangulaire, sont générés à partir du temps de concentration pour chacun des 3 débits de projet.

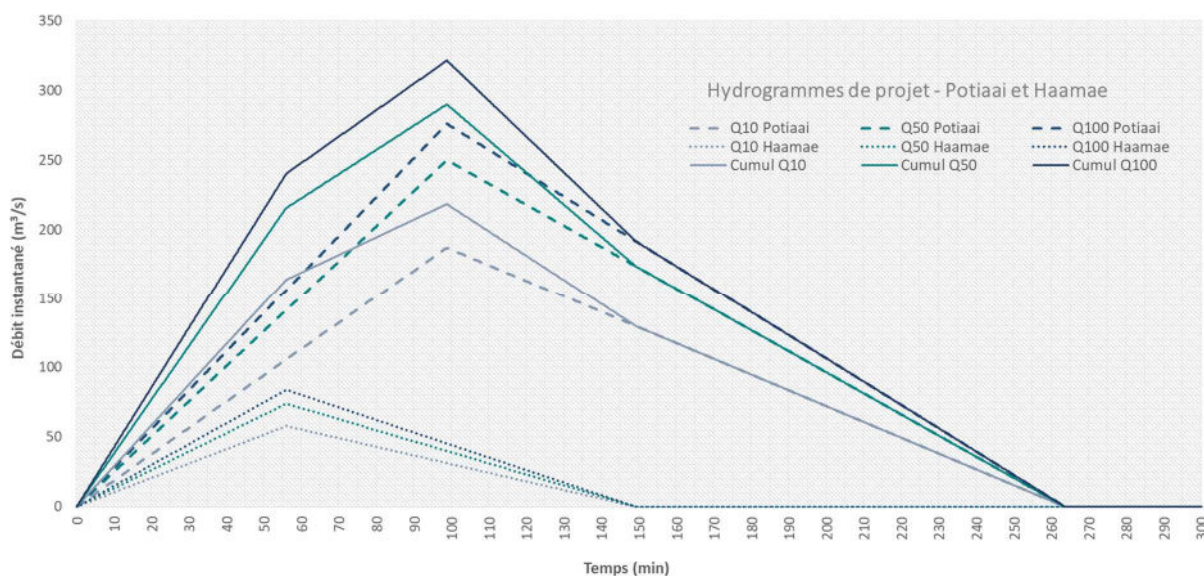


Figure 5. Hydrogrammes synthétiques unitaires et hydrogrammes cumulés pour les débits de projet Q10, Q50 et Q100 sur les rivières Potiaai et Haamae.

Dans le cas de la rivière Potiaai, les débits cumulés maximums (valeurs maximales théoriques à la confluence en l'absence de débordements amont) sont : 218 (Q10), 290 (Q50) et 321 (Q100) m³/s.

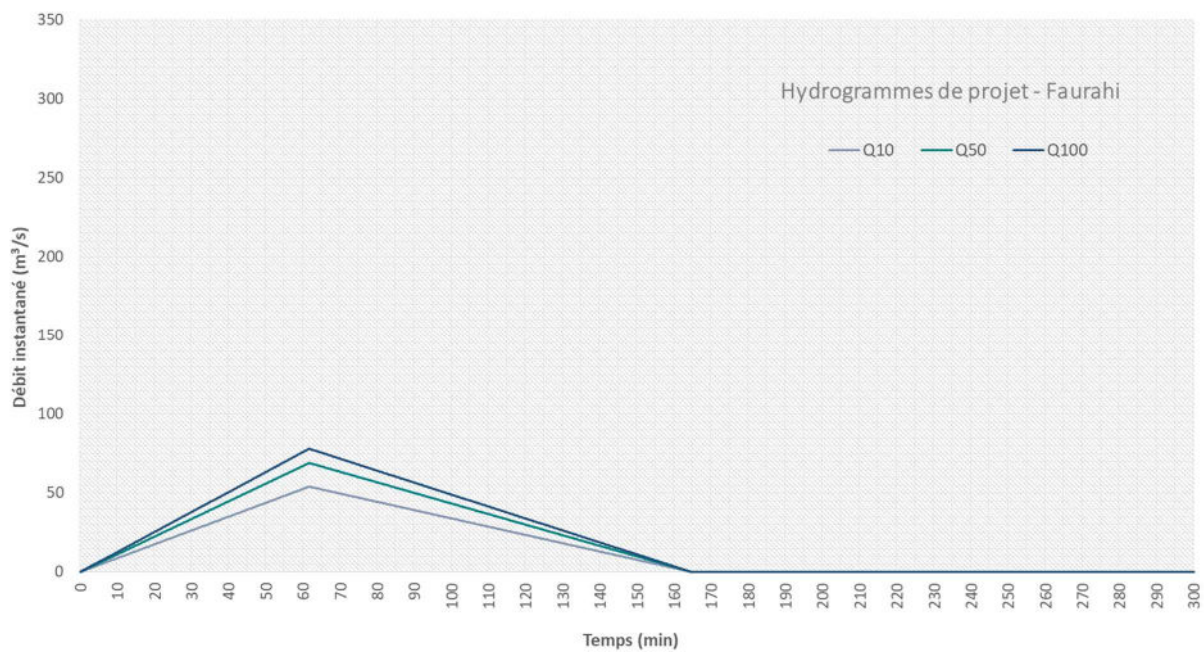


Figure 6. Hydrogrammes synthétiques unitaires pour les débits de projet Q10, Q50 et Q100 sur la rivière Faurahi.

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 disponibles et du modèle numérique de terrain du Service de l'Urbanisme. Ce modèle bidimensionnel permet de simuler les écoulements de surface dans le lit majeur en fonction des obstacles topographiques naturels et artificiels (digues, remblais...) et d'en extraire entre autres les hauteurs d'eau et vitesses d'écoulement nécessaires à la cartographie de l'aléa inondation.

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 (points géodésiques, modèle numérique de terrain réalisé par restitution photogrammétrique, données LIDAR...),
- Le calage des paramètres de rugosité en lit mineur et en lit majeur.

4.2 PARAMETRAGE DU MODELE

4.2.1 Adaptation du modèle

Différentes adaptations ont dû être envisagées au cours de cette modélisation :

- La plaine d'inondation de la Potiaai étant drainée par d'autres cours d'eau (Le ruisseau Vaianuanu en rive droite, et le bras mort de la Vaitunamea en rive gauche), ces axes d'écoulement secondaires et leurs ouvrages de traversée au droit de la RDC ont dû être modélisés sommairement à partir des données topographiques disponibles, de façon à simuler de la manière la plus réaliste possible le drainage des débordements de la Potiaai.
- Différentes modifications ont été apportées au modèle numérique de terrain de façon à gommer certains artefacts ou à représenter au mieux certaines caractéristiques topographiques observées sur le terrain.

En rive gauche de la Haamae, les données du MNT ont été corrigées en fonction des levés topographiques réalisés de façon à ne pas s'opposer aux débordements, conformément aux observations de terrain.

En rive droite de la Potiaai, le MNT a été légèrement sur-creusé de façon à représenter fidèlement la cuvette topographique très marquée entre deux petites servitudes.

En rive gauche de la Faurahi, un artefact présent sur le MNT entre la servitude principale et les serres a été lissé afin de ne pas dévier le débordement simulé.

4.2.2 Rugosité du lit mineur

La rugosité du lit mineur est caractérisée par des coefficients de Strickler (ou Manning's M) exprimés en $m^{1/3}/s$. Faute d'observations ou témoignages permettant de caler empiriquement ces coefficients de Strickler, nous retenons, après analyse de la littérature scientifique, les valeurs suivantes pour chacun des tronçons rencontrés le long du linéaire des rivières modélisées.

| TRONCON | NATURE DU LIT MINEUR | MANNING-STRICKLER (m ^{1/3} /s) |
|-------------------|--|--|
| Chenal à méandres | Nombreux blocs, berges naturelles végétalisées | 20 |
| Haamae | Berges enrochées | 30 |
| Chenal rectiligne | Berges naturelles, quelques blocs | 25 |
| Chenal endigué | Berges végétalisées, partiellement enrochées voire bétonnées | 30 |
| Pont RDC | Berges bétonnées peu entretenues | 40 |
| Embouchure | Une berge naturelle et une berge enrochée | 25 |

Tableau 8. Coefficients de Manning-Strickler en lit mineur de la Potiaai.

| TRONCON | NATURE DU LIT MINEUR | MANNING-STRICKLER (m ^{1/3} /s) |
|-------------------|---|--|
| Sortie de vallée | Nombreux blocs, berges naturelles végétalisées | 20 |
| Chenal à méandres | Berges végétalisées partiellement enrochés ou endigués, | 25 |
| Chenal rectiligne | Berges naturelles, lit envahi par la végétation | 20 |
| Pont RDC | Berges bétonnées peu entretenues | 40 |
| Embouchure | Berges naturelles, lit envahi par la végétation | 20 |

Tableau 9. Coefficients de Manning-Strickler en lit mineur de la Faurahi.

| TRONCON | NATURE DU LIT MINEUR | MANNING-STRICKLER (m ^{1/3} /s) |
|------------|----------------------|--|
| Vaianuanu | Fossé végétalisé | 20 |
| Vaitunamea | Berges enrochées | 25 |

Tableau 9. Coefficients de Manning-Strickler en lit mineur des axes d'écoulement secondaires.

4.2.3 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.

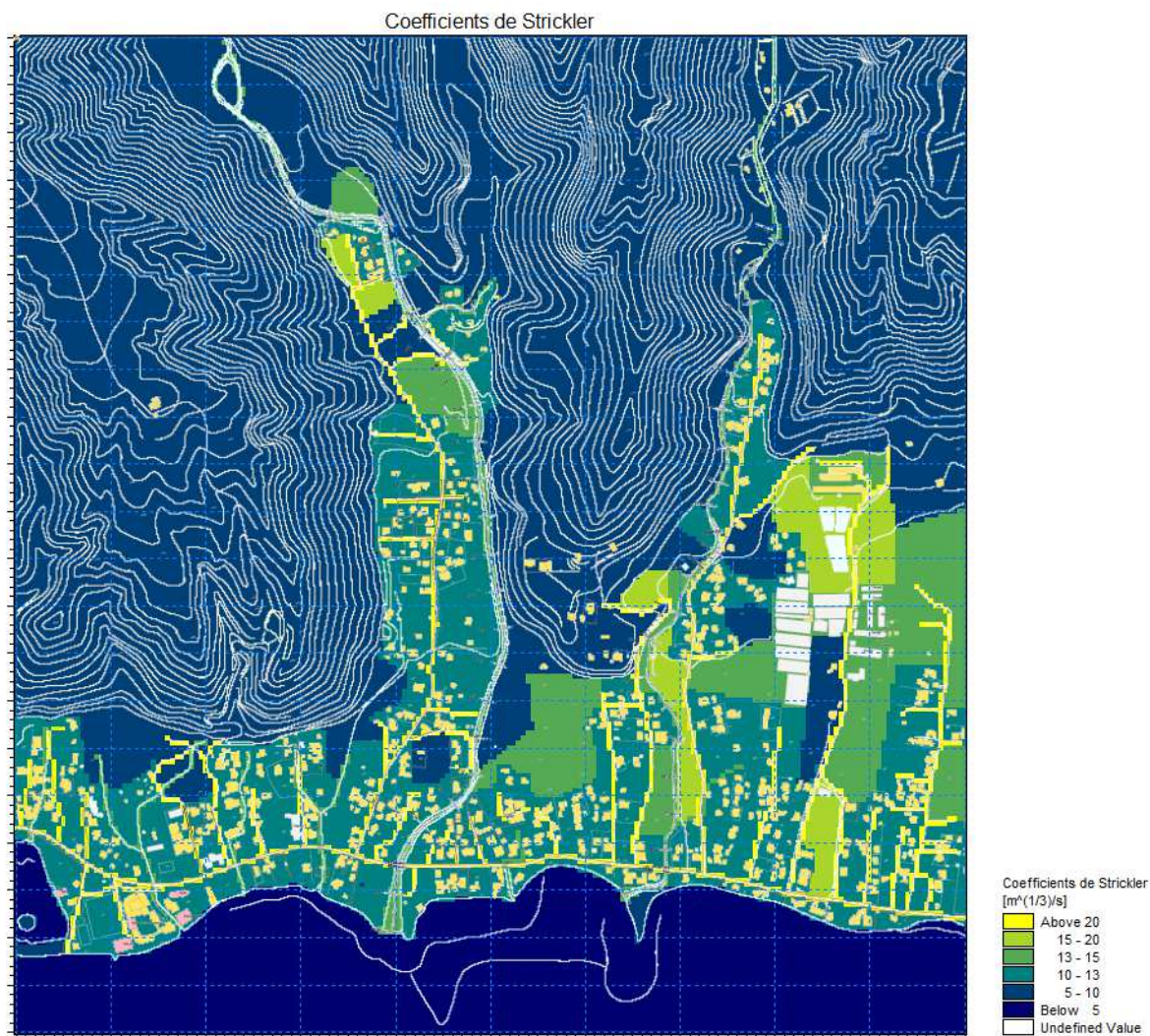


Figure 7. Matrice de rugosité de la plaine d'inondation.

Les valeurs suivantes sont retenues en accord avec les données issues de la littérature scientifique.

| NATURE DU LIT MAJEUR | MANNING-STRIKLER (m ^{1/3} /s) |
|--|--|
| Surface dégagée non-végétalisée | 25 |
| Surface dégagée peu végétalisée (herbes basses) | 20 |
| Surface dégagée très végétalisée (herbes hautes, buissons) | 15 |
| Surface forestière | 8 |
| Zone d'habitat rural de densité modérée | 13 |

Tableau 10. Coefficients de Manning-Strickler en lit majeur.

4.3 SCENARII DE MODELISATION

Le modèle hydraulique est utilisé afin de simuler les écoulements de la Potiaai et de la Faurahi 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.

