

Ministère de l'Aménagement
et des Relations avec les
Communes

Service de l'Urbanisme
Section Etudes et Plans

Cartographie de l'aléa
inondation au droit des
cours d'eau de Polynésie
Française

Programme ARAI
Cours d'eau : MARUAPO



Rapport

GRI / N° 04635D

Décembre 2010

TABLE DES MATIERES

1. CADRE ET OBJET DE L'ETUDE	3
2. RECONNAISSANCE DE TERRAIN ET RECUEIL DE DONNEES	5
2.1. Enquête de terrain	5
2.2. Recueil de données	8
2.3. Evènement le plus important observé sur la zone d'étude	8
3. ANALYSE HYDROLOGIQUE	10
3.1. Généralités	10
3.2. Evaluation des débits de projet	11
3.2.1. Etude BCEOM de 1999	11
3.2.2. Etude LTPP de 2003 (J.Danloux)	12
3.2.3. Approche de P. STOLLSTEINER	12
3.3. Débits de projet retenus	13
4. MODELISATION HYDRAULIQUE	14
4.1. Le modèle mis en oeuvre	14
4.1.1. Conditions aux limites	15
4.2. hydrogrammes des crues de projet	15
4.3. Calage du modèle	16
4.4. profil en long du lit mineur	16
4.5. Simulation des crues de projet	18
4.5.1. Mécanismes d'écoulement en crue centennale	18
4.5.2. Mécanismes d'écoulement en crue décennale	19
4.5.3. Prise en compte du risque d'embâcles	19
4.5.4. Débits de premier débordement	20
4.6. Cartographie de l'aléa	22
4.6.1. Classification de l'aléa	22
4.6.2. Particularités de la cartographie de l'aléa centennal	22
5. PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS	23
5.1. la protection des zones habitées	23
5.1.1. Protection du lotissement amont	23
5.1.2. Redimensionnement du pont de la route Temarua Ata	23
5.1.3. Redimensionnement du pont de la route Territoriale	23
5.1.4. Protection du secteur situé a l'aval de la RT	23

5.2.	La mise en place d'un système d'alerte	24
5.3.	Les travaux d'entretien de la végétation	24
5.4.	Chiffrage estimatif	25

1. CADRE ET OBJET DE L'ETUDE

Le SAU conduit depuis 2005 un programme qui a pour objectif principal la réalisation de Plans de Préventions des Risques (PPR) avec la réalisation de cartes d'aléa inondation.

Une première partie de ce programme (ARAI 1, puis ARAI 2) a déjà été réalisé.

La présente consultation concerne la suite de ce programme et la réalisation de cartographies de zones inondables sur différents cours d'eau de Polynésie française à partir de modélisations hydrauliques.

Les modélisations des écoulements à surface libre demandées ont principalement pour objectif de :

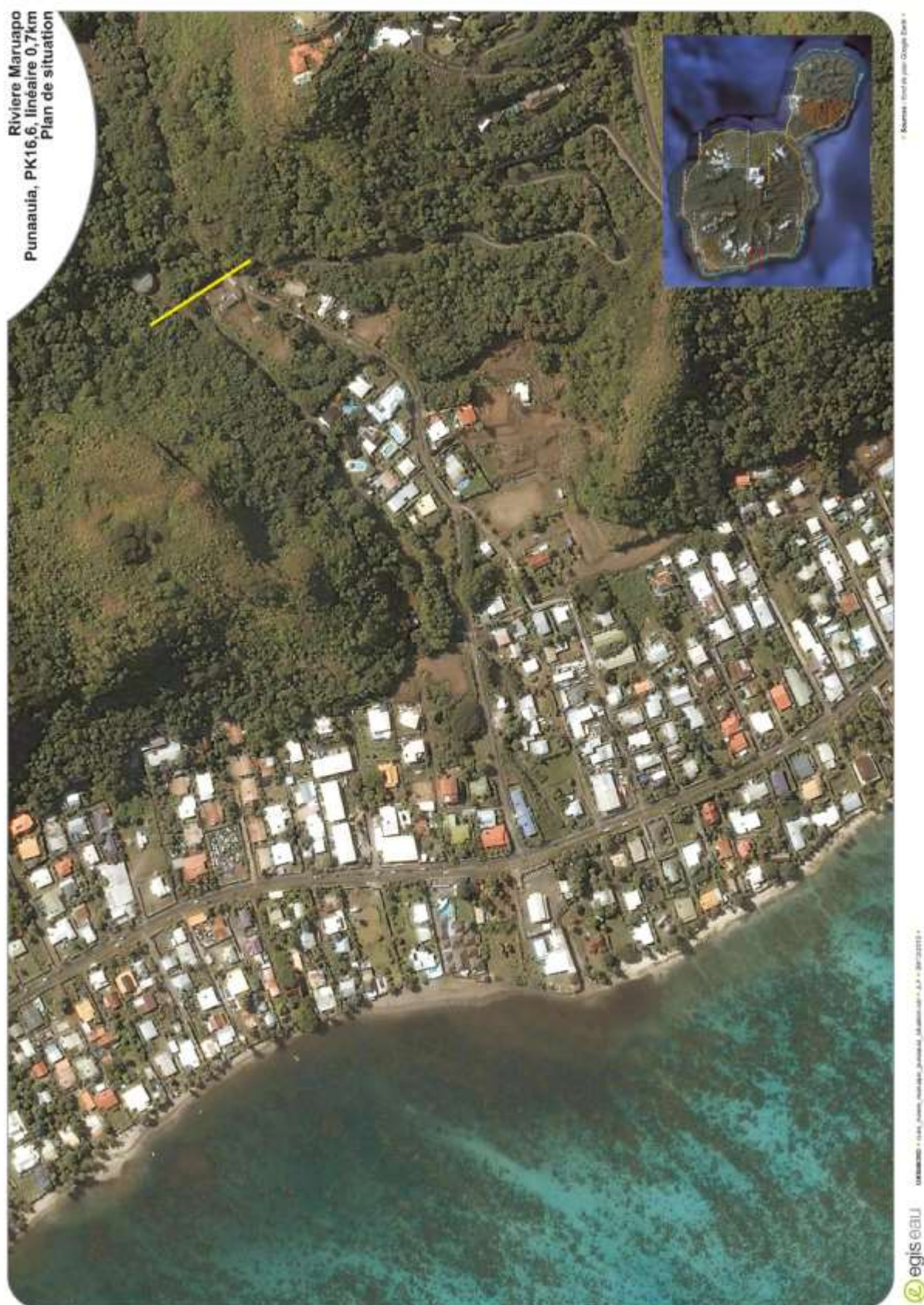
- Simuler les débordements observés lors des dernières crues remarquables,
- Définir la capacité d'évacuation maximale du lit mineur,
- Définir en état actuel l'extension, les hauteurs et vitesses maximales d'écoulement des crues de référence en lit majeur,
- Envisager les phénomènes d'embâcles et évaluer leurs conséquences sur l'extension des inondations,
- Diagnostiquer les ouvrages hydrauliques existants de manière succincte,
- Proposer des aménagements permettant de réduire les aléas inondations sur les zones soumises à un aléa fort.

Les modélisations demandées concernent essentiellement les rivières dont la partie aval comporte une plaine littorale fortement urbanisée ou pouvant être dans un proche avenir fortement urbanisée.

Le cours d'eau étudié dans le cadre de ce programme est la **MARUAPO**, situé sur la commune de **Punaauia**, au **PK 16.6**.

La cartographie du risque inondation est réalisée sur un linéaire de 0.7 km à partir de l'embouchure du cours d'eau.

Figure 1 : plan de situation de la zone d'étude



2. RECONNAISSANCE DE TERRAIN ET RECUEIL DE DONNEES

2.1. ENQUETE DE TERRAIN

Cette phase d'étude a permis :

- d'analyser le processus d'inondation et d'identifier les axes structurant les écoulements,
- d'identifier les données générales nécessaires à la mise en œuvre du modèle de simulation,
- de relever les informations sur les crues passées,
- d'identifier l'état d'occupation des sols.

Les principales observations relevées sur le terrain sont les suivantes :

*Remarque : la localisation des photographies ci-dessous est donnée en **annexe 1**.*



Photo1 : Franchissement de la RT : vue amont



Photo 2 : Vue aval

Le franchissement de la route territoriale est assuré par un pont cadre d'ouverture totale 6m, pour une hauteur libre de 1.70m, soit une section hydraulique totale de 10m². Un radier béton protège l'ouvrage contre le risque d'affouillement.

