

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 : VAIHHA



Rapport

GRI / N°04635D

Novembre 2010

TABLE DES MATIERES

1.	CADRE ET OBJET DE L'ETUDE	3
2.	RECONNAISSANCE DE TERRAIN ET RECUEIL DE DONNEES	6
2.1.	Enquête de terrain	6
2.2.	Recueil de données	9
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
3.4.	Débit de la plus forte crue connue	13
3.5.	hydrogrammes des crues de projet	14
4.	MODELISATION HYDRAULIQUE	15
4.1.	Le modèle mis en oeuvre	15
4.1.1.	Conditions aux limites	16
4.2.	Calage du modèle	16
4.3.	profil en long du lit mineur	17
4.4.	Simulation des crues de projet	19
4.4.1.	Mécanismes d'écoulement en crue centennale	19
4.4.2.	Mécanismes d'écoulement en crue décennale	20
4.4.3.	Prise en compte du risque d'embâcles	20
4.4.4.	Mécanisme d'écoulement pour le cyclone Veena	21
4.4.5.	Débits de premier débordement	21
4.5.	Cartographie de l'aléa	23
4.5.1.	Classification de l'aléa	23
5.	PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS	24
5.1.	la protection des zones habitées	24
5.1.1.	Scénario 1 : protection globale de la rive gauche	24
5.1.2.	Scénario 2 : protection locale des zones habitées existantes.	26
5.1.3.	Les travaux de confortement des ouvrages existants.	27
5.2.	La mise en place d'un système d'alerte	27

5.3. Les travaux d'entretien de la végétation	27
5.4. Chiffrage estimatif	28

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.

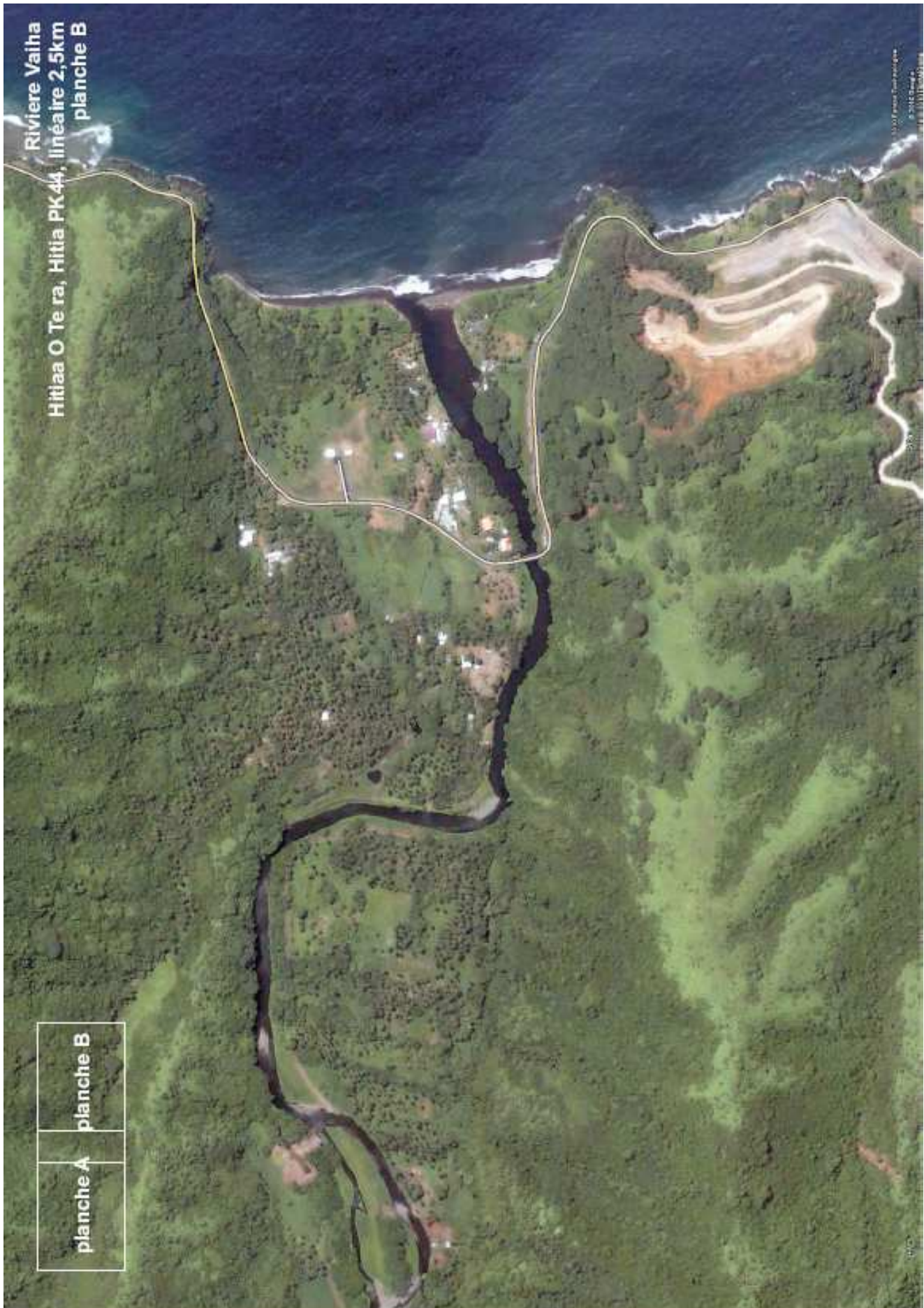
Les modélisations des écoulements à surface libre demandées ont principalement pour objectif de :