En outre, nous choisissons ici d'effacer les digues ne permettant pas de garantir une protection pérenne contre les crues les plus importantes, du fait de leur finesse et/ou de leur pente trop marquée pour les préserver de l'érosion (> 3H2V). Le niveau du terrain de cette berge correspondra donc ici au niveau du terrain naturel adjacent.

Conformément aux objectifs de l'étude, des simulations des crues décennale, cinquantennale et centennales avec et sans embâcles sont réalisées. Des simulations complémentaires permettent également d'évaluer la sensibilité du modèle aux variations du niveau lagonaire, au nombre d'embâcles et à la présence ou non des digues.

Pour les embâcles, une réduction de 50% est simulée sur les ponts de la RDC ainsi que sur les passerelles amont. Aucun embâcle n'est simulé sur la seconde passerelle de la Faurahi ni sur les ouvrages de la Vaianuanu et de la Vaitunamea, car le risque d'embâcle y est moins prononcé que sur les autres ouvrages des cours d'eau principaux.

| SCENARIO | DEBIT | NIVEAU LAGONAIRE | EMBÂCLE | AUTRE ELEMENT |
|---|--|------------------|--|------------------------|
| Crue décennale | Potiaai : 187 m ³ /s Haamae : 58 m ³ /s Faurahi : 54 m ³ /s | 0m NGF | - | Suppression des digues |
| Crue cinquantennale | Potiaai : 250 m ³ /s Haamae : 74 m ³ /s Faurahi : 69 m ³ /s | 0m NGF | - | Suppression des digues |
| Crue centennale avec surcote marine | Potiaai : 276 m ³ /s Haamae : 84 m ³ /s Faurahi : m ³ /s | +1m NGF | - | Suppression des digues |
| Crue centennale avec surcote marine et embâcles | Potiaai : 276 m ³ /s Haamae : 84 m ³ /s Faurahi : 78 m ³ /s | +1m NGF | Passerelles amont (50%) et ponts RDC (50%) | Suppression des digues |

Tableau 11. Scénarii du projet.

On note finalement que les plus grandes crues observées sur les bassins-versants de la Potiaai et de la Faurahi ne font pas l'objet d'une simulation dans cette étude. Il s'agirait a priori des crues cinquantennale avec une surcote marine de 30 cm liée au passage du cyclone Veena en 1983, or aucun des témoignages recueillis ne permet de caractériser précisément cet événement. De plus, le tracé de la rivière ayant fortement été modifié depuis cette époque, la simulation de cette crue avec la géométrie actuelle du lit mineur ne permettrait pas de représenter fidèlement l'événement vécu à l'époque.

V ANALYSE DE LA DYNAMIQUE DE CRUE

5.1 CRUE DECENNALE

5.1.1 Potiaai

Lors de la simulation du scénario de crue décennale, les premiers points de débordements sont observés en rive gauche : en aval du pont de la RDC tout d'abord (PM1830, $Q = 60 \text{ m}^3/\text{s}$), à l'amont immédiat du premier groupe d'habitations (PM170, $Q = 50 \text{ m}^3/\text{s}$) et au niveau de la confluence ensuite (PM535, $Q = 75 \text{ m}^3/\text{s}$).

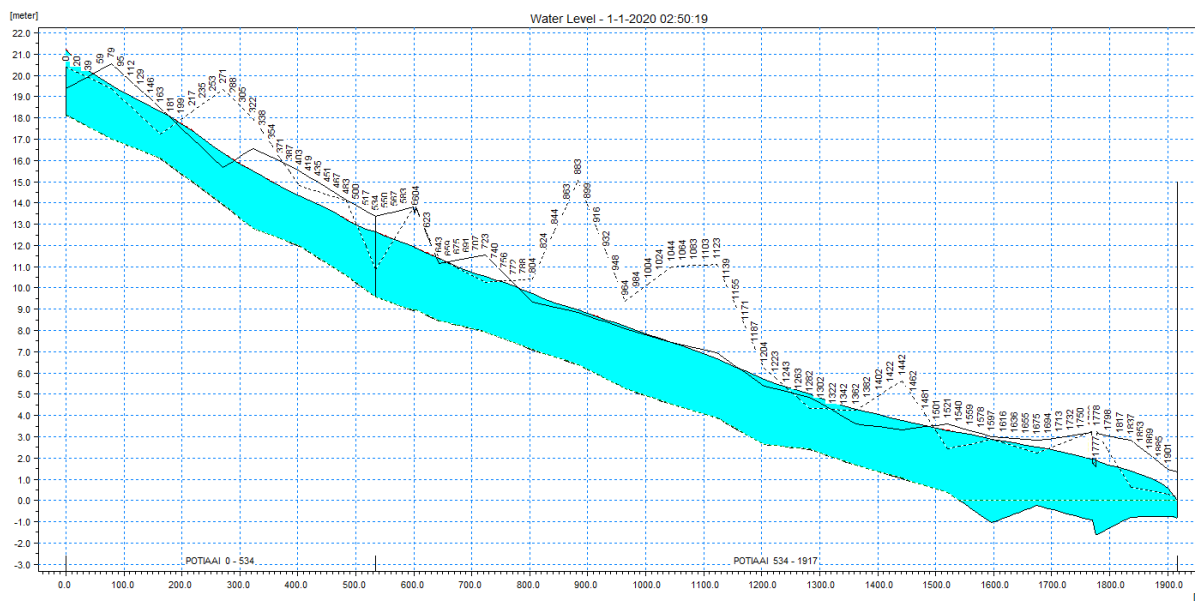


Figure 8. Modélisation 1D de la crue décennale de la Potiaai.

Les débordements continuent ensuite en rive droite depuis l'amont des digues aux PM1360 ($Q = 125 \text{ m}^3/\text{s}$) et PM270 ($Q = 85 \text{ m}^3/\text{s}$), et en rive gauche à l'amont immédiat du dernier groupe de maisons (PM1520, $Q = 135 \text{ m}^3/\text{s}$) suivant l'ancien bras de la Vaitunamea.

Un deuxième et un troisième points de débordement s'ouvrent en rive gauche sur ce secteur plus en amont (PM1280) pour $Q = 165 \text{ m}^3/\text{s}$ et en aval (PM1675) pour $Q = 155 \text{ m}^3/\text{s}$, alors que le débordement est désormais généralisé sur la rive droite du secteur aval jusqu'au remblai de la RDC et que l'eau s'écoule en direction du ruisseau Vaianuanu

Le débordement se propage finalement à l'ensemble de la rive droite et à la rive gauche pour le secteur aval, redessinant assez fidèlement les contours des anciens méandres et bras de la rivière.

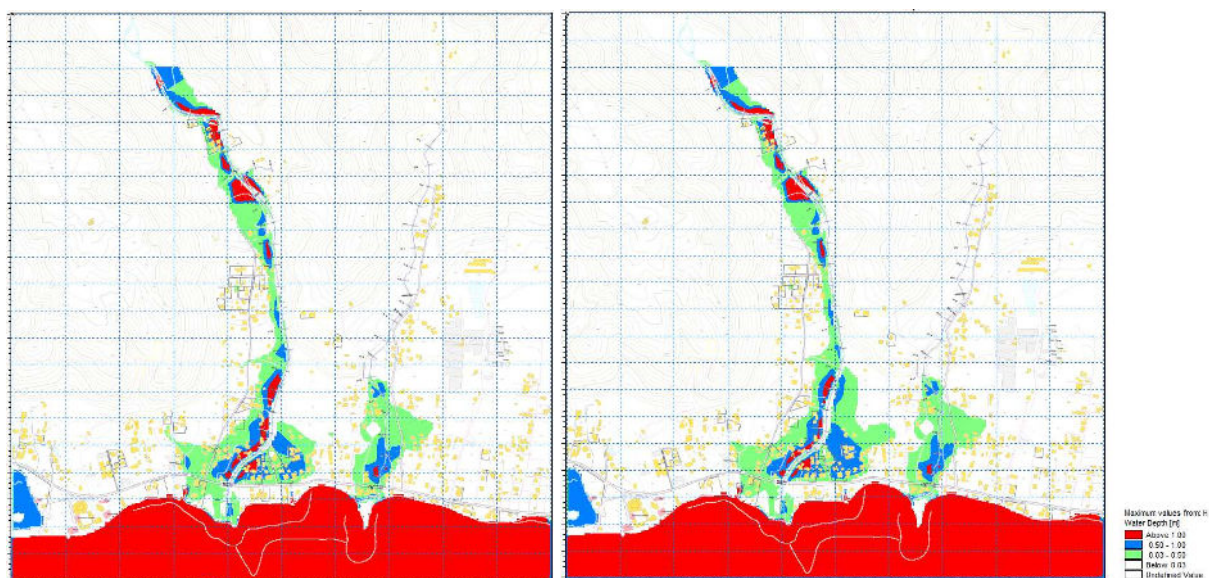


Figure 9. Modélisation 2D des hauteurs d'eau maximales en crue décennale avec (gauche) et sans digue (droite).

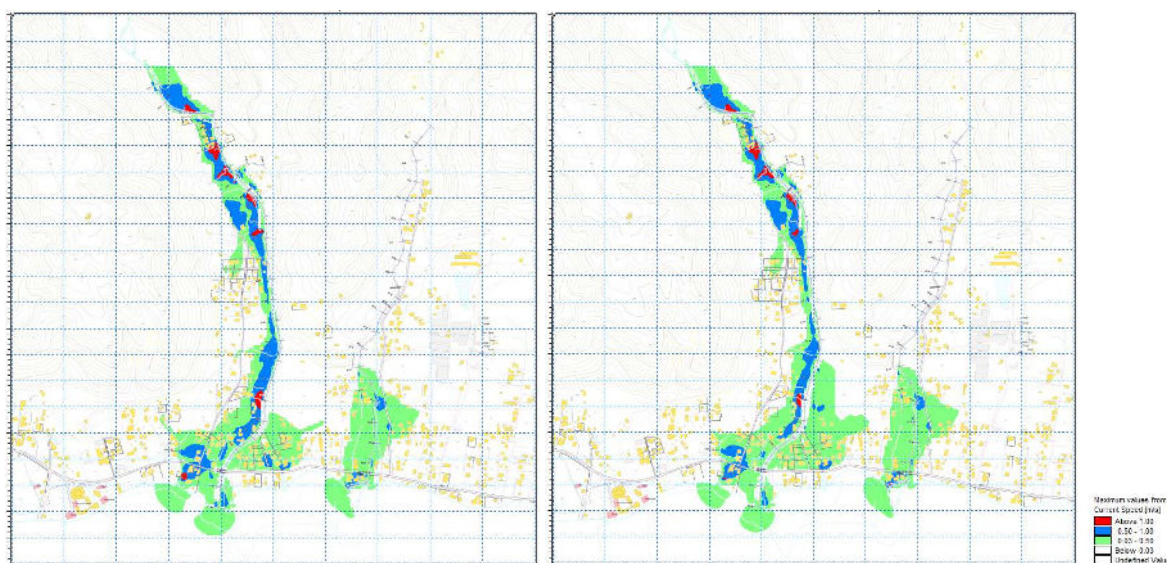


Figure 10. Modélisation 2D des vitesses d'écoulement maximales en crue décennale avec (gauche) et sans digue (droite).

On note ici que le secteur aval de la Haamae est relativement peu touché par les débordements. Il est nécessaire de signaler que cet affluent n'a été modélisé que sur une petite partie de son linéaire, et donc que la simulation ne prend pas en compte les éventuels débordements qui pourraient se faire plus en amont et qui pourraient s'écouler vers les habitations ensuite.

On note également que la digue aval en rive gauche a une efficacité relative puisqu'elle empêche les débordements directs et donc l'inondation des terrains (non-construits) situés entre PM1200 et PM1500. En revanche, les digues ont peu d'effet sur les constructions plus en aval car les débordements les contournent depuis le point PM1675 (Q = 155 m³/s) à partir duquel l'eau inonde ce secteur jusqu'à l'ancien bras de la Vaitunamea.

Au droit des ouvrages, le tirant d'air minimum est de 1.60m pour la passerelle amont alors que le pont de la RDC est en charge à partir de Q = 155 m³/s environ. La passerelle sur la Haamae se met elle en charge à partir de Q = 55 m³/s.

5.1.2 Faurahi

Lors de la simulation du scénario de crue décennale, la Faurahi ne subit de débordements que sur son tronçon aval où son lit est le moins creusé.

Les premiers points de débordements sont observés en rive droite (PM1190, Q = 20 m³/s) où les eaux inondent rapidement ce secteur de la plaine littorale, puis dans un second temps en rive gauche où les débordements tendent à remonter le fossé rejoignant le cours principal vers PM1300 (Q = 27 m³/s).

De manière plus diffuse, les débordements touchent ensuite la rive gauche entre PM1000 et PM1100 pour Q = 32 m³/s). La rive droite de ce secteur voit ses premiers débordements pour Q = 38 m³/s.