Cet ouvrage a été obstrué par des flottants lors de l'inondation de 1998 (date incertaine)



Photo 3 : Vue aval pont RT



Photo 4 : Protection de berge en rive droite (Chapelle)

En aval du franchissement le lit présente un méandre accentué. L'habitation située à l'aval rive gauche du méandre se trouve en zone de risque fort : en cas de débordement les écoulements de crue débouchent directement sur la parcelle.

La parcelle de la Chapelle St Maria Goretti est protégée en rive droite du cours d'eau par un mur en enrochement liés. Sur ce secteur l'axe du cours d'eau arrive quasiment à 90° de la protection : les fondations de cet ouvrage seront à vérifier par la prise en compte du risque d'affouillement.

De manière plus globale, le lit est à entretenir à l'aval immédiat du pont (végétation, dépôts solides), le coude sera à protéger pour éviter le risque d'évolution du méandre.



Photo 5 : Vue amont pont RT



Photo 6 : Risque débordement coude amont RT

En amont du franchissement le lit du cours d'eau est protégé en rive droite et en rive gauche par un perré en enrochements. Les enrochements sont liaisonnés au béton au droit de l'ouvrage de franchissement. La stabilité de cet ouvrage de protection devra être vérifiée vis-à-vis du risque d'affouillement.

Sur ce secteur une attention particulière est à porter au risque de débordement situé dans le 1^{er} coude en amont de l'ouvrage : en cas de cyclone important la rivière peut déborder sur ce secteur avec de très fortes vitesses. Cette parcelle ne doit pas être construite et préservée pour un aménagement ultérieur de la rivière.



Photo 7 : Franchissement amont (Temaru Ata)



Photo 8 : vue aval franchissement

Le franchissement de la route privée de la résidence Temaru Ata est assuré par un pont cadre d'ouverture totale 8m, pour une hauteur libre moyenne de 2.m, soit une section hydraulique totale de 16m². Un radier béton protège l'ouvrage contre le risque d'affouillement. Une chute de hauteur moyenne 0.80m est située à l'aval de l'ouvrage. Le fond du lit est protégé par des enrochements liés au béton en amont et en aval de l'ouvrage. Cet ouvrage situé dans un coude très accentué du cours d'eau, a été refait suite au cyclone de 1998.



Photo 9 : Vue amont franchissement



Photo 10 : Protection de berge déstabilisée

En amont du franchissement, un coude très prononcé de la rivière peut favoriser les débordements en direction de la rue Temaru Ata, en cas d'obstruction de l'ouvrage ou de débit supérieur à la capacité du pont.

A noter (photo 10) des protections de berge en cours de déstabilisation : deux pieds de coco à couper.



Photo 11: Secteur amont



Photo 12 : Limite du secteur d'étude

Le secteur amont de la rivière est encombré par la végétation et nécessite un entretien. Le lit est encaissé et très pentu, il est protégé ponctuellement par des enrochements à la traversée du lotissement. Un fort risque d'érosion de berge existe. À noter sur ce secteur, un local technique de dépôt d'ordures ménagères pouvant entraîner un risque de pollution du lagon en cas de débordement.

2.2. RECUEIL DE DONNEES

Les informations topographiques utilisées dans le cadre de la modélisation hydraulique sont les levés des profils en travers du lit mineur réalisé en Septembre 2010 par le cabinet de géomètre Wild.

Ce levé est constitué de :

- 15 profils en travers du lit de la Maruapo,
- Du levé spécifique du pont de la RT, et du pont de la rue Temaru Ata.

2.3. EVENEMENT LE PLUS IMPORTANT OBSERVE SUR LA ZONE D'ETUDE

Les enquêtes de terrain menées auprès des riverains mettent en évidence les dommages observés lors de la saison cyclonique 1997-1998.

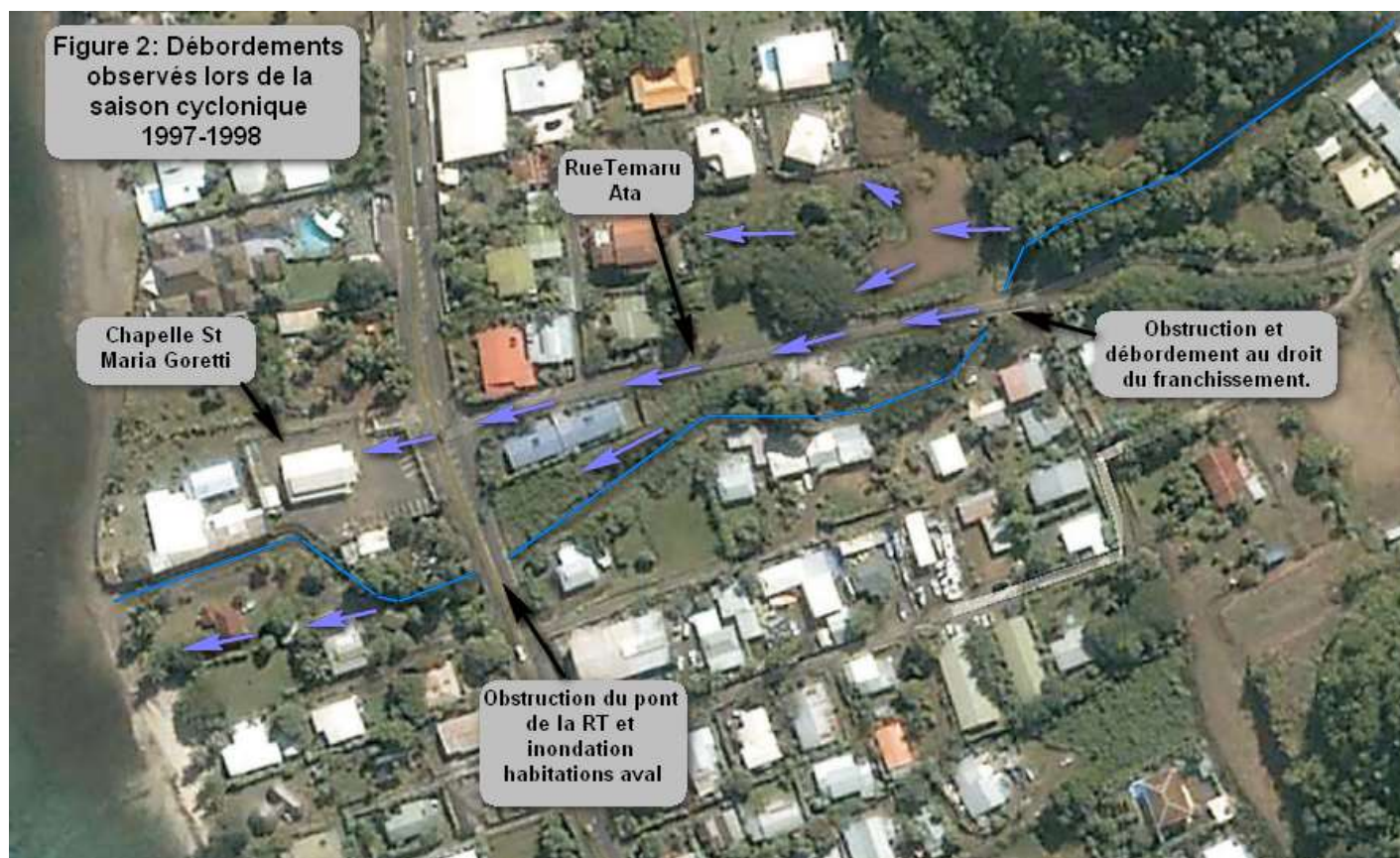
Lors de cet épisode dont la date exacte n'a pu être précisée, les événements suivants se sont produits :

- Obstruction du pont de la route du lotissement Temaru Ata,
- Très forts débordements dans le coude amont de l'ouvrage se produisant dans la rue Temaru Ata, avec des vitesses extrêmement fortes : ravinement très important de la route,
- Route territoriale coupée, avec très forts débordements sur le terrain actuellement occupé par la Chapelle St Maria Goretti. Le MNT global de la zone d'étude porte encore les traces de ce ravinement. À l'époque la Chapelle n'existait pas, le terrain a été remblayé lors de sa construction.

- Le pont de la route territoriale a été obstrué par les flottants et le transport solide, et les maisons situées à l'aval de l'ouvrage ont été fortement inondées. A noter que les deux maisons situées le plus en aval de l'ouvrage, en rive gauche, n'étaient pas encore construites lors de cet événement.

Il n'a pas été recueilli d'observations plus anciennes, par exemple lors du cyclone Veena, ce secteur n'étant probablement pas habité à l'époque.