- 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 **VAIHA**, situé sur la commune de **HITIAA O TERA**, au **PK 44**.

La cartographie du risque inondation est réalisée sur un linéaire de 2.5 km à partir de l'embouchure du cours d'eau.





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**.*



Photo 1 : Franchissement de la RT

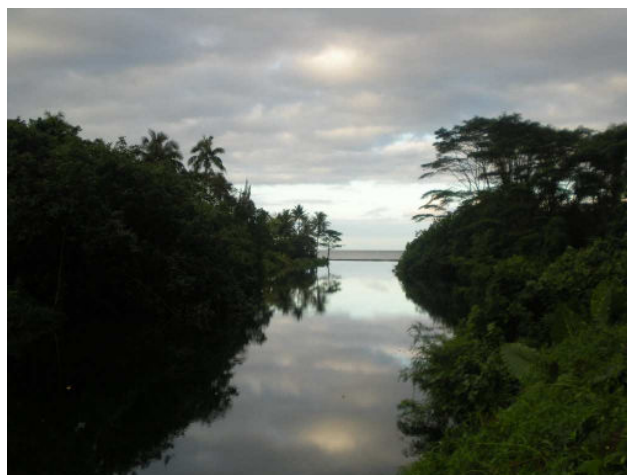


Photo 2 : Vue aval ouvrage

Le franchissement de la route territoriale est assuré par un pont à deux travées d'ouverture totale 31m, pour une section hydraulique totale de 145m². La pile centrale de l'ouvrage a été protégée par un rideau de palplanches et du béton. En amont du franchissement le lit du cours d'eau est protégé en rive gauche par un perré en enrochements libres.

A noter une fosse d'affouillement au droit de la pile (altitude fond moyen -2.50mNGPF). Cet affouillement sera à rapprocher de la cote de fondation de la pile (et de sa protection) pour s'assurer de sa stabilité.

D'après les enquêtes menées auprès des riverains cet ouvrage a été submergé lors des fortes pluies d'octobre 2007 : les piles de l'ouvrage sont propices à l'accumulation des flottants pouvant entraîner une obstruction partielle ou totale de l'ouvrage.