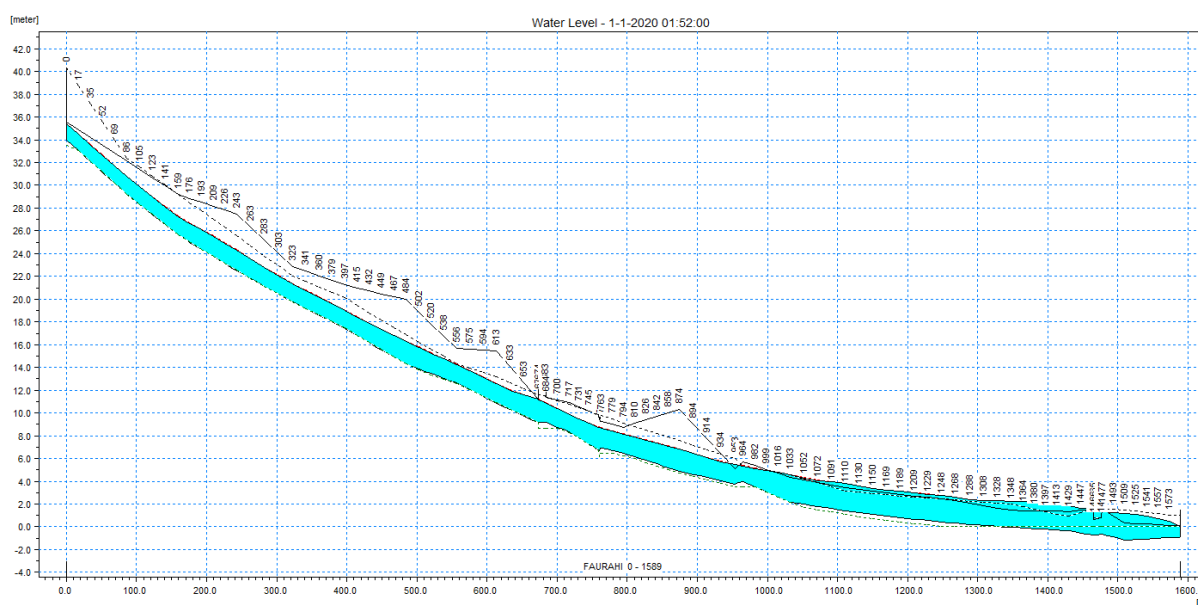


Figure 11. Modélisation 1D de la crue décennale de la Faurahi.

Les débordements s'étendent ensuite sur ce secteur de la plaine littorale et rejoignent l'embouchure de la rivière en passant par-dessus la RDC en rive droite.

Au droit des ouvrages, les tirants d'air minimum sont de 1.20 m pour la première passerelle et 0.70 m pour la seconde passerelle. Le pont de la RDC se met lui en charge à partir de $Q = 18 \text{ m}^3/\text{s}$.

5.2 CRUE CINQUANTENNALE

5.2.1 Potiaai

La simulation selon le scénario de crue cinquantennale suit le schéma décrit précédemment avec des hauteurs et des vitesses sensiblement supérieures.

Au droit de la confluence de la Haamae, les débordements sont plus marqués et suivent la rive gauche de la Potiaai jusqu'au pied de la falaise.

En rive droite, un écoulement superficielle (moins de 3cm, non-cartographié) pourrait éventuellement atteindre la zone de cuvette nettement marquée entre 2 servitudes. L'eau pourrait s'y accumuler mais n'y générer qu'un aléa faible.

En sortie de vallée, les débordements de rive droite traversent ensuite la route et cheminent en parallèle du fossé du ruisseau Vaianuanu en reprenant vraisemblablement le tracé d'un ancien bras de la rivière. En l'absence de digue en rive gauche, les débordements en rive droite sont sensiblement écrêtés et les hauteurs d'eau atteintes autour de la Vaianuanu moindre.

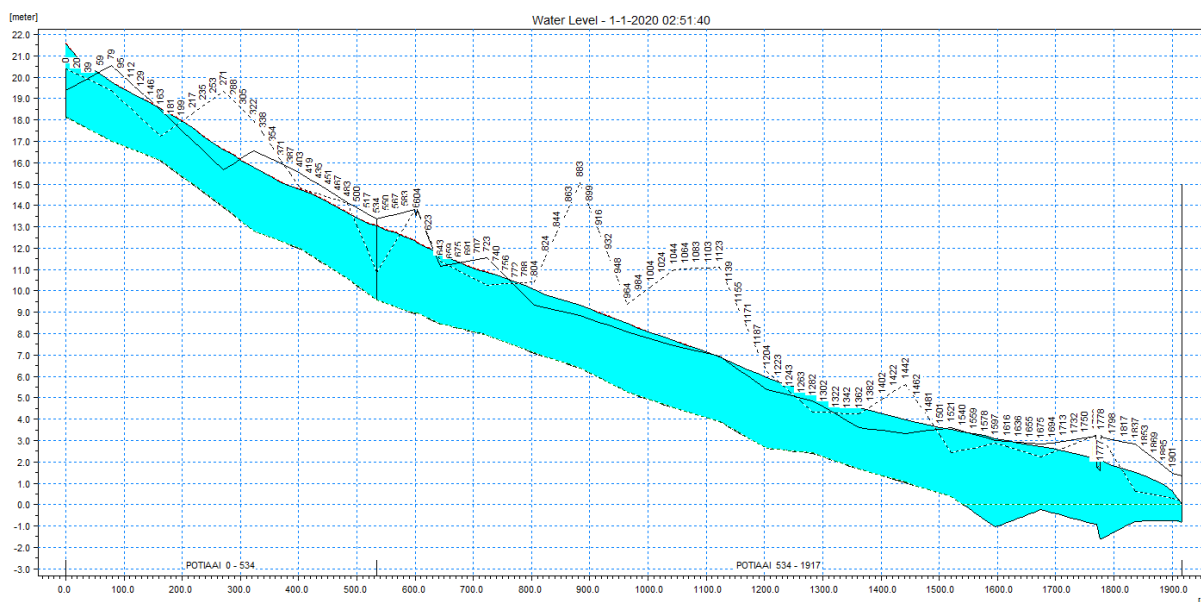


Figure 12. Modélisation 1D de la crue cinquantennale de la Potiaai.

En rive gauche, l'eau accumulée derrière le remblai de la RDC finit par se déverser sur la route et sur les habitations coté mer. Plus loin, les débordements en rive gauche de la Potiaai rejoignent ceux de la rive droite de la Faurahi. On note que dans le cas où la digue actuelle est préservée, les débordements moindres en rive gauche de la Potiaai empêchent cette jonction pour Q50. En outre, la digue protège le secteur de l'ancien bras de la Vaitunamea de hauteurs d'eau et de vitesses de courant très élevés (zone rouge).

Au droit de la passerelle amont, le tirant d'air minimum est de 1.20m.

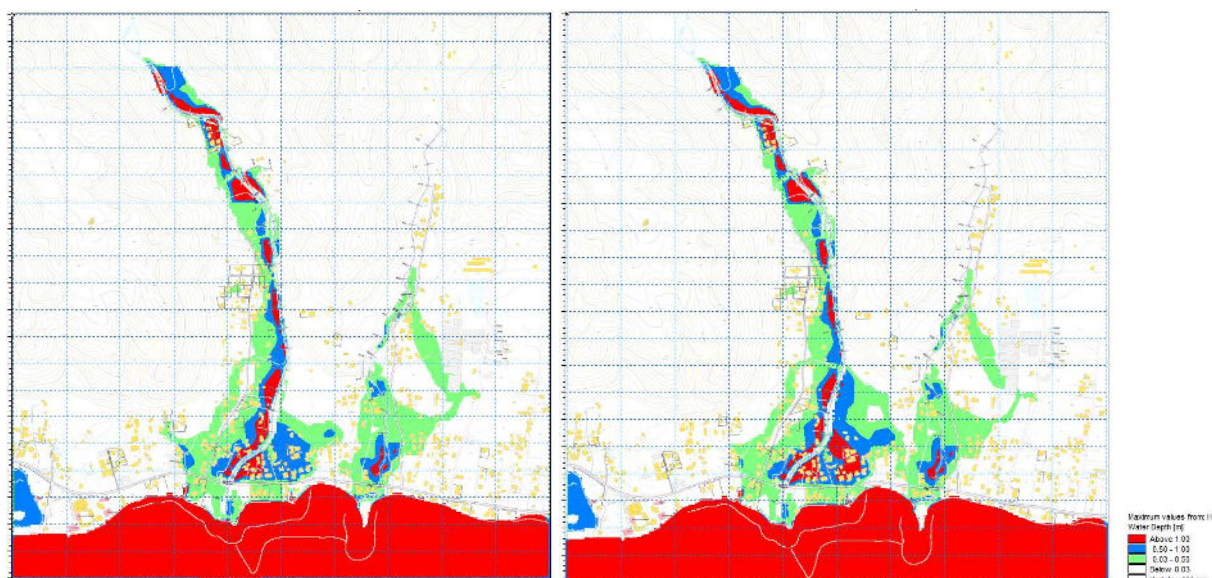


Figure 13. Modélisation 2D des hauteurs d'eau maximales en crue cinquantennale avec (gauche) et sans digue (droite).

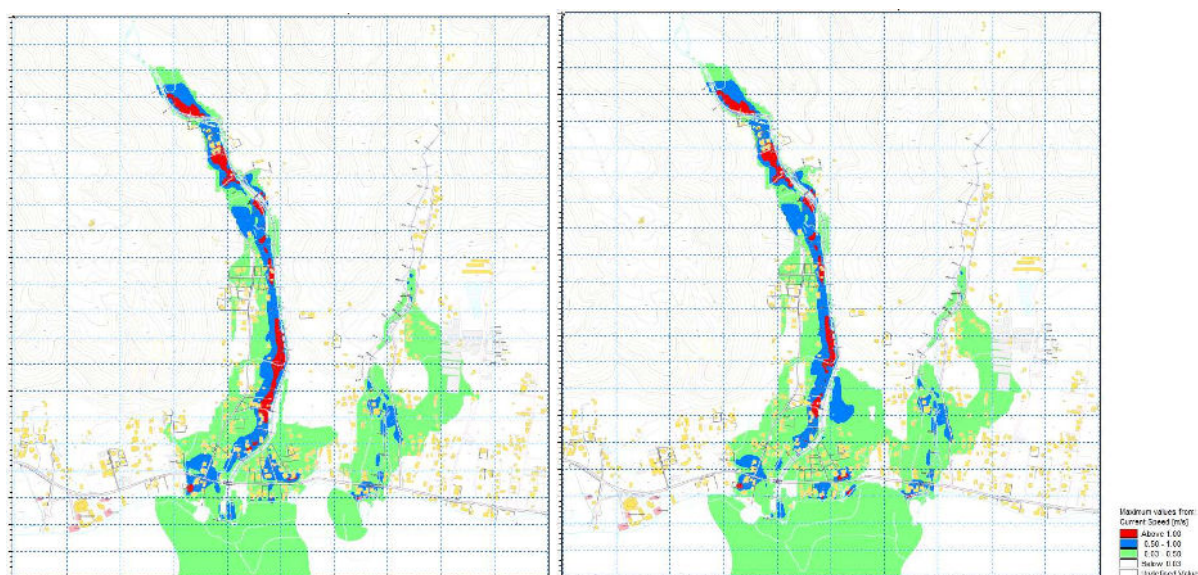


Figure 14. Modélisation 2D des vitesses d'écoulement maximales en crue cinquantennale avec (gauche) et sans digue (droite).

5.2.2 Faurahi

Aux débordements décrits par la simulation précédente s'ajoutent des débordements plus en amont, en rive droite d'abord au droit de la passerelle amont (PM670, $Q = 62 \text{ m}^3/\text{s}$) puis en rive gauche toujours plus en amont (PM550, $Q = 65 \text{ m}^3/\text{s}$).

Si les débordements en rive droite sont relativement contraints par le versant, ceux de la rive gauche suivent la pente du cône alluvial ici largement ouvert vers le sud-est.

Au droit des ouvrages, le tirant d'air minimum est de 1.00 m pour la première passerelle et de 0.50 cm pour la seconde passerelle.

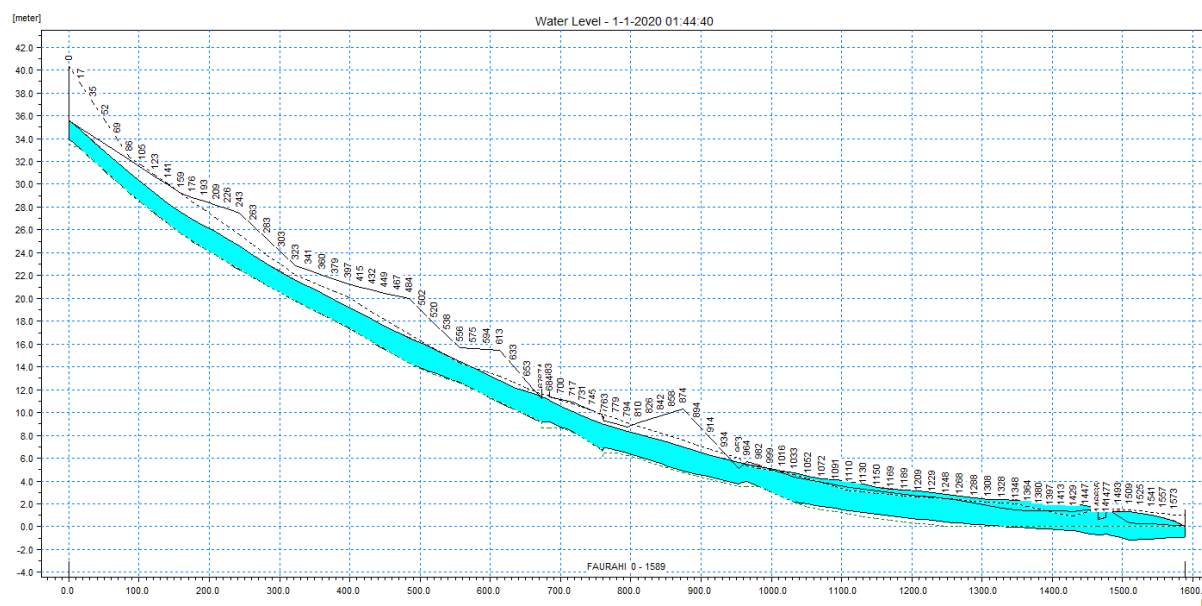


Figure 15. Modélisation 1D de la crue cinquantennale de la Faurahi.

5.3 CRUE CENTENNALE

5.3.1 Potiaai

Crue centennale sans embâcle

La simulation du scénario de crue centennale suit le schéma des scénarios précédents avec une enveloppe de crue s'étalant toujours plus sur la plaine littorale et un niveau d'aléa maximal désormais continu ou presque sur l'ensemble du linéaire du cours principal.