Une représentation sommaire de la localisation des débordements mentionnés lors des enquêtes de terrain est présentée sur la figure 2.



3. ANALYSE HYDROLOGIQUE

3.1. GENERALITES

Le bassin versant de la Maruapo se situe sur le secteur sous le vent de l'île de Tahiti.

Le climat est de type tropical océanique humide avec une saison des pluies (été austral) de novembre à avril et une saison sèche (hiver austral) de mai à octobre.

Il n'existe pas de poste pluviographique à proximité du bassin versant de la Maruapo. La station de mesure la plus proche est la station de Punaruu P1 située à une altitude de 600m.

Le bassin versant de la Maruapo a une superficie de 4 km².

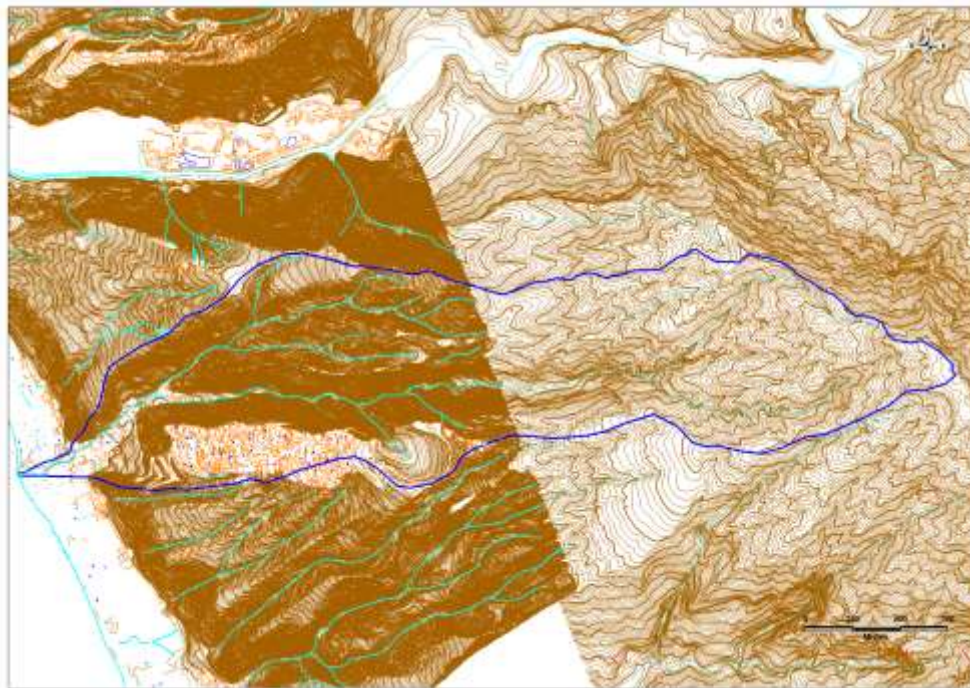
La forme de ce bassin est très allongée, avec un indice de compacité égal à 1.5.

Le bassin versant est essentiellement constitué de forêts. Seule la plaine littorale est urbanisée.

Les principales caractéristiques du bassin versant sont les suivantes :

- Surface : 4 km²,
- Périmètre : 10.74 km
- Plus long cheminement hydraulique : 5.42 km,
- Longueur du rectangle équivalent : 4.62 km
- Gradex de la pluie centennale / 15mn : 35mm, (source : G.Wotling « Caractérisation et modélisation de l'aléa hydrologique à Tahiti »)
- Dénivelée entre sommet du bassin et exutoire : 1250 m,
- Altitude moyenne : 552m
- Indice de pente : 210m/km
- Temps de concentration (Kirpich) : 0.5h.

Bassin versant de la Maruapo



3.2. EVALUATION DES DEBITS DE PROJET

Différentes méthodes ont été utilisées pour calculer les débits de projet de la Maruapo. Elles sont rappelées et détaillées ci-dessous.

3.2.1. Etude BCEOM de 1999

Dans le cadre de l'étude "Etude des priorités d'aménagements des cours d'eau de Tahiti", en absence de données hydrologiques disponibles, BCEOM a proposé, afin d'obtenir un ordre de grandeur du débit de pointe décennal, une formulation du type :

$$Q_{10} = K \times S^{0.85} \times \left(\frac{P_0}{100} \right)^2$$

Avec :

- K est un coefficient régional (K=2 pour la Maruapo)
- S est la superficie drainée en km²
 - Po est la moyenne sur le bassin versant de la hauteur de précipitations de période de retour 1 an en dixième de mm sur 15mn, soit 19mm,

Cette formulation s'applique à des bassins versant de plus de 1km². Elle est déconseillée dans le cas où des phénomènes hypodermiques sont connus ou pressentis et est à relativiser en cas de phénomènes d'écoulement superficiel particuliers tels des débits solides ou des écrêtements non négligeables.

Le débit de pointe centennal est calculé par application de la méthode du gradex avec les caractéristiques suivantes :

- Point pivot à la période de retour 10 ans
- Gradex des pluies sur 15 minutes pour les bassins versants de superficie inférieures à 20 km² et sur 30 minutes pour les autres, **soit Gd=35mm** pour la Maruapo.
- un coefficient de passage du débit moyen au débit instantané de 1.5

3.2.2. Etude LTPP de 2003 (J.Danloux)

L'étude du LTPP de 2003 a portée sur l'évaluation des maximums de crues sur l'île de Tahiti suivant une approche régionale à partir des données acquises sur les réseaux hydrologiques pendant la période 1969-2003 (J.Danloux).

Cette étude comporte :

- le recensement, la critique et l'analyse des données hydrométriques en possession du GEGDP.
- L'évaluation sur les stations hydrométriques des rapports entre débit maximal connu et les débits caractéristiques de crue.
- L'évaluation des coefficients de Craeger correspondants pour la transposition de ces résultats aux autres rivières non suivies.

Ce travail couvre la cote Est et la presqu'île de Tahiti et complète ainsi l'étude de 2001 de Wotling.

La formule de Craeger s'exprime de la manière suivante :

$$Q = 1.3 \times C \times \left(\frac{A}{2.59} \right)^n$$

Avec : $n = 0.936 \times S^{-0.048}$

A : superficie du bassin versant en km².

C : coefficient de Craeger

3.2.3. Approche de P. STOLLSTEINER

P. STOLLSTEINER, dans le cadre d'une mission d'assistance technique pour l'évaluation et la cartographie de l'aléa inondation en Polynésie française propose l'utilisation de la méthode Rationnelle pour la définition des débits de pointe décennaux et de la méthode du gradex pour l'évaluation des débits de pointe centennaux.

Cette méthode est préconisée pour des bassins versants pour lesquels on ne dispose pas de données observées.

Le coefficient de ruissellement décennal est régionalisé sur la base des ajustements débimétriques disponibles. L'intensité retenue est celle survenant sur une durée égale au temps de concentration du bassin versant étudié.

A défaut d'ajustements débimétriques, P. STOLLSTEINER recommande « de choisir le coefficient de ruissellement décennal parmi ceux de l'île la plus proche et la plus semblable en considérant le contexte géologique, l'altitude maximale du bassin versant et son orientation ». Pour la Maruapo, le coefficient de ruissellement décennal retenu est de 0.31. Ce coefficient se rapporte à la pluie journalière mesurée et non à la pluviométrie journalière réellement reçue par le bassin versant.

A défaut d'ajustements pluviométriques sur des courtes durées, P. STOLLSTEINER propose « d'estimer les valeurs fréquentielles des pluies de durée égale au temps de concentration à partir d'informations disponibles sur les pluies journalières » (rapport des pluies sur sites de durée T_c et journalière égal à ce même rapport à la station pluviographique la plus proche ou jugée comparable).

3.3. DEBITS DE PROJET RETENUS

Les débits de crue de la Maruapo obtenus par les trois méthodes présentées ci-dessus sont les suivants :

Etude	Méthode de calcul	Q10 en m ³ /s	Q100 en m ³ /s
Etude BCEOM de 1999	Formule empirique et gradex	23	77
Etude LTPP de 2003 J.Danloux)	Formule de Craeger + analyse statistique	25.7	60
P STOLLSTEINER	Méthode rationnelle et gradex	36	76

Tableau 1 : Comparaison des débits de projet obtenus

Les trois méthodes d'évaluation des débits convergent vers des valeurs proches. Il est proposé de retenir les valeurs obtenues par P.Stollsteiner, établies à partir d'une méthode permettant de prendre en compte la forte urbanisation du bassin aval de la rivière par le biais d'un coefficient de ruissellement spécifique à la zone d'étude.

Ces évaluations conduisent à des débits spécifiques de l'ordre de 19m³/s/km² pour le débit centennal et de 9 m³/s/km² pour le débit décennal.

Les débits de projet retenus pour la Maruapo sont donc les suivants :

Crue	Crue décennale	Crue centennale
Débit en m ³ /s	36	76

Tableau 2 : Débits de projet de la Maruapo

4. MODELISATION HYDRAULIQUE

4.1. LE MODELE MIS EN OEUVRE

L'outil de modélisation utilisé est le logiciel INFOWORKS RS qui permet la modélisation en régime transitoire et prend en compte des écoulements unidirectionnels pouvant être ramifiés ou maillés.

Le modèle INFOWORKS RS est basé sur la résolution des équations de St Venant :

$$\partial S / \partial t + \partial Q / \partial x = q$$

Equation de continuité exprimant la conservation des volumes.

$$\partial Q / \partial t + \frac{\partial (Q^2 / S)}{\partial x} = -gS \left(\frac{\partial Z}{\partial x} + J \right)$$

*Equation dynamique exprimant la conservation
de la quantité de mouvement.*

La résolution de ces équations repose sur la connaissance de lois empiriques de pertes de charge établies expérimentalement pour des écoulements filaires (ex : formules de Manning Strickler, ou de Chézy, lois de seuils,...).

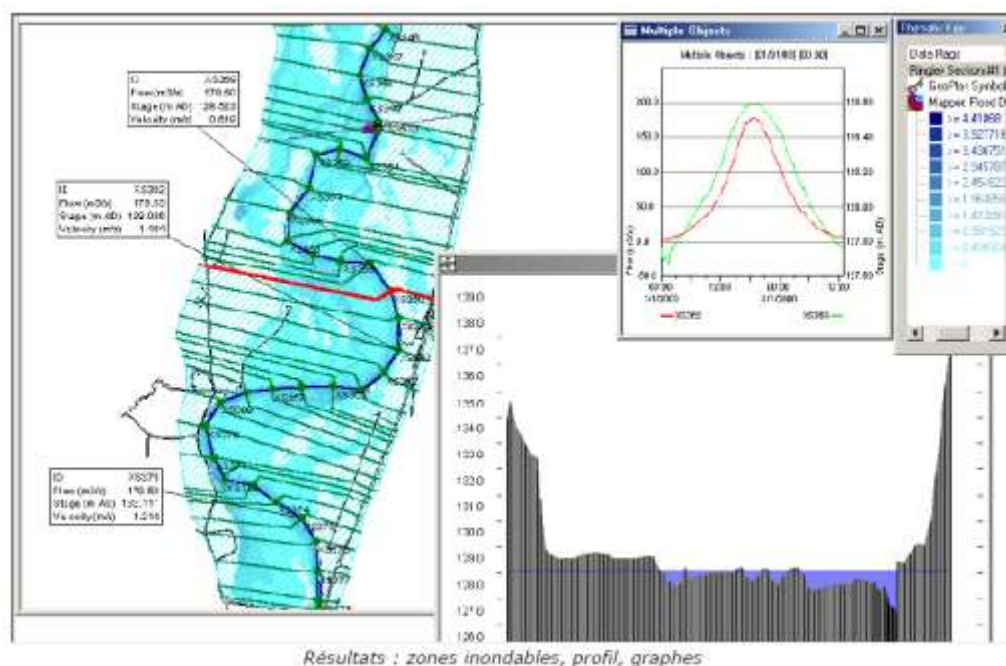
Z	cote de la surface libre
Q	débit
a	apport ou perte au m2
x	abscisse
S	section mouillée
J	gradient de charge hydraulique

Le logiciel INFOWORKS utilise le schéma numérique de PREISSMANN pour la résolution des équations de St-Venant.

La schématisation du site d'étude est décrite dans une base de données au moyen d'une série de profils en travers et d'ouvrages tels que ponts, gués...

Il permet notamment d'établir des cartes de zones inondables, d'optimiser les débouchés des ouvrages hydrauliques, les protections qui leur sont associés, et d'analyser le fonctionnement des systèmes hydrauliques complexes, de type unidirectionnels.

Modèle Infoworks



4.1.1. Conditions aux limites

Les conditions limite aval prise en compte dans le modèle sont les suivantes :

	Débit de pointe	Niveau aval du lagon
Crue décennale	36 m³/s	0 m NGT
Crue centennale	76 m³/s	1 m NGT

Tableau 3 : Conditions aux limites du modèle

4.2. HYDROGRAMMES DES CRUES DE PROJET

Il n'a pas été défini d'hydrogramme de crue pour le bassin versant de la Maruapo : étant donné l'inexistence de zones de stockage et d'écêtement des crues sur le secteur d'étude les modélisations ont été menées en régime permanent.

4.3. CALAGE DU MODELE

Le calage du modèle a été réalisé essentiellement à partir des enquêtes de terrain, en estimant les coefficients de Strickler caractérisant le frottement en fonction de la nature du lit.

Les coefficients de Strickler utilisés sont les suivants :

- 17 à 26 en lit mineur.
- 7 à 10 en lit majeur en fonction de la densité de la végétation.

Les coefficients de Strickler en lit mineur ont été établis à partir de la méthode du Soil Conservation Service, soit:

$$n = (n0 + n1 + n2 + n3 + n4) \times m5$$

Avec :

n0 : Dépend du type de matériaux qui constitue le lit de la rivière (de 0.02 pour l'argile nue, à 0.028 pour les gros graviers).

n1 : Degré d'érosion de la surface du canal (de 0.00 pour surface lisse, à 0.02 pour un canal très érodé).

n2 : Variation des sections du canal (de 0.00 quand les variations de la dimension et de la forme de la section de la rivière se produisent graduellement, à 0.015 quand ces variations se produisent brusquement).

n3 : Degré d'obstruction à l'écoulement, dû au dépôt de débris et de roches (de 0.00 quand l'obstruction est négligeable, à 0.06 quand elle occupe un espace relativement important par rapport à la surface de la section).

n4 : Présence de végétation (de 0.005 pour des herbes souples dont la hauteur ne dépasse pas le tiers de la hauteur de l'écoulement, à 0.1 pour une hauteur moyenne de l'écoulement moins que la hauteur de la végétation et une densité importante d'arbustes).

m5 : Coefficient qui dépend du ratio entre les longueurs curviligne et droite du lit de l'oued (de 1.00 si ce ratio est entre 1 et 1.2, à 1.15 si ce ratio est entre 1.2 et 1.5 à 1.3 si ce ratio dépasse 1.5).