La digue principale, en rive gauche, permet toujours de limiter le secteur d'aléa maximal au niveau de la Vaitunamea au détriment de la rive droite où les débordements sont plus importants mais le niveau d'aléa moins élevé. Par ailleurs, elle empêche là aussi la jonction avec les eaux de la Faurahi.

La surcote marine (+1m NGF) n'a ici que peu d'effets sur les écoulements qui sont avant tout contraints par la très faible capacité des ponts de la RDC ainsi que par son remblai.

Au droit de la passerelle amont, le tirant d'air minimum est de 1.05 m.

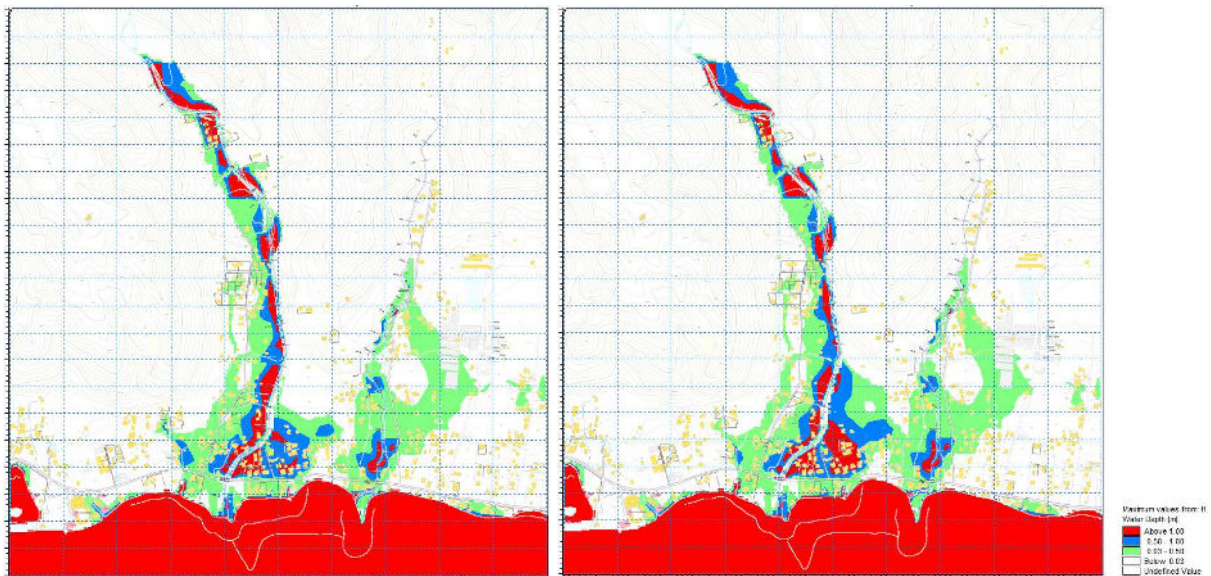


Figure 16. Modélisation 2D des hauteurs d'eau maximales en crue centennale avec (gauche) et sans digue (droite).

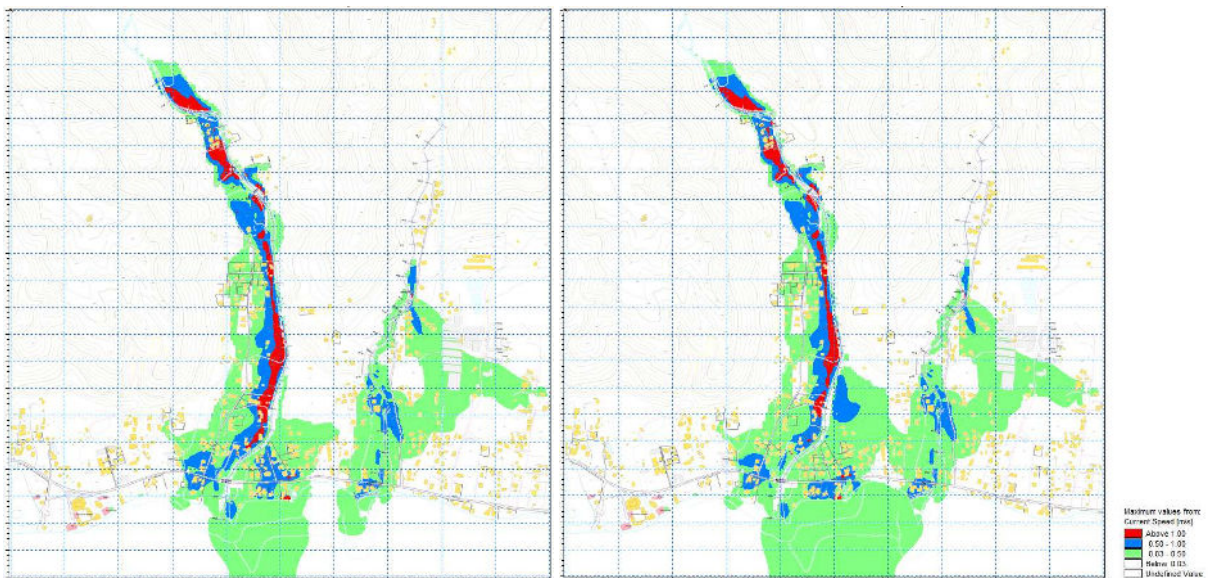


Figure 17. Modélisation 2D des vitesses d'écoulement maximales en crue centennale avec (gauche) et sans digue (droite).

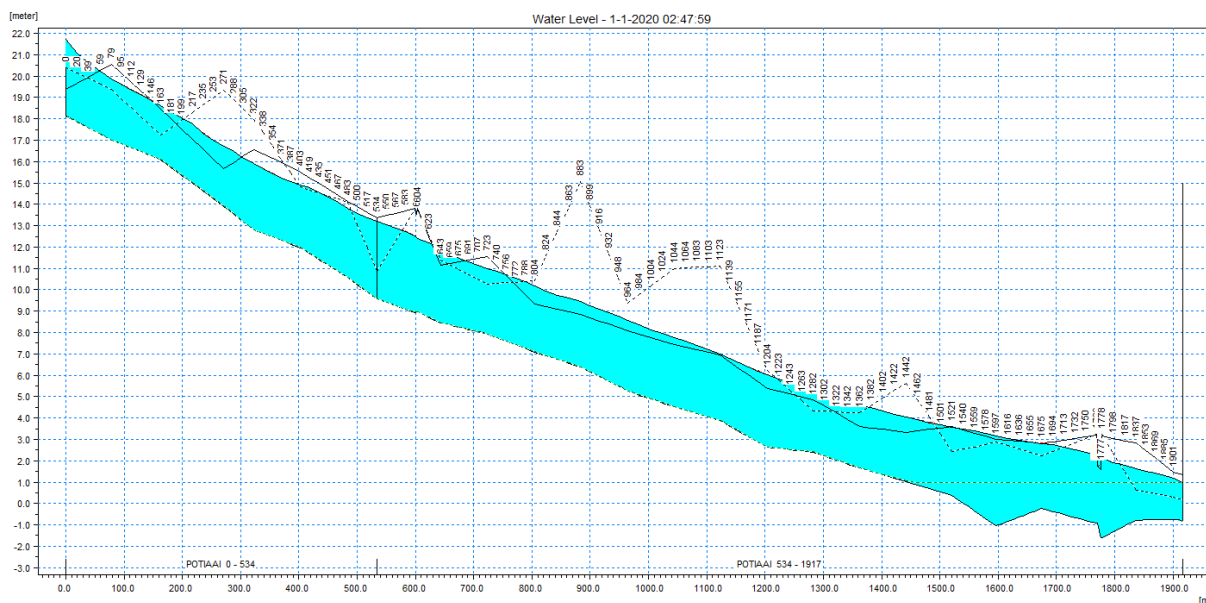


Figure 18. Modélisation 1D de la crue centennale de la Potiaai.

Crue centennale avec embâcles

Des embâcles (réduction de 50% de la capacité) sont ensuite simulés au droit de la passerelle amont, du pont de la RDC et de la passerelle de l’affluent Haamae. Un scénario alternatif ne prenant en compte qu’un embâcle au droit de la RDC est également simulé afin d’envisager le cas le plus défavorable pour le secteur aval le plus vulnérable.

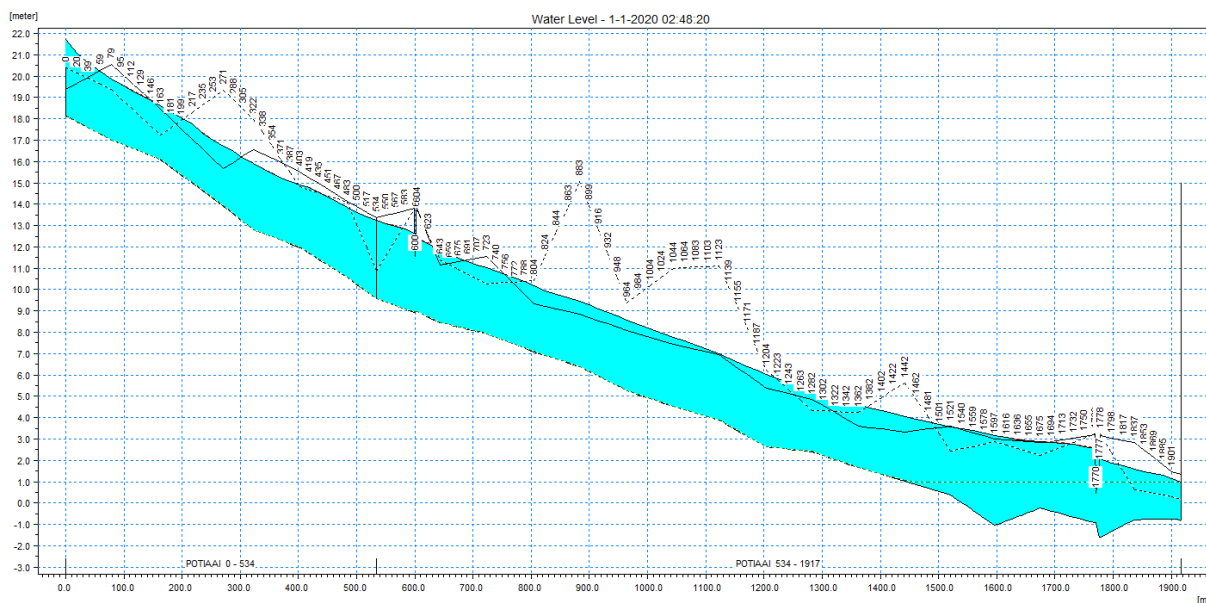


Figure 19. Modélisation 1D de la crue centennale avec embâcles de la Potiaai.

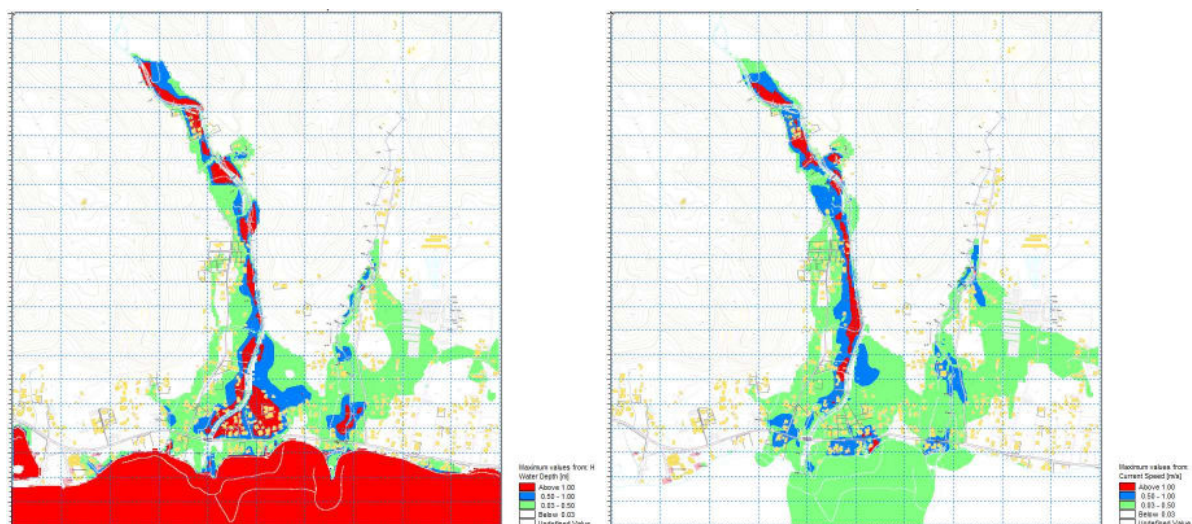


Figure 20. Modélisation 2D de la crue centennale avec embâcles, hauteurs maximales (à gauche) et vitesses d'écoulement maximales (à droite).

L'embâcle sur l'ouvrage de la RDC seulement n'a que très peu d'impacts par rapport à la crue centennale sans embâcle. Ce pont étant très largement sous-dimensionné, il est depuis longtemps en charge lorsqu'est atteint le pic de crue.

L'embâcle sur la passerelle amont impacte peu l'aléa inondation du fait des berges très élevées au droit de cette passerelle.

En revanche le secteur aval de la Haamae apparaît relativement vulnérable au risque d'embâcle bien que le niveau d'alea y reste modéré (dans le cas de cette simulation ne prenant pas en compte d'éventuels débordements en amont de la zone d'étude).

5.3.2 Faurahi

Crue centennale sans embâcle

La simulation du scénario de crue centennale sur la Faurahi reprend le schéma de la crue précédente en amplifiant une fois encore les surfaces inondées.

Le débordement amont suit désormais la rivière en rive droite en plus de la rive gauche (sans effet de la petite levée de terre présente sur ces berges car le débordement s'écoule depuis l'amont) et le débordement s'écoulant sur le cône alluvial s'écoule plus fortement en formant une boucle retournant vers la Faurahi via le fossé drainant la rive gauche du secteur aval.