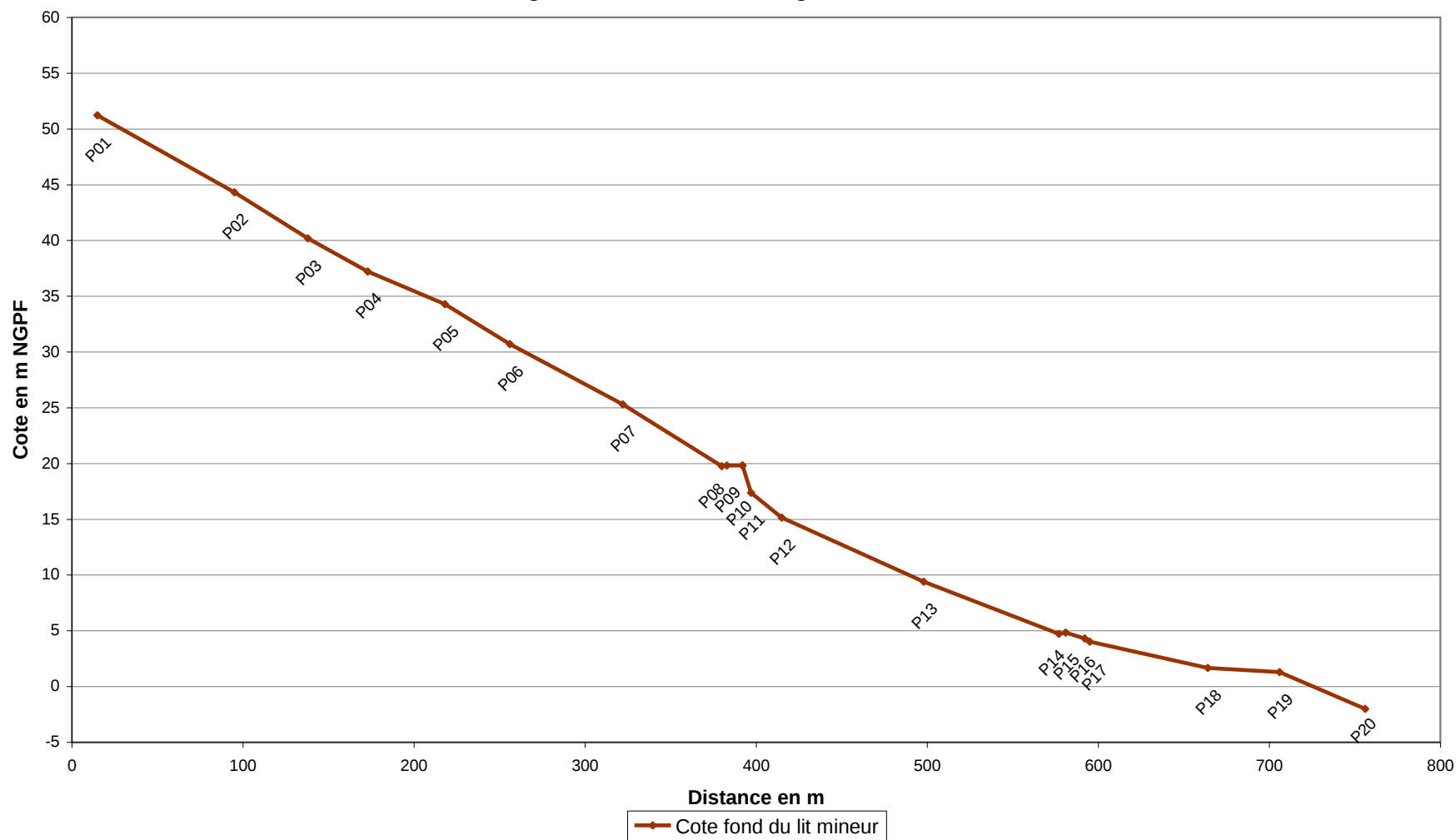
	n0	n1	n2	n3	n4	m5	n	K
Amont (P1-P6)	0.024	0.02	0.005	0	0.01	1	0.059	17
Médian (P6-P14)	0.024	0.01	0.005	0	0	1	0.039	26
Aval (P14-P19)	0.02	0.01	0.005	0	0.01	1	0.045	22

4.4. PROFIL EN LONG DU LIT MINEUR

Le profil en long du lit mineur est présenté sur la figure n°3. Il possède une pente extrêmement forte, de l'ordre de 8%, sur la quasi-totalité de son cours (du profil P1 au profil P14).

A l'aval de la route territoriale la pente reste forte, et est évaluée à 2.4%.

Figure n°3: Profils en long du lit mineur



4.5. SIMULATION DES CRUES DE PROJET

Le modèle hydraulique a été utilisé pour simuler plusieurs crues de différentes périodes de retour :

- La crue décennale
- La crue centennale
- La crue centennale en prenant en compte une obstruction de 50% de l'ouverture des 2 ponts présents sur le secteur d'étude.

Les résultats de la modélisation sont donnés en **annexe 2**. Ils intègrent, pour les trois crues modélisées :

- La cote de crue maximale en m NGT
- Les vitesses en lit mineur, en rive gauche et en rive droite.

Les lignes d'eau sont données en figure 4.

4.5.1. Mécanismes d'écoulement en crue centennale

Secteur amont (profils P1 à P10)

Les écoulements en crue sur ce secteur se caractérisent par des vitesses d'écoulement très fortes, comprises entre 5 et 7m/s. Ce secteur peut-être soumis à d'importantes attaques de berge.

La modélisation ne met pas en évidence de zones de débordement, mais la dynamique de la crue peut être aggravée par le risque de dépôts solides ou de flottants se formant embâcle dans le lit mineur.

Dans le cadre de la cartographie de l'aléa centennal, le risque érosion de berges a été pris en compte. Une bande d'aléa très fort de 10 m de large en bordure de lit mineur a été ajoutée à la cartographie finale.

Le franchissement de la route privée de la résidence Temaru Ata, situé dans un coude accentué du cours d'eau constitue un site privilégié pour le dépôt du transport solide. Cet ouvrage, insuffisamment dimensionné pour le passage du débit centennal, constitue un point de débordement privilégié de la Mapuara.

Pont Temaru Ata	Cote en m NGT
Cote sous poutre	22.48
Cote de surverse sur l'ouvrage	22.96
Cote d'eau en crue décennale	22.32
Cote d'eau en crue centennale	23.64
Mise en charge	Pour la crue centennale

En cas d'insuffisance de l'ouvrage de franchissement, les eaux de débordement se déversent dans la rue Témarua Ata avec de fortes vitesses d'écoulement, ce secteur

est situé en aléa fort. Pour un évènement centennal ces débordements sont évalués à une vingtaine de m³/s. Plus en aval, dans le prolongement de la rue Témarua Ata, les eaux coupent la RT, buttent sur le terrain remblayé de la Chapelle St Maria Goretti et se déversent sur la parcelle située au Nord de la Chapelle en recherchant un exutoire vers la mer.

Secteur médian (profils P10 à P14)

Ce secteur, recalibré et protégé suite aux inondations de 1998, présente de très fortes vitesses d'écoulement (proches de 7m/s). La stabilité des protections de berge existante (enrochements percolés au béton sera à vérifier vis-à-vis du risque d'affouillement en pied.

Etant donné les fortes vitesses d'écoulement, un risque de débordement existe en rive droite au niveau du profil P13.

L'ouvrage de franchissement de la route territoriale est très largement sous dimensionné pour le débit centennal. Il constitue un point de blocage des écoulements et entraîne une large submersion de la RT en période de crue.

Pont de la RT	Cote en m NGT
Cote sous poutre	6.5
Cote de surverse sur l'ouvrage	7.77
Cote d'eau en crue décennale	7.19
Cote d'eau en crue centennale	7.47
Mise en charge	Dés le débit décennal

Secteur aval pont RT

A l'aval de l'ouvrage, la rivière déborde largement dans le coude situé entre les profils P17 et P18. Ce secteur est situé en zone d'aléa fort et nécessite la mise en place d'une protection contre le risque de débordement.

4.5.2. Mécanismes d'écoulement en crue décennale

L'ouvrage de franchissement de la RT est insuffisant et provoque des débordements localisés à son amont immédiat et à son aval. A l'aval de l'ouvrage, la rivière déborde dans le coude situé entre les profils P17 et P18.

4.5.3. Prise en compte du risque d'embâcles

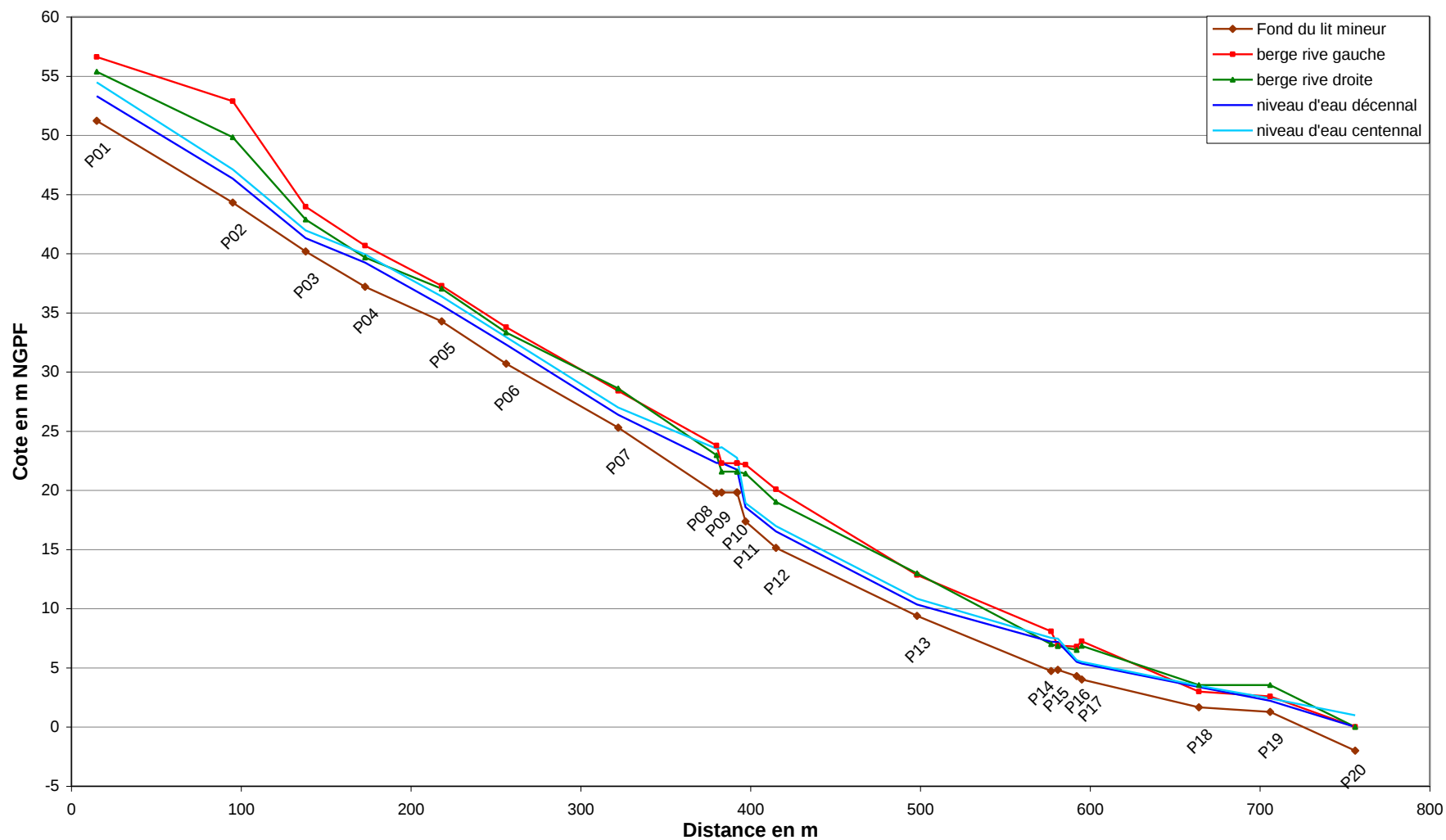
L'obstruction du pont amont, provoque d'importants débordements en rive droite en direction de la route Témarua Ata, évalués à 42 m³/s. Ces débordements inondent largement la route, et provoquent plus à l'aval la submersion de la RT.