Une petite partie de cet écoulement prend cependant une direction Est plus marquée, jusqu'au fossé voisin drainant les serres et les bassins aquacoles à l'est de la zone d'étude. Il est vraisemblable que la servitude fasse également obstacle à ces écoulements très superficiels (entre 3 et 5cm) du fait d'un léger remblai.

Ce débordement amont plus marqué génère un écrêtement du pic de crue, expliquant que l'aléa inondation sur le secteur aval soit sensiblement le même que dans le cas de la crue cinquantiennale.

Au droit des ouvrages, le tirant d'air minimum est de 0.95 m pour la première passerelle et de 0.40 cm pour la seconde passerelle.

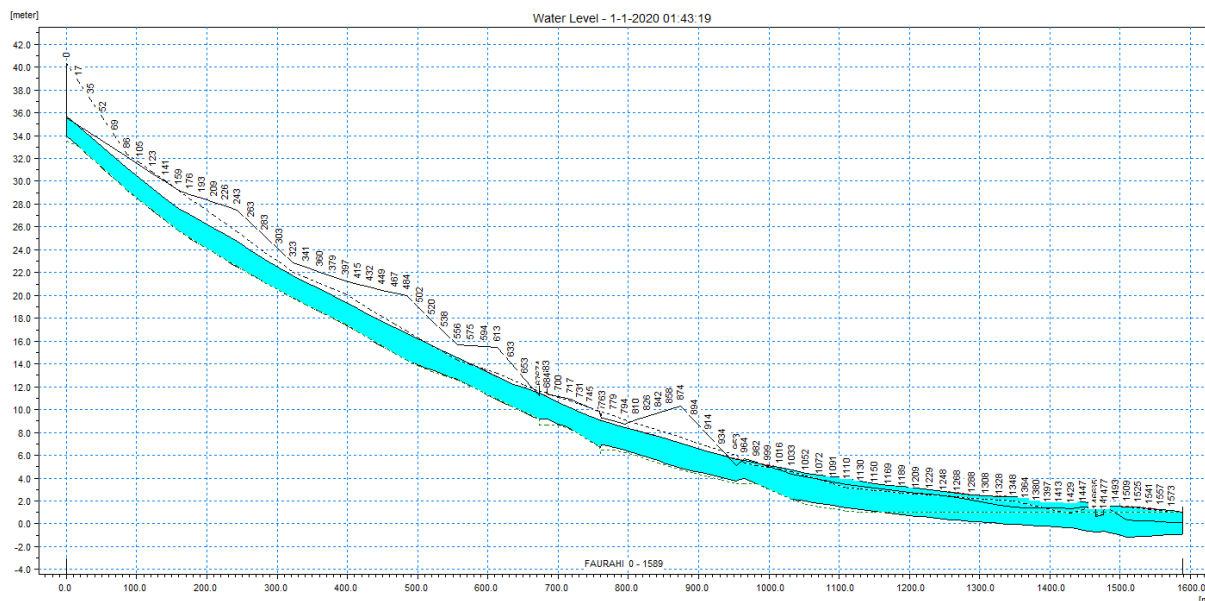


Figure 21. Modélisation 1D de la crue centennale de la Faurahi.

Crue centennale avec embâcles

Des embâcles (réduction de 50% de la capacité) sont ensuite simulés au droit de la première passerelle amont et du pont de la RDC. Un scénario alternatif ne prenant en compte qu'un embâcle au droit de la RDC est également simulé afin d'envisager le cas le plus défavorable pour le secteur aval le plus vulnérable.

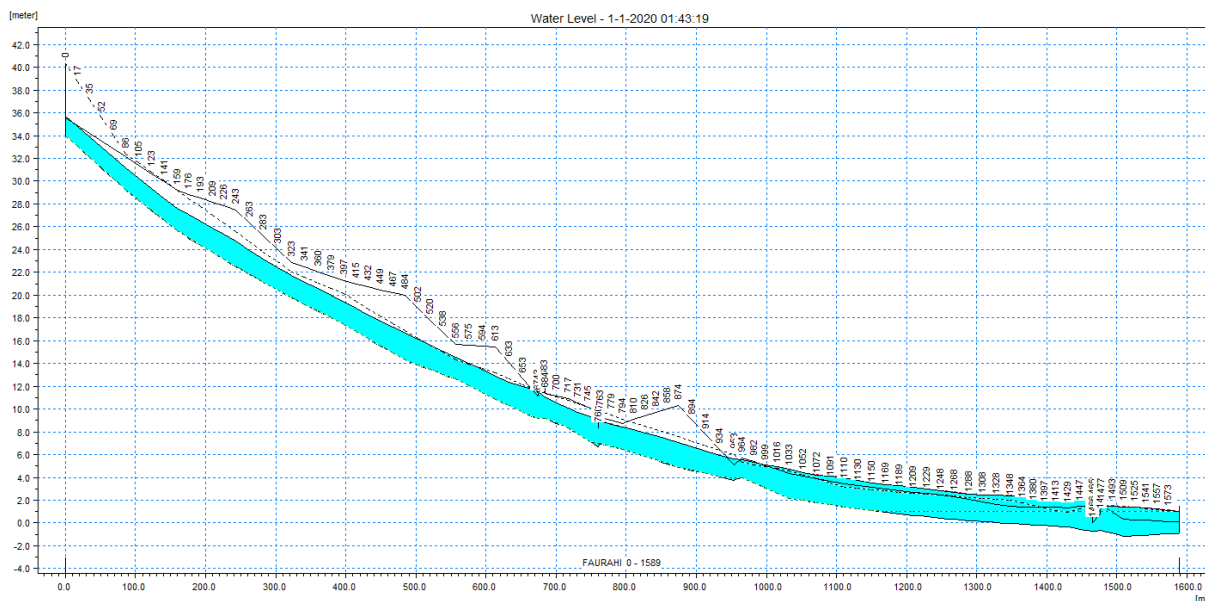


Figure 22. Modélisation 1D de la crue centennale avec embâcles de la Faurahi.

Alors que l'embâcle sur le pont de la RDC a peu d'influence sur l'aléa inondation (ouvrage en charge bien avant l'arrivée du pic de crue), l'embâcle sur la passerelle amont renforce significativement les débordements sur les deux rives de la Faurahi. Le débordement le long du cours d'eau rejoint notamment les zones inondées du secteur aval

Bénéficiant de l'écrêtement du pic de crue, le tirant d'air minimum au droit de la seconde passerelle est alors de 0.70 m.

VI CARTOGRAPHIE DE L'ALEA INONDATION

6.1 CLASSIFICATION DE L'ALEA INONDATION

Dans le cadre des Plans de Prévention des Risques Inondations, les différents niveaux d'aléa inondation sont classés en fonction des hauteurs d'eau et des vitesses maximales selon les critères suivants :

| ALEA INONDATION | HAUTEUR D'EAU MAXIMALE | VITESSE MAXIMALE |
|------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Aléa faible (vert) | $H < 0.5 \text{ m}$ | $V < 0.5 \text{ m/s}$ |
| Aléa moyen (bleu) | $H < 0.5 \text{ m}$ | $V \geq 0.5 \text{ m/s}$ |
| | $0.5 \leq H \leq 1 \text{ m}$ | $V < 0.5 \text{ m/s}$ |
| Aléa fort (orange) | $0.5 \leq H \leq 1 \text{ m}$ | $V \geq 0.5 \text{ m/s}$ |
| | $H > 1 \text{ m}$ | $V < 0.5 \text{ m/s}$ |
| Aléa très fort (rouge) | $H > 1 \text{ m}$ | $V \geq 0.5 \text{ m/s}$ |

Tableau 12. Classification PPRI des niveaux d'aléa inondation.

6.2 CARTOGRAPHIES DE L'ALEA INONDATION

Les cartographies d'aléa inondation sont obtenues en croisant les hauteurs d'eau maximales et les vitesses d'écoulement maximales obtenues lors de la simulation de chaque crue caractéristique. La concomitance des pics de hauteurs et de vitesse est vérifiée et lorsque ce n'est pas le cas, la combinaison correspondant au niveau de l'aléa le plus élevé est retenue.

La hauteur minimale retenue pour la cartographie des espaces inondés est de 3 cm. De plus, les cartographies sont lissées de manière à gommer les artefacts liés à la résolution du modèle ainsi que les éléments non-significatifs à l'échelle de la cartographie.

6.3 CARTOGRAPHIE FINALE PPRI

La cartographie finale utilisée dans le cadre des PPR considère à la fois l'aléa inondation et l'aléa érosion.

La sensibilité à l'érosion est évaluée au regard de la hauteur et de la pente des berges. Nous considérons ici que les berges tendent naturellement à s'éroder jusqu'à une pente d'équilibre caractérisée par le rapport 3H2V, c'est-à-dire 3 unités horizontales pour 2 unités verticales.

La hauteur des berges le long de la Potiaai avoisine généralement les 2 m. Nous retenons alors une distance tampon de 3 m de part et d'autre du lit mineur représentant l'espace vulnérable à l'érosion des berges. En aval de la confluence de la Haamae et au droit de la passerelle, la hauteur des berges peut ponctuellement atteindre 4.50 m, nous retenons alors une distance de 6.50 m de part et d'autre du lit mineur.

Sur la Faurahi, la hauteur des berges est d'environ 3 m sur le tronçon en amont de la première passerelle, puis de 2 m sur le tronçon en aval de celle-ci. Nous retenons donc une distance tampon de 4.50 m de part et d'autre du lit mineur représentant l'espace vulnérable à l'érosion des berges sur le tronçon amont, et une distance de 3 m de part et d'autre du lit mineur sur le tronçon aval.

VII DIAGNOSTIC ET PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT

7.1 OBJECTIFS ET CONTRAINTES D'AMENAGEMENT

La Potiaai se caractérise par un aléa inondation important dès des crues relativement fréquentes (Q10). L'enjeu prioritaire d'aménagement sur cette rivière doit donc être la protection des biens et des personnes situés en zone rouge.

Ce risque élevé trouve principalement trois origines :

- Le sous-dimensionnement du pont de la RDC, auquel s'ajoute le remblai routier courant de l'embouchure à la Vaitunamea, qui amplifie les débordements sur ce secteur ainsi que le risque d'embâcle.
- L'endiguement du chenal aval qui a créé un faux sentiment de sécurité et l'urbanisation du secteur situé entre l'embouchure et l'ancien bras de la Vaitunamea,
- La rectification des anciens méandres qui a permis le développement des habitations parfois près des berges,

Néanmoins la rivière Potiaai présente deux atouts en termes d'aménagement :

- Les zones d'aléas maximales sont relativement bien délimitées et cohérentes entre les différentes cartographies d'aléa inondation pour les débits caractéristiques Q10, Q50 et Q100. Elles correspondent pour l'essentiel aux abords des anciens méandres et du lit moyen tel qu'identifié à partir des photographies aériennes post-83 (Plus Hautes Eaux connues suite au passage du cyclone Veena). L'aménagement de ces secteurs apportera donc des bénéfices importants en termes de protection dès des débits de crues relativement fréquents.
- En dehors de la bande littorale, l'urbanisation est encore relativement modérée et de l'espace est généralement disponible entre le lit de la rivière et les premières habitations. Cet espace disponible représente une opportunité pour des solutions d'aménagements plus extensives et plus douces.

Sur la Faurahi, le sous-dimensionnement du pont de la RDC constitue également le principal enjeu hydraulique mais le risque inondation est néanmoins significativement moins prononcé que sur la

rivière Potiaai. Les aménagements nécessaires à la sécurisation le long de cette rivière seront par conséquent moins importants.

Finalement, on note ici que les propositions d'aménagement doivent prendre en compte autant que possible la nécessité de programmer les aménagements de l'aval vers l'amont, afin que les premiers aménagements n'amplifient par le risque de débordement sur l'aval de la rivière.

7.2 PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT

7.2.1 A court terme

A court terme, la réfection du pont de la RDC sur la Potiaai apparaît être l'objectif prioritaire d'aménagement sur la zone étudiée. L'objectif serait alors de redimensionner l'ouvrage de façon à ce que sa capacité, aujourd'hui très faible (<Q10), puisse atteindre Q100. Les bénéfices en termes de sécurité d'un tel redimensionnement seraient ainsi importants dès des débits de crue relativement fréquents.

Ce redimensionnement devrait par ailleurs être accompagné d'un remblai et de protection de berge en rive gauche de l'embouchure afin de ne pas aggraver l'aléa inondation sur ce tronçon.

Une étude géotechnique de la digue en rive gauche, séparant le bras mort de la Vaitunamea, permettrait ensuite d'établir un diagnostic précis quant à sa fiabilité et sa résistance à l'érosion lors de crues extrêmes. Du fait du foncier disponible sur la parcelle concernée, cette digue pourrait probablement être élargie et remodelée en pente douce (3H2V) afin de dissiper au mieux l'énergie du cours d'eau et d'augmenter la section du cours d'eau.

Enfin, des curages de la Haamae et du tronçon aval de la Faurahi seraient également à programmer en raison des atterrissements végétalisés importants ayant un impact significatif sur la section des lits mineurs de ces deux cours d'eau.

7.2.2 A moyen terme

Dans un second temps, des aménagements complémentaires pourraient permettre de sécuriser au mieux l'ensemble du linéaire de la Potiaai.

Le recalibrage des tronçons présentant les niveaux d'aléas et de vulnérabilité les plus importants pourraient bénéficier de l'espace généralement disponible le long de ce cours d'eau en proposant l'aménagement de sections mixtes. Ce type de section a l'avantage d'offrir à la rivière un espace d'expansion pour les crues les plus importantes. Hors période de crue, ce type de section facilite l'auto-curage du cours d'eau pour les débits faibles et sécurise l'emprise d'une voie d'accès pour le curage du lit mineur. En outre, son impact paysager est également positif car il peut constituer un axe de circulation le long de la rivière pour la population et un écotone pour la biodiversité.

Cependant, ce type d'aménagement important sur un cours d'eau nécessiterait des études plus précises afin de caractériser plus précisément :

- La possibilité ou non de conserver les digues actuelles du tronçon aval (diagnostic géotechnique),
- Le type de protection de berges possibles en fonction des contraintes liées à l'écoulement (diagnostic hydraulique),
- L'impact des extractions de matériaux (notice ou étude d'impact en fonction du volume),
- Les solutions foncières possibles (enquête foncière).

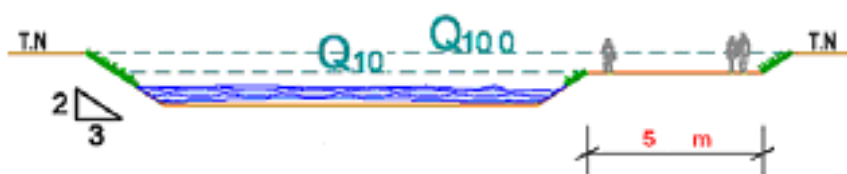


Figure 23. Schéma de principe d'une section mixte.

En première approche, l'étude SPEED de 2011 apporte des éléments de réponse sur les éléments hydraulique d'un tel recalibrage. Nous reprenons ici l'estimation financière qui avait été faite alors pour l'aménagement de la Potiaai.

7.2.3 A long terme

A plus long terme enfin, le redimensionnement du pont de la RDC sur la Faurahi est également un objectif d'aménagement de ce secteur. Le secteur aujourd'hui touchés par les débordements en amont de cet ouvrage ne présente pas d'enjeux importants actuellement. Néanmoins, cet ouvrage est également très largement sous-dimensionné (capacité inférieure à Q10 également) et dans un contexte de développement de l'urbanisation sur la plaine littorale de Tahiti, son redimensionnement permettrait de réduire les surfaces susceptibles d'être affectées par des inondations.

Finalement, comme pour les autres rivières polynésiennes, les travaux futurs de réfection des enrochements des rivières Potiaai et Faurahi pourraient être l'occasion de « coucher » ces protections de berges, à l'extrados des méandres en particulier. L'espace disponible le long de la rivière permettraient de disposer les enrochements en pente douce, de façon à mieux dissiper l'énergie de la rivière en crue et donc limiter l'érosion et l'incision du lit, tout en ralentissement l'écoulement à l'amont des secteurs le plus densément habités.

7.3 ESTIMATION FINANCIERE

| TRAVAUX | COUT ESTIME |
|---|-----------------|
| Réfection du pont de la RDC | 110 000 000 xpf |
| Etude géotechnique de la digue RG | 5 000 000 xpf |
| Recalibrage en section mixte + Protection des berges en enrochements libres | 310 000 000 xpf |

Tableau 13. Estimation financière des aménagements proposés sur la Potiaai.

| TRAVAUX | COUT ESTIME |
|-----------------------------|----------------|
| Réfection du pont de la RDC | 80 000 000 xpf |

Tableau 14. Estimation financière des aménagements proposés sur la Faurahi.

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.

SPEED, 2011, « *Etude hydraulique de la rivière Potiaai* », 131110EP.

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'Equipement.

ATLAS CARTOGRAPHIQUE

- CAI001** Localisation du bassin-versant et de la zone d'étude.
- CAI002** Evolution naturelle du lit et sensibilité à l'érosion.
- CAI003** Cartographie générale des enveloppes de crue.
- CAI004** Crue décennale.
- CAI005** Crue cinquantennale.
- CAI006** Crue centennale avec surcote marine (+1m NGF).
- CAI007** Crue centennale avec surcote marine (+1m NGF) et embâcles.
- CAI008** Cartographie finale PPRI.



**Cartographie de l'aléa
inondation dans le cadre
des Plans de Prévention
des Risques naturels de
Polynésie française –
Rivières Potiaai et
Faurahi, commune de
Teva I Uta**

N° d'Affaire : 2054 19 EP

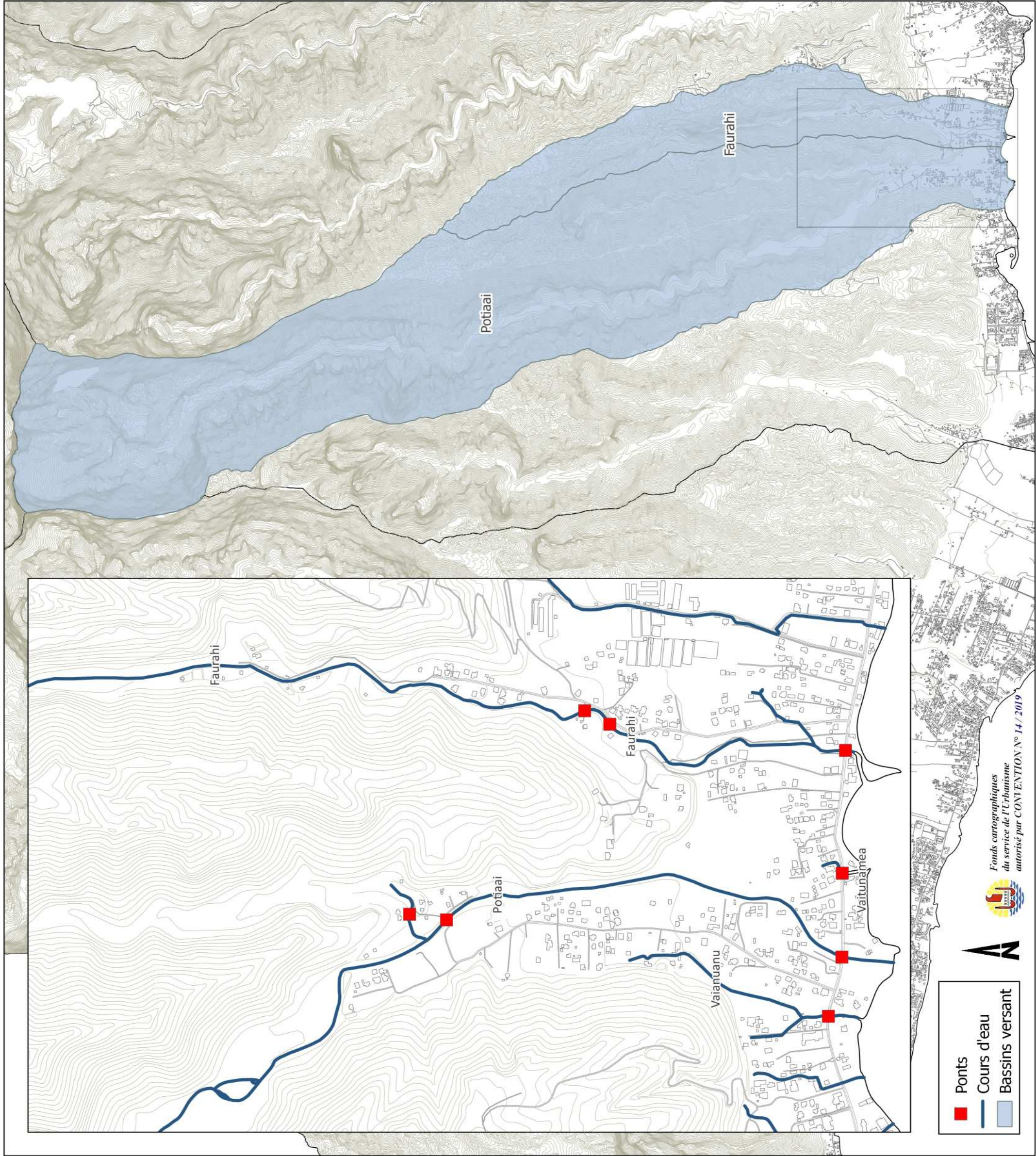
| | |
|------------|----------|
| CA I 0 0 1 | ECHELLE |
| | 1:40 000 |

**Localisation du bassin-versant et
de la zone d'étude**

| | | |
|-------------|----------|-------|
| DESSINE PAR | DATE | HEURE |
| Q.N.M. | 30/10/19 | 13H30 |
| VERIFIE PAR | G.D. | |

| INDICE | VISAS | DATE | HEURE | DESIGNATION |
|--------|-------|------|-------|-------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

B.E.T
B.P 2120 - PAPEETE - TAHITI
Tél : 40.50.81.81
FAX : 40.41.00.36



- Ponts
- Cours d'eau
- Bassins versant



Fonds cartographiques
du service de l'Urbanisme
autorisé par CONVENTION N° 14 / 2019





Cartographie de l'aléa
inondation dans le cadre
des Plans de Prévention
des Risques naturels de
Polynésie française –
Rivières Potiaai et
Faurahi, commune de
Teva I Uta

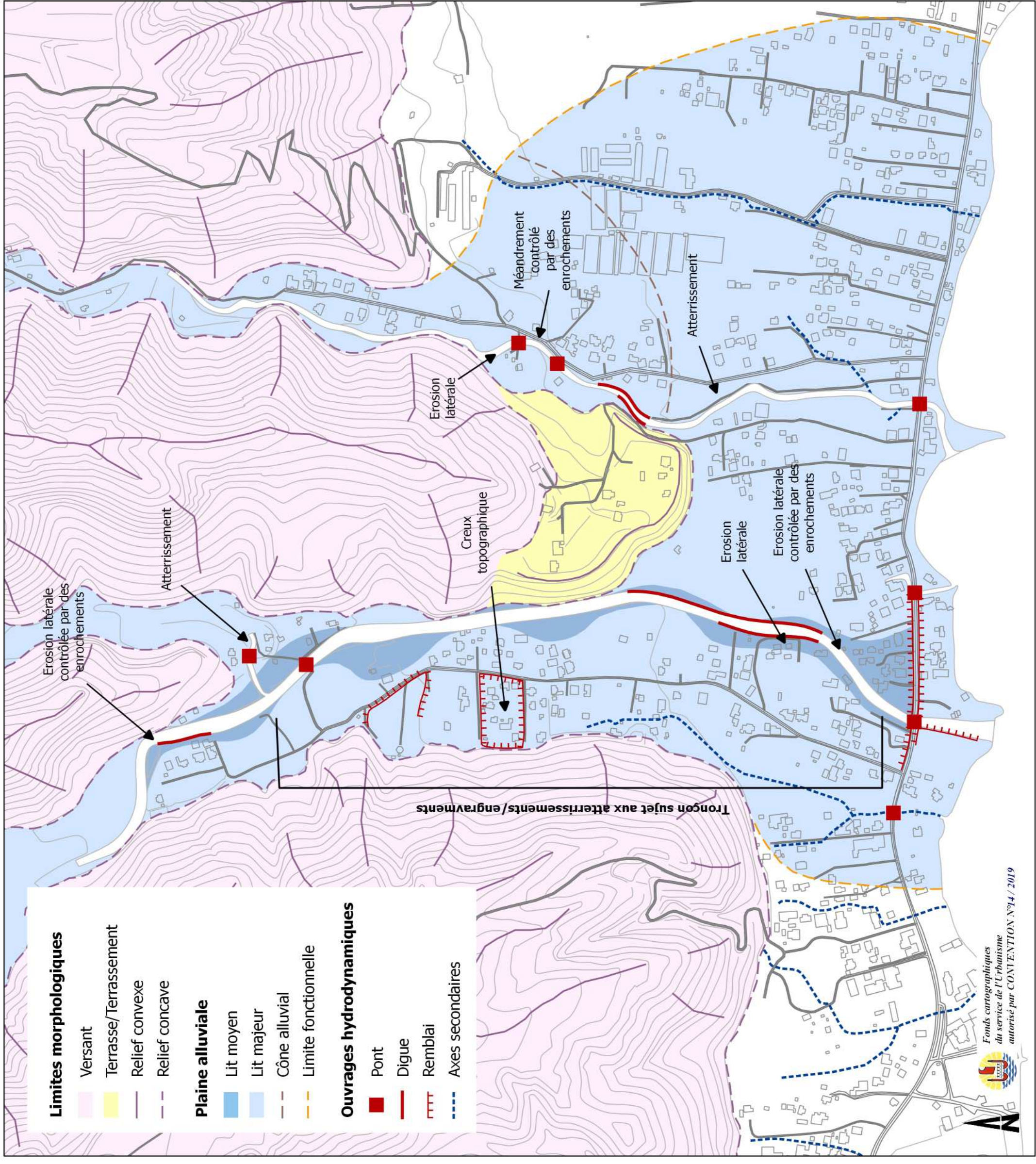
N° d'Affaire : 2054 19 EP

CA I 0 0 2
ECHELLE
1:6 500

Evolution naturelle du lit
et sensibilité à l'érosion

| | | |
|-------------|----------|-------|
| DESSINE PAR | DATE | HEURE |
| QN.M. | 22/10/19 | 13H30 |
| VERIFIE PAR | G.D. | |

| INDICE | VISAS | DATE | HEURE | DESIGNATION |
|--------|-------|------|-------|-------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



Limites morphologiques

- Versant
- Terrasse/Terrassement
- Relief convexe
- Relief concave

Plaine alluviale

- Lit moyen
- Lit majeur
- Cône alluvial
- Limite fonctionnelle

Ouvrages hydrodynamiques

- Pont
- Digue
- Remblai
- Axes secondaires



Cartographie de l'aléa
inondation dans le cadre
des Plans de Prévention
des Risques naturels de
Polynésie française –
Rivières Potiaai et
Faurahi, commune de
Teva I Uta