Le pont de la route territoriale est largement submergé.

4.5.4. Débits de premier débordement

Profils	Débit de premier débordement (m³/s)	
	Rive gauche	Rive droite
P01		
P02		
P03		
P04		
P05		
P06		
P07		
P08		57
P09	50	36
P10		47
P11		
P12		
P13		
P14		24
P15	22	21
P16		
P17		
P18	14	
P19		

Figure n°4: Lignes d'eau décennales et centennales



4.6. CARTOGRAPHIE DE L'ALEA

4.6.1. Classification de l'aléa

La cartographie fournie comprend :

- CARTE 1 : cartographie de l'aléa inondation de la crue décennale
- CARTE 2 : cartographie de l'aléa inondation de la crue centennale
- CARTE 3 : cartographie de l'enveloppe d'inondation de la crue centennale en tenant compte du risque d'embâcles

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

Vitesse Hauteur	Vitesse < 0.5m/s	Vitesse > 0.5m/s
Hauteur < 0.5m	Faible	Moyen
0.5m < Hauteur < 1m	Moyen	Fort
Hauteur > 1m	Fort	Très fort

Tableau 4 : Définition des classes d'aléa

La précision des cartographies reste liée à la densité et à la précision de la topographie existante en lit majeur.

4.6.2. Particularités de la cartographie de l'aléa centennal

Dans le cadre de l'aléa centennal, le phénomène d'érosion de berges a été pris en compte dans la cartographie de l'aléa. Une bande d'aléa très fort de 5 m de large en bordure de lit mineur a été ajoutée à la cartographie finale.

Cette bande permet de préserver un espace non constructible en bordure de lit pour prendre en compte le risque de destruction de berges lié à la dynamique érosive de la rivière.

5. PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS

5.1. LA PROTECTION DES ZONES HABITEES

5.1.1. Protection à l'amont de la route Territoriale

La protection de la rive gauche au droit du lotissement situé entre les profils P3 et P6 devra faire l'objet d'un diagnostic et être confortée vis-à-vis du risque érosion de berge. Sur ce secteur, étant données les fortes vitesses d'écoulement, il est préconisé la mise en place de protections par enrochements liés.

Les protections récentes de berge mises en place entre le pont de la route Temarua Ata et le pont de la route territoriale devront être diagnostiquées vis-à-vis du risque d'affouillement en pied.

5.1.2. Redimensionnement du pont de la route Temarua Ata

Cet ouvrage constitue un risque important en cas de forte crue de la Temarua. Il est proposé de le refaire en rescindant le coude amont de manière à limiter le biais de l'ouvrage par rapport à l'axe du cours d'eau.

La section minimale de cet ouvrage devra être de 30m², soit 10m d'ouverture pour une hauteur libre de 3m. Ce gabarit pourra être obtenu par un approfondissement du lit mineur de la rivière sur ce secteur.

5.1.3. Redimensionnement du pont de la route Territoriale

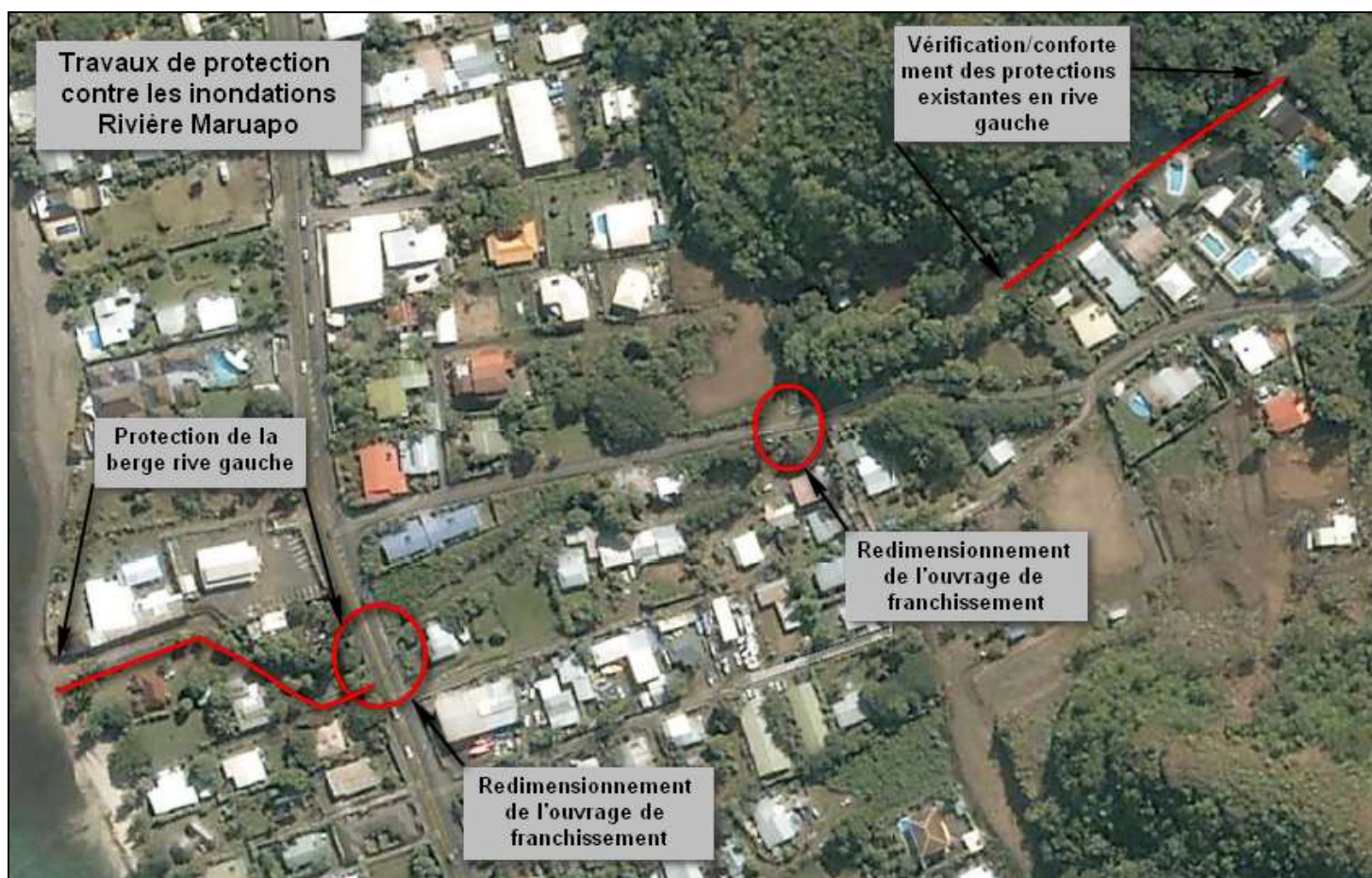
La section minimale de cet ouvrage devra être de 30m², soit 15m d'ouverture pour une hauteur libre de 2m. L'ouverture de cet ouvrage pourra être diminuée s'il est possible de réaliser un exhaussement du profil en long de la route territoriale.