N° d'Affaire : 2054 19 EP

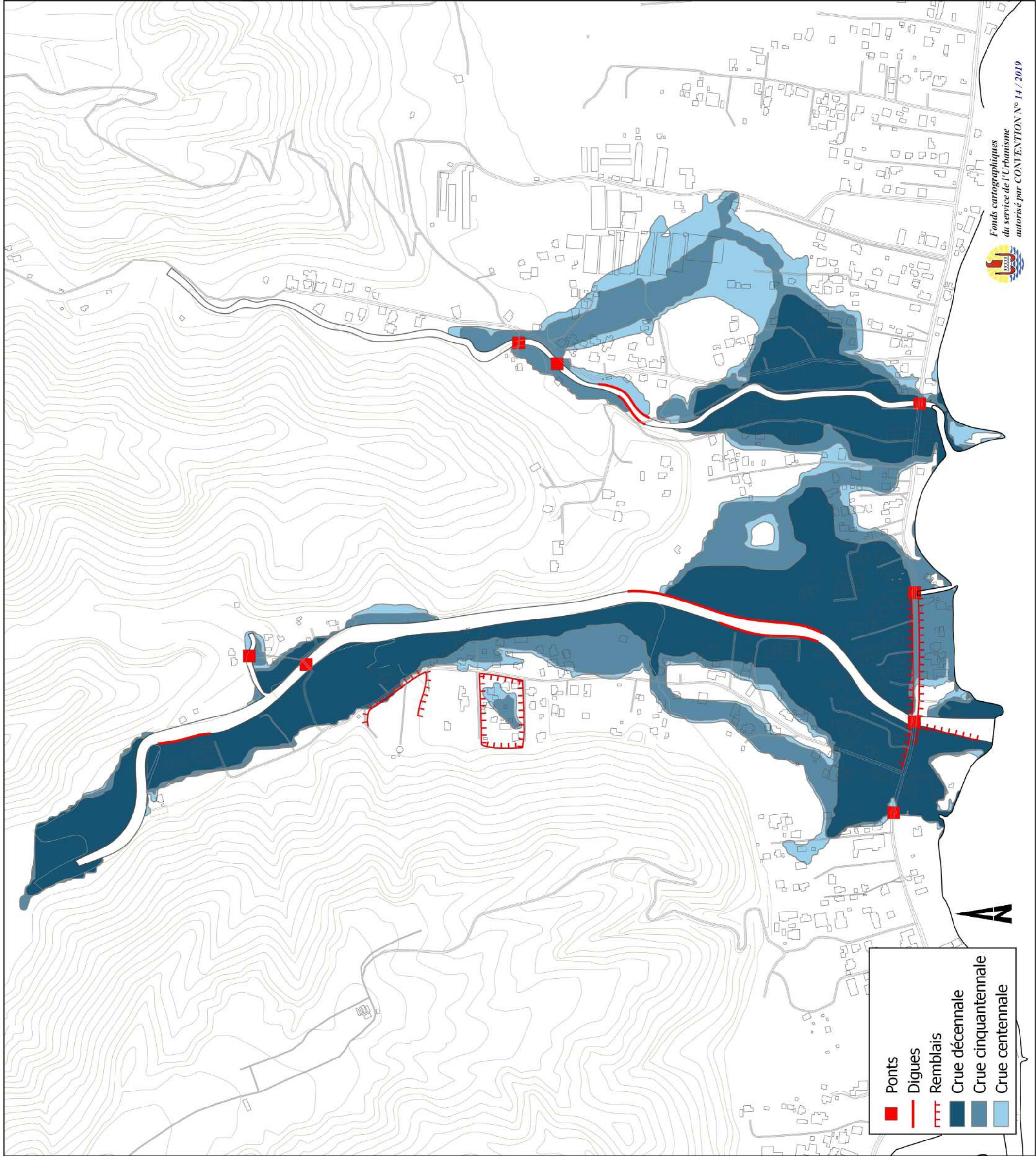
CA 1 0 0 3
ECHELLE
1:6 500

Cartographie générale des
enveloppes de crues

| DESSINE PAR | DATE | HEURE |
|-------------|----------|-------|
| QN.M. | 30/10/19 | 13H30 |
| VERIFIE PAR | | G.D. |

| INDICE | VISAS | DATE | HEURE | DESIGNATION |
|--------|-------|------|-------|-------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

B.E.T
B.P 2120 - PAPEETE - TAHITI
Tél : 40.50.81.81
FAX : 40.41.00.36



- Ponts
- Digues
- Remblais
- Crue décennale
- Crue cinquantennale
- Crue centennale

Fonds cartographiques
du service de l'Urbanisme
autorisé par CONTENTION N° 14 / 2019





Cartographie de l'aléa
inondation dans le cadre
des Plans de Prévention
des Risques naturels de
Polynésie française –
Rivières Potiaai et
Faurahi, commune de
Teva I Uta

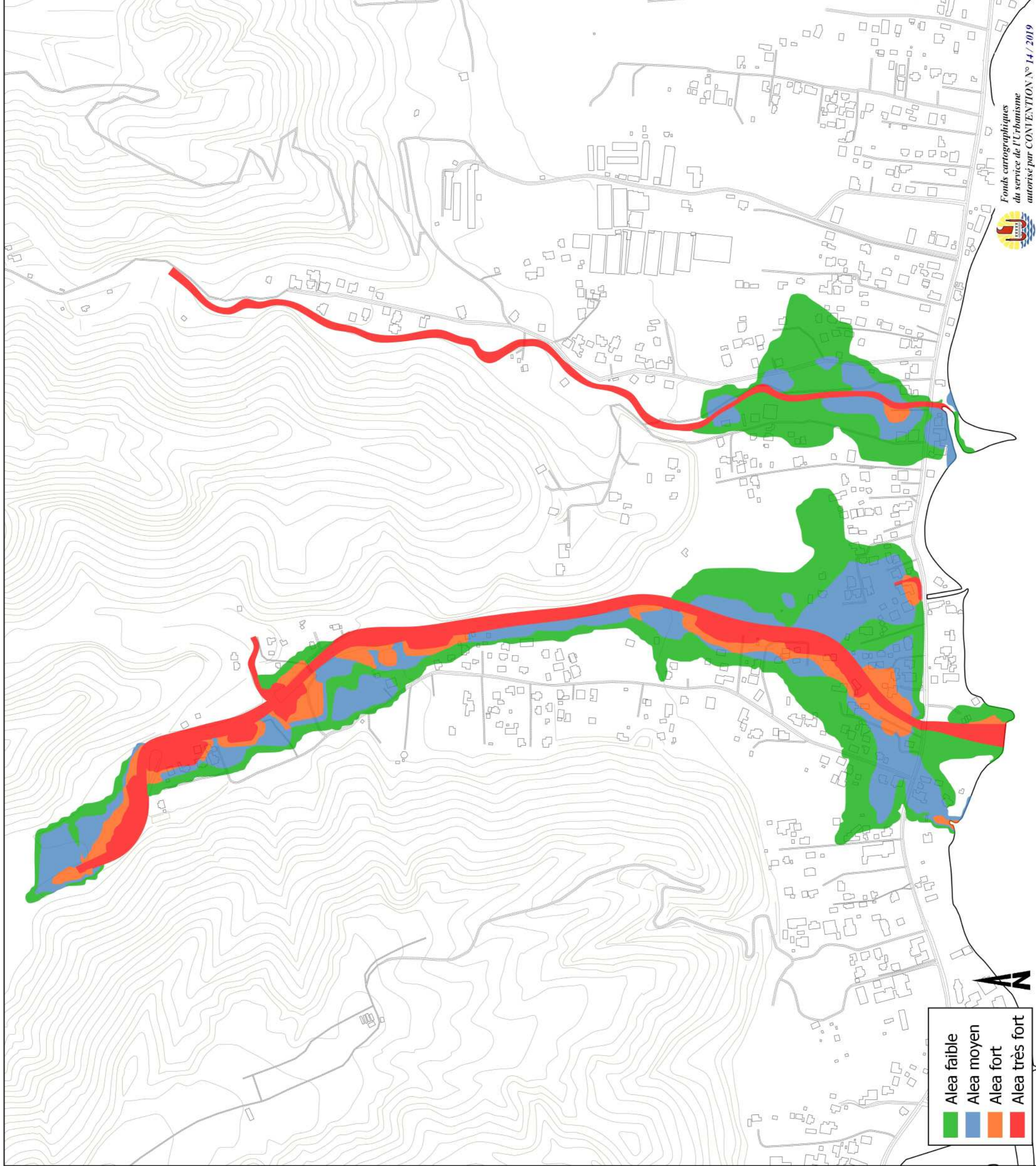
N° d'Affaire : 2054 19 EP

CA 1 0 0 4
ECHELLE
1:6 500

Crue décennale

| | | |
|-------------|----------|-------|
| DESSINE PAR | DATE | HEURE |
| QN.M. | 30/10/19 | 13H30 |
| VERIFIE PAR | G.D. | |

| INDICE | VISAS | DATE | HEURE | DESIGNATION |
|--------|-------|------|-------|-------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |





Cartographie de l'aléa
inondation dans le cadre
des Plans de Prévention
des Risques naturels de
Polynésie française –
Rivières Potiaai et
Faurahi, commune de
Teva I Uta

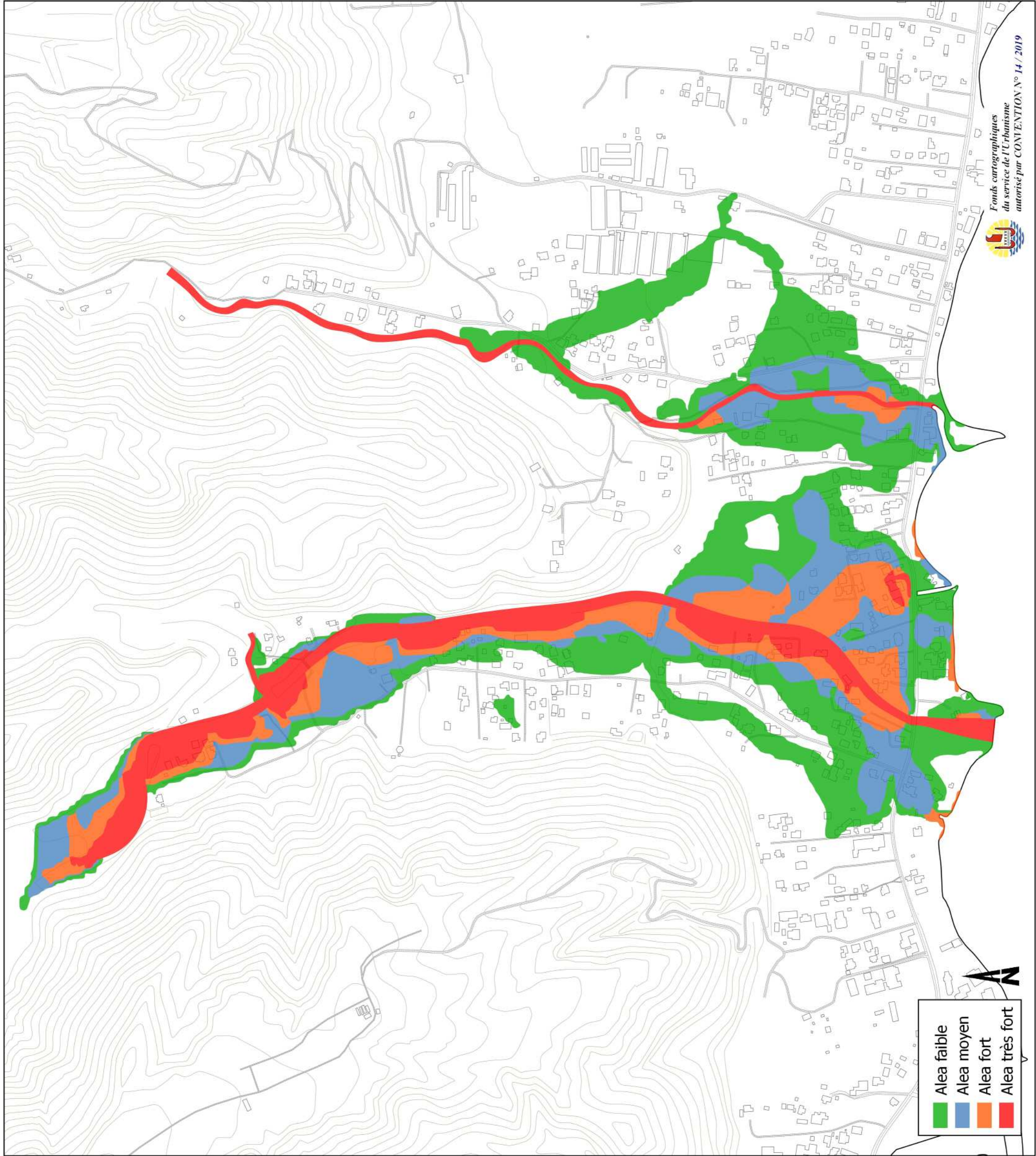
N° d'Affaire : 2054 19 EP

CA 1 0 0 5
ECHELLE
1:6 500

Crue cinquantennale

| | | | |
|--------------|----------|-------|-------------|
| DESSINE PAR | DATE | HEURE | |
| QN.M. | 30/10/19 | 13H30 | |
| VERIFIE PAR | G.D. | | |
| INDICE VISAS | DATE | HEURE | DESIGNATION |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

B.E.T
B.P 2120 - PAPEETE - TAHITI
Tél : 40.50.81.81
FAX : 40.41.00.36



Fonds cartographiques
du service de l'Urbanisme
autorisé par CONTENTION N° 14 / 2019



POLYNESIE FRANCAISE
COMMUNE DE TEVA I UTA
ILES DU VENT



Service de
l'Urbanisme

**Cartographie de l'aléa
inondation dans le cadre
des Plans de Prévention
des Risques naturels de
Polynésie française –
Rivières Potiaai et
Faurahi, commune de
Teva I Uta**