5.1.4. Protection du secteur situé a l'aval de la RT

Il est proposé : l'élargissement du lit de la rivière en augmentant son emprise sur les terrains situés en rive gauche, ainsi que la protection des berges contre le risque d'érosion.

Les caractéristiques de l'ouvrage de protection sont les suivantes :

- Linéaire : 110m en rive gauche et 50m en rive droite.
- Hauteur moyenne : 2.50 m
- Protection par enrochements libres posés en deux couches sur filtre géotextile,
- Pente de talus 2/1.



5.2. LA MISE EN PLACE D'UN SYSTEME D'ALERTE

Les enjeux présents en zone inondable justifient la mise en place d'un système d'alerte aux inondations destiné à prévenir et évacuer la population présente sur les secteurs les plus exposés, en particulier pour la zone habitée aval et le secteur de la porcherie.

Etant donné les faibles temps de réponse du bassin versant, ce système d'alerte pourrait être basé sur la pluviométrie (pluviographes, radar pluviométrique...).

5.3. LES TRAVAUX D'ENTRETIEN DE LA VEGETATION

Les reconnaissances menées dans le cadre de cette étude ont mis en évidence la nécessité de contrôler la végétation présente en bordure du lit de la rivière. Sur de nombreux secteurs la végétation, en colonisant les bancs de gravier et de galets déposés par le transport solide important du cours d'eau, réduit les sections d'écoulement et risque d'augmenter la fréquence d'exposition au risque inondation des zones vulnérables.

De la même manière le risque d'embâcle constitue un enjeu majeur sur la zone d'étude : des arbres arrachés peuvent venir obturer l'ouvrage de franchissement de la route territoriale.

Un entretien périodique devra être favorisé par la création d'accès au lit de la rivière.

La fréquence d'entretien proposée est la suivante :

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

5.4. CHIFFRAGE ESTIMATIF

Les aménagements proposés précédemment sont définis au stade faisabilité. En particulier les dispositifs parafouille, devront être dimensionnés à partir d'essais géotechniques.

Le tableau suivant donne un estimatif du coût financier de ces travaux, hors acquisitions foncières.

Désignation	Unité	Quantitatif	Prix unitaire HT en FCFP	Prix HT en FCFP
Protection de berge aval				
Enrochements libres	m ³	1920	6 000	11520000
Géotextile	m ²	1760	1 500	2640000
Déblais (y compris évacuation)	m ³	1200	1500	1800000
Sous Total				15960000
Travaux complémentaires				
Reconstruction Pont route Temarua Ata	F	1	25000000	25000000
Reconstruction Pont Route Territoriale	F	1	35000000	35000000
Sous Total				60000000
Total général				75960000
Divers et aléa 20%				15192000
TOTAL arrondi				91152000

Tableau 5: Chiffrage estimatif

Ces prix ne tiennent pas compte des acquisitions foncières.

ANNEXES

Annexe 1
Localisation des photos



Legende :

10 Localisation des prises de vues

— Limite de la zone d'étude

Annexe 2
Résultats et construction de la modélisation Infoworks

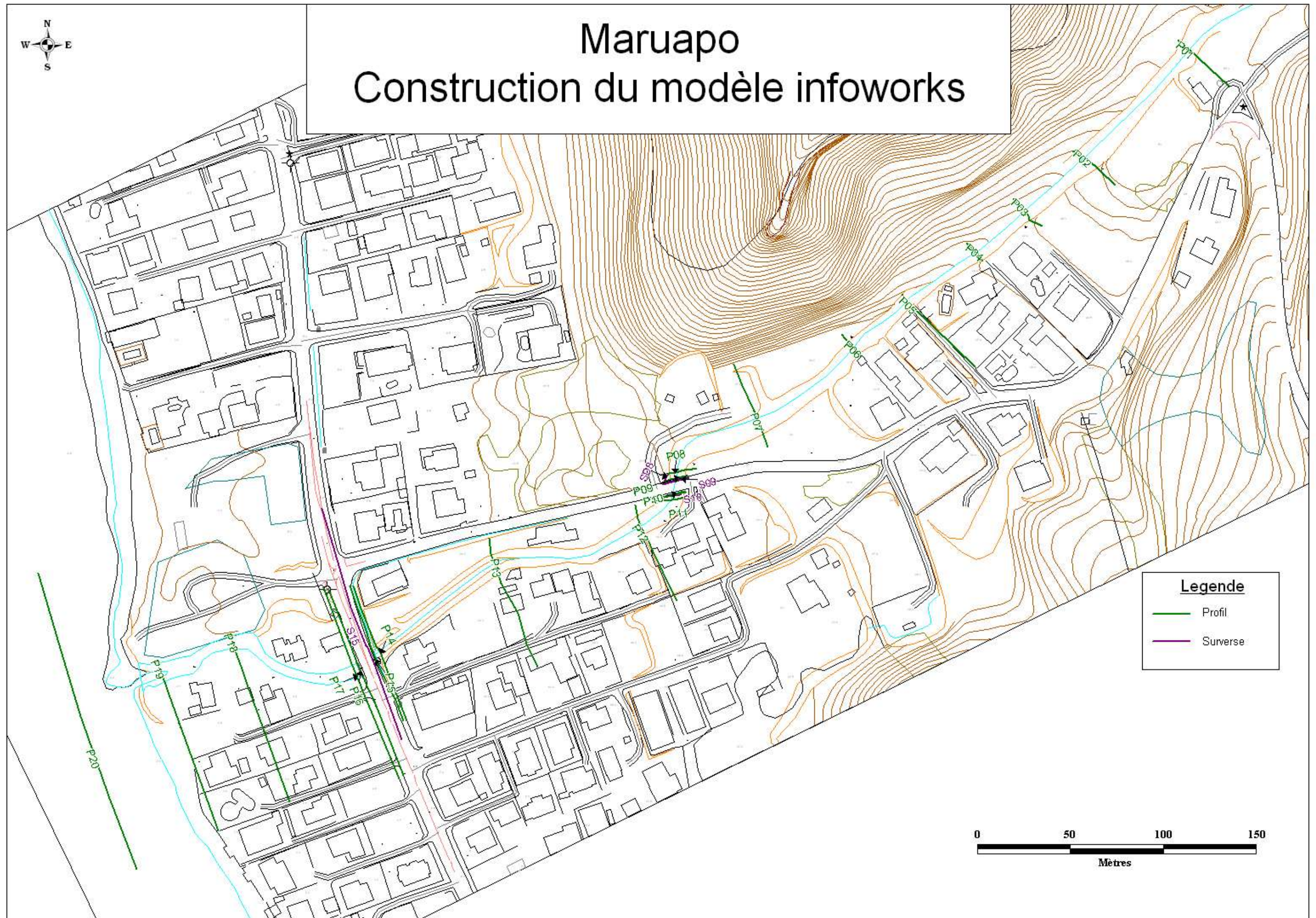
		Crue décennale		Crue centennale		Crue centennale pont obstrué de 50%	
Profils	Z_Fe en m NGPF	Cote (m NGPF)	Vitesse lit mineur (m/s)	Cote (m NGPF)	Vitesse lit mineur (m/s)	Cote (m NGPF)	Vitesse lit mineur (m/s)
P01	51.223	53.31	3.4	54.49	3.5	54.49	3.5
P02	44.317	46.34	5.9	47.12	7.3	47.12	7.3
P03	40.186	41.31	4.4	41.97	5.3	41.97	5.3
P04	37.211	39.24	3.3	39.94	4.6	39.91	4.7
P05	34.288	35.63	5.6	36.38	6.7	36.39	6.6
P06	30.709	32.31	3.7	32.94	5.3	32.86	5.5
P07	25.306	26.39	5.2	27.01	6.3	27.06	6.1
P08	19.755	22.31	1.6	23.52	2.1	23.94	1.9
P09	19.818	22.32	1.5	23.64	1.8	24.07	1.5
P10	19.818	21.74	2.1	22.74	2.5	22.60	2.4
P10!	19.818	21.73	2.1	22.74	2.5	22.60	2.4
P11	17.366	18.58	7.3	18.92	8.9	18.87	8.7
P12	15.146	16.52	5.8	16.97	7.2	16.91	7.0
P13	9.391	10.35	5.9	10.85	7.2	10.78	7.1
P14	4.73	7.21	2.3	7.53	3.5	7.56	3.1
P15	4.837	7.19	2.5	7.47	3.7	7.55	3.2
P16	4.308	5.50	4.4	5.65	4.8	5.18	4.1
P17	4.022	5.36	4.0	5.51	4.5	5.03	3.7
P18	1.669	3.39	2.5	3.48	2.7	3.12	2.0
P19	1.284	2.21	5.0	2.43	4.6	2.14	3.4
P20	-2	0	0.1	1	0.1	1	0.0

Débit par surverse (m³/s)

Nom	Crue décennale	Crue centennale	Crue centennale - pont obstrué 50%
S09	0.00	14.65	29.28
S10	35.94	68.50	63.62
S15	9.32	36.92	47.16
SD8	0.07	7.51	12.40

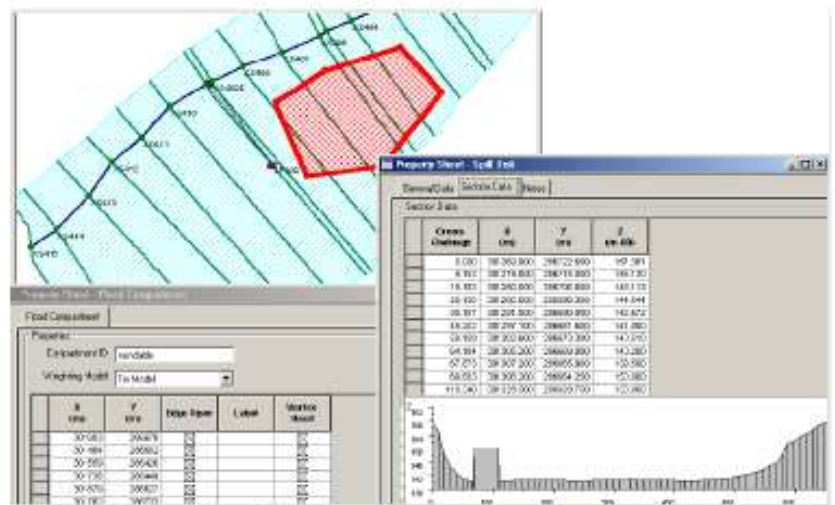
Maruapo

Construction du modèle infoworks



Annexe 3
Logiciel Infoworks

- Outils d'édition et de modification pour les profils, unité de déversement, casiers.
- Construction de zones (pour générer les cartes d'inondation sur le MNT importé).



Édition de seuils, zones de stockage

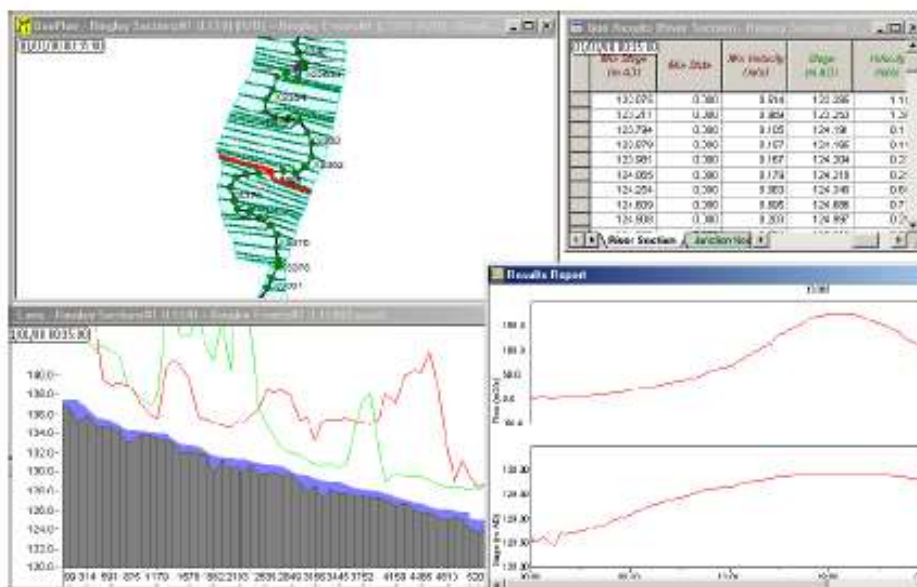
Moteur de calcul

- Utilise le moteur de calcul ISIS réputé pour sa gamme de structures hydrauliques et sa flexibilité.
- Inclus le modèle conceptuel pluie débit PDM (option) et les modèles de ruissellement (SCS, FSR, FEH).
- Régime permanent et transitoire.
- Utilisé dans plus de 30 pays dans le monde.

Interprétation des résultats

Visualisation simultanée des données, des résultats, avec animation en vue en plan et sous forme tabulaire.

- Représentation thématique des données et résultats sur fond de plan.
- Visualisation des données et résultats sous forme de table.
- Profil en long du canal avec ses hauteurs d'eau.
- Profil en travers avec ses hauteurs d'eau.
- Graphes débit, hauteur, vitesse, ... disponible à chaque point de calcul.



Résultats : grille, profil, graphes

Une solution intégrée

Transfert de données en import / export :

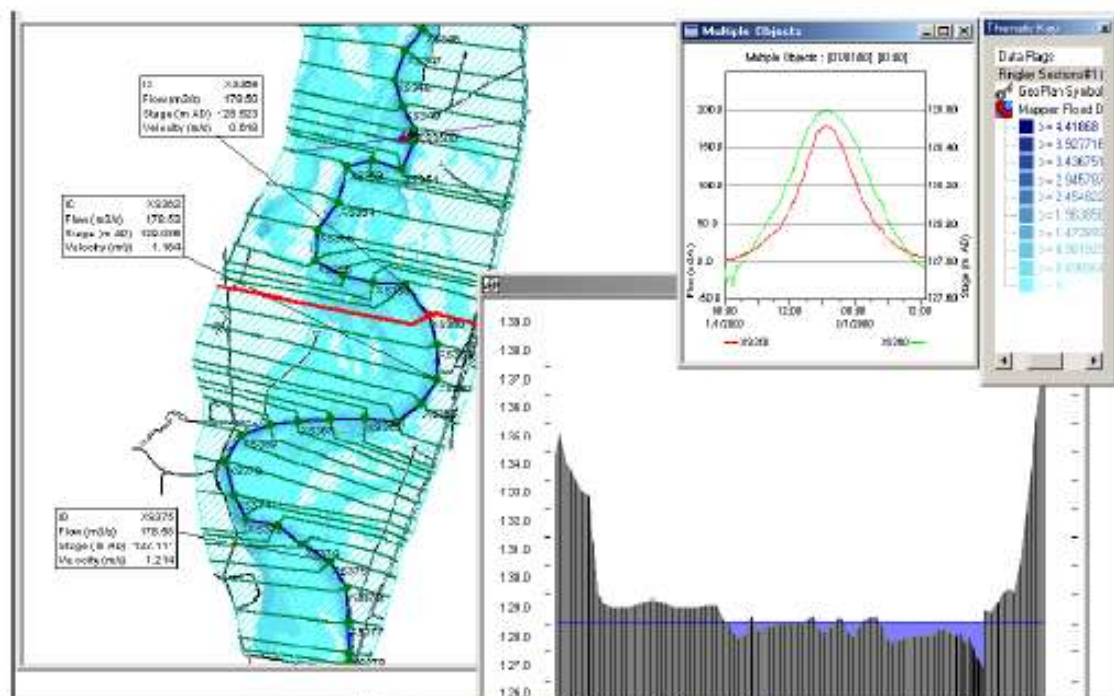
- Importation des modèles existants sous ISIS 2.0®.
- Importation au format CSV.
- Importation de bassins et polygones de stockage de MapInfo® et ArcView®.
- Exportation des données et résultats de simulation vers MapInfo® et ArcView®.
- Exporte les modèles vers ISIS 2.0®.

Visualisation dynamique des zones inondables

Ce modèle d'interpolation est bâti autour d'un Modèle Numérique de Terrain sous forme de TIN.

Il permet :

- La représentation instantanée des zones inondables de n'importe quel événement, comprenant l'animation complète.
- Le contour des hauteurs d'inondation.
- Les graphes des hauteurs d'eau en chaque point de la zone inondée.
- L'extraction et la localisation des hauteurs et durées d'inondation.



Résultats : zones inondables, profil, graphes