N° d'Affaire : 2054 19 EP

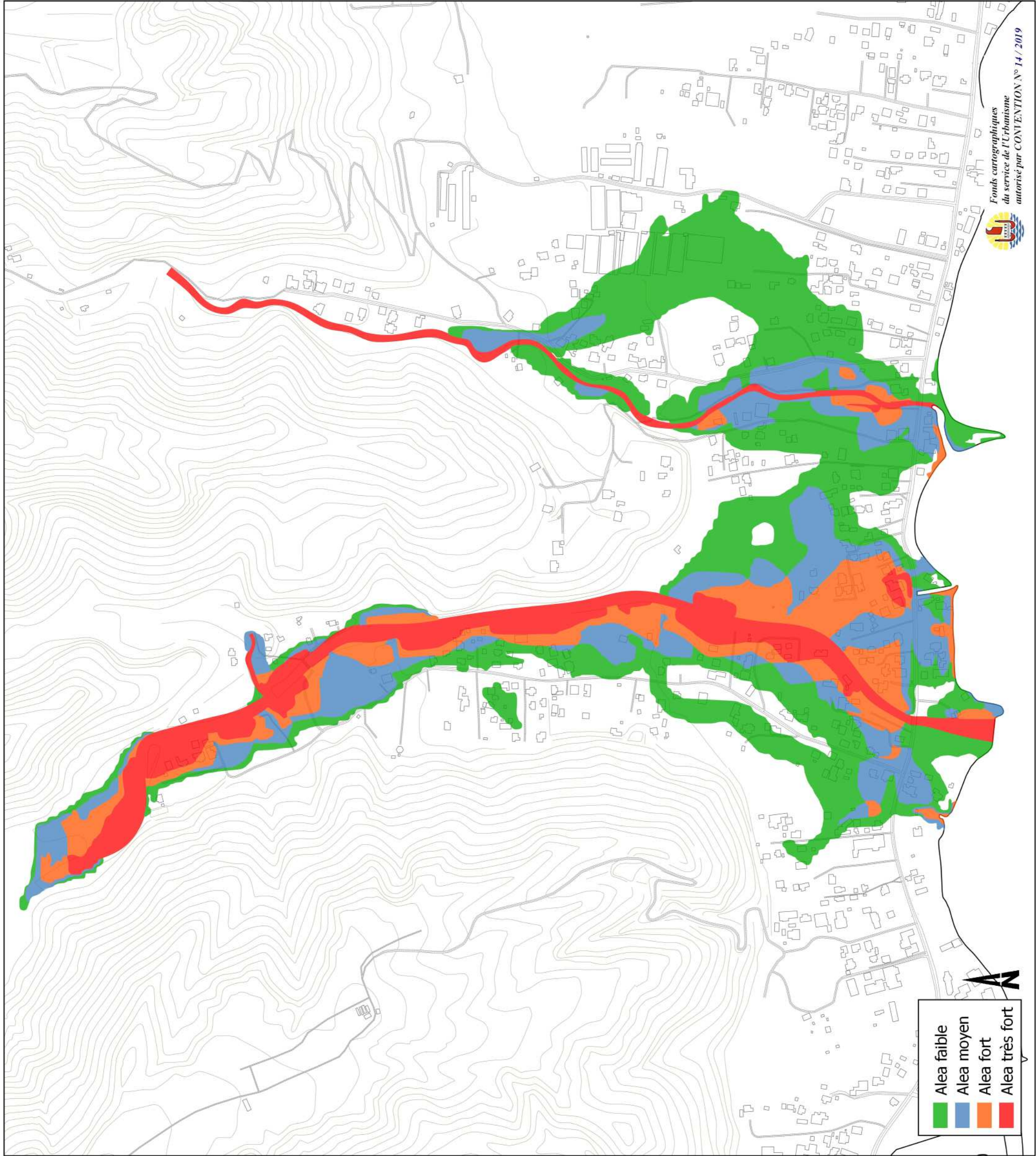
CA 1 0 0 6
ECHELLE
1:6 500

**Crue Centennale avec surcote
marine (+1m NGF)**

| | | |
|-------------|----------|-------|
| DESSINE PAR | DATE | HEURE |
| Q.N.M. | 30/10/19 | 13H30 |
| VERIFIE PAR | G.D. | |

| INDICE | VISAS | DATE | HEURE | DESIGNATION |
|--------|-------|------|-------|-------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

B.E.T
B.P 2120 - PAPEETE - TAHITI
Tél : 40.50.81.81
FAX : 40.41.00.36



- Alea faible
- Alea moyen
- Alea fort
- Alea très fort

Fonds cartographiques
du service de l'Urbanisme
autorisé par CONTENTION N° 14 / 2019





Cartographie de l'aléa
inondation dans le cadre
des Plans de Prévention
des Risques naturels de
Polynésie française –
Rivières Potiaai et
Faurahi, commune de
Teva I Uta

N° d'Affaire : 2054 19 EP

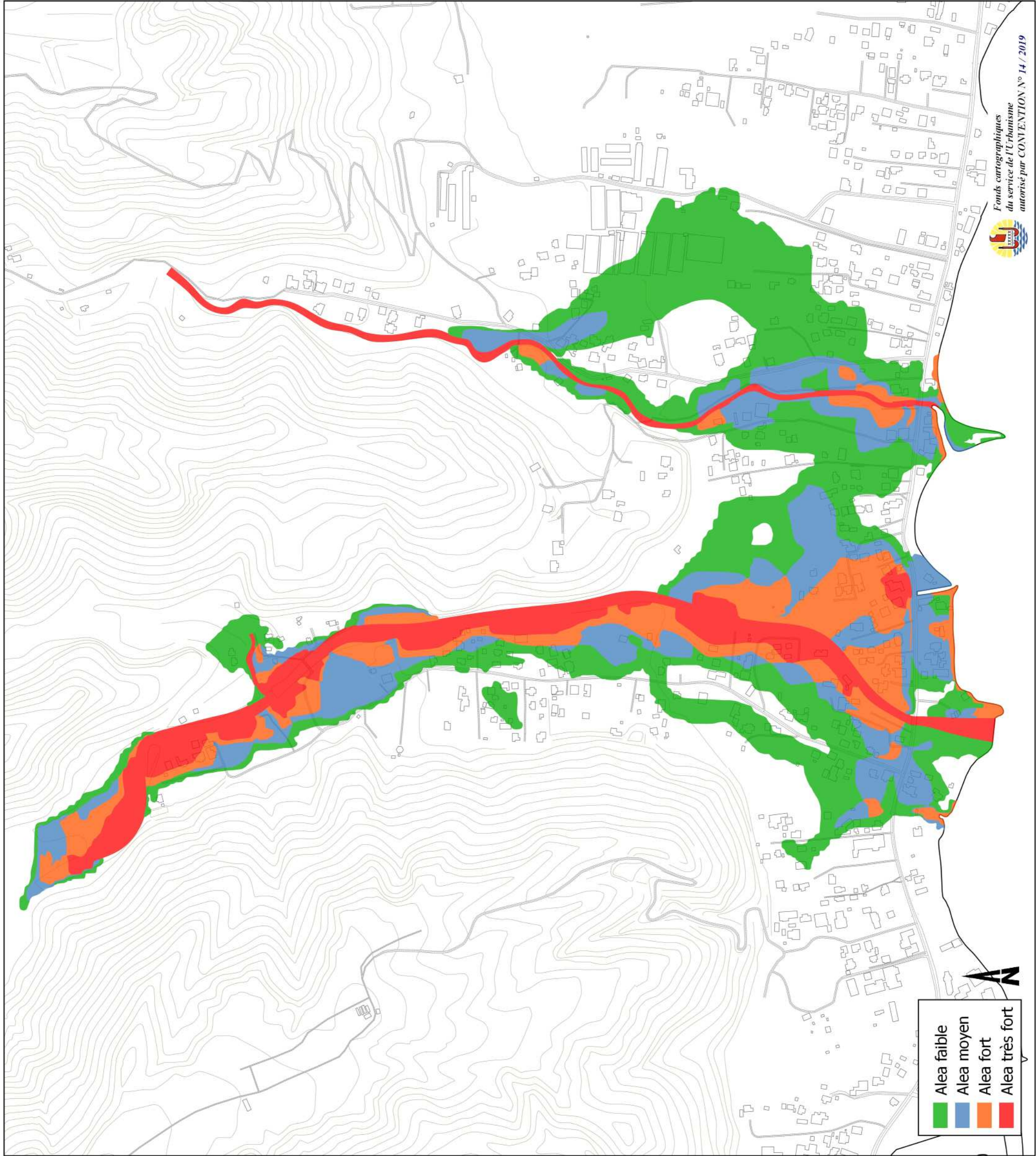
CA 1 0 0 7
ECHELLE
1:6 500

Crue centennale avec surcote
marine (+1m NGF) et embâcles

| DESSINE PAR | DATE | HEURE |
|-------------|----------|-------|
| Q.N.M. | 30/10/19 | 13H30 |
| VERIFIE PAR | | G.D. |

| INDICE | VISAS | DATE | HEURE | DESIGNATION |
|--------|-------|------|-------|-------------|
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

B.E.T
B.P 2120 - PAPEETE - TAHITI
Tél : 40.50.81.81
FAX : 40.41.00.36



- Alea faible
- Alea moyen
- Alea fort
- Alea très fort

Fonds cartographiques
du service de l'Urbanisme
autorisé par CONVENTION N° 14 / 2019





Cartographie de l'aléa
inondation dans le cadre
des Plans de Prévention
des Risques naturels de
Polynésie française –
Rivières Potiaai et
Faurahi, commune de
Teva I Uta

N° d'Affaire : 2054 19 EP

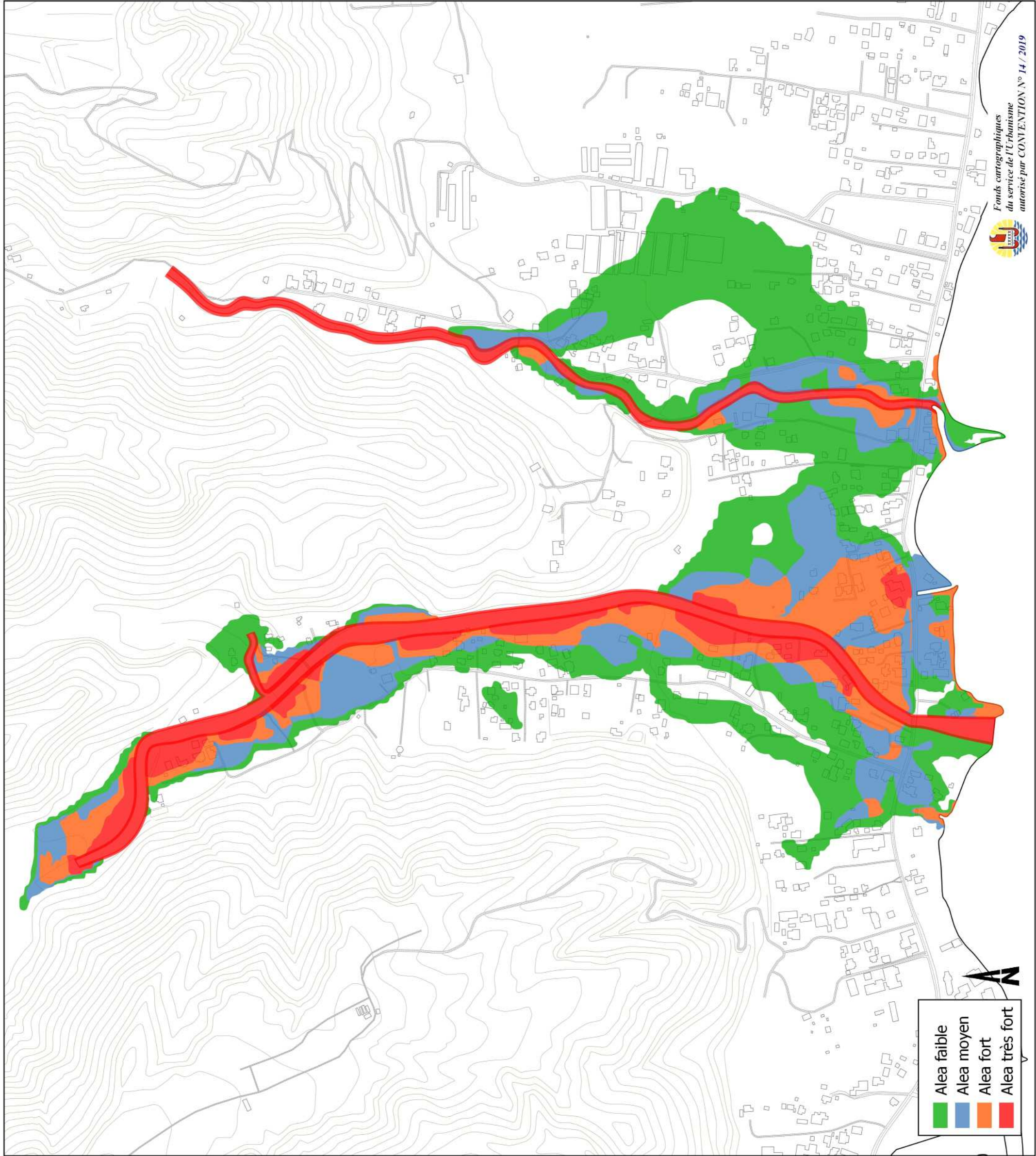
CA 1 0 0 8

ECHELLE
1:6 500

Cartographie finale PPRI

| DESSINE PAR | DATE | HEURE | |
|--------------|----------|-------|-------------|
| QN.M. | 30/10/19 | 13H30 | |
| VERIFIE PAR | | G.D. | |
| INDICE VISAS | DATE | HEURE | DESIGNATION |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

B.E.T
B.P 2120 - PAPEETE - TAHITI
Tél : 40.50.81.81
FAX : 40.41.00.36



| | |
|--|----------------|
| | Alea faible |
| | Alea moyen |
| | Alea fort |
| | Alea très fort |

Fonds cartographiques
du service de l'Urbanisme
autorisé par CONVENTION N° 14 / 2019