Photo 3 : Vue aval pont RT – rive gauche



Photo 4 : Vue aval pont RT – rive droite

A l'aval de l'ouvrage de franchissement, la rive gauche est occupée par une dizaine d'habitations, une seule habitation a été identifiée sur la rive droite.

Le lit est encombré par la végétation, plusieurs arbres en embâcle sont notés à l'aval du pont rive gauche. Le lit a probablement été curé récemment : entre l'embouchure et le pont l'altitude moyenne du lit se situe à la cote -1.50m NGPF.



Photo 5 : Amont Franchissement-Détail rive Gauche



Photo 6 : Amont franchissement

En amont du franchissement la rive gauche est protégée par un perré en enrochement libres, jusqu'au premier coude important de la rivière. Ces protections sont effondrées par endroit. Elles ne sont pas protégées par une parafouille. Il est à craindre que pour des événements importants leur stabilité ne soit pas suffisante.

En rive droite le lit longe le rempart et de nombreux arbres sont prêts à tomber.

A l'instar du secteur aval ce lit a probablement été curé récemment : jusqu'au premier coude important de la rivière (profil P25) son altitude se situe en dessous de la cote -1mNGPF.



Photo 7 : Habitation Famille Bittman



Photo 8 : Enrochements détruits rive gauche

Un premier groupe d'habitation se situe en rive gauche de la rivière. Ces habitations ont subi d'importantes inondations en octobre 2007 (cf laisse de crue à +1.20m par rapport au terrain naturel au droit de l'habitation Bittman). La maison Bittman est protégée par un merlon en terre de hauteur inférieure à 1m.

Les habitants font mention de la rapidité de la montée des eaux : un quart d'heure en octobre 2007. L'évacuation de cette zone en période de crise pose un problème : le chemin d'accès aux habitations est rapidement coupé en crue limitant les possibilités d'évacuation par véhicules à moteur.

Les habitants font état du risque de colmatage au niveau du cordon littoral.



PHE 2007- Plus bas PHE 2009



Photo 9 : Premier coude



Photo 10 : Second coude

La première zone de débordement se situe au niveau du premier coude. Sur ce secteur le lit de la rivière fait un coude de près de 90°. Les observations faites sur les photos aériennes de 1952 ne montrent pas d'évolution du lit sur ce secteur. Les pertes de charge liées au coude provoquent d'importants dépôts d'alluvions dans l'intrado du coude en rive gauche.

Une seconde zone de débordement est mentionnée au droit du second coude. Ce secteur est protégé par un mur en rive gauche. Cet ouvrage est envahi par la végétation, il n'a pas pu être mis en évidence de sous-cavement. Cet ouvrage sera à inspecter : il contrôle l'évolution du méandre de la rivière vers la rive gauche. Cet ouvrage aurait été submergé lors du cyclone VEENA et en octobre 2007.

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 :

- 37 profils en travers du lit mineur et du lit majeur,
- Du levé spécifique du pont de la RT.

3. ANALYSE HYDROLOGIQUE

3.1. GENERALITES

Le bassin versant de la Vaiiha se situe sur l'un des secteurs les plus arrosés 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.

Le bassin versant de la Vaiiha a une superficie de 32.4 km².

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

La station de mesure de la pluviométrie la plus proche se situe à Hitiaa, sur laquelle est enregistrée une pluviométrie moyenne annuelle de 3550mm

Les principales caractéristiques du bassin versant sont les suivantes :

- Surface : 32.4 km²
- Plus long cheminement hydraulique : 16.2km
- Gradex de la pluie centennale / 30mn : 40mm, (source : G.Wotling « Caractérisation et modélisation de l'aléa hydrologique à Tahiti »)
- Dénivelée entre sommet du bassin et exutoire : 1490 m,
- Indice de pente : 92m/km
- Temps de concentration (Kirpich) : 1.4h

Une installation de mesure des débits a été mise en place en 1974 à la cote 10. Cette station a été abandonnée provisoirement par le GEGDP du fait du faible nombre de mesures et d'observations.

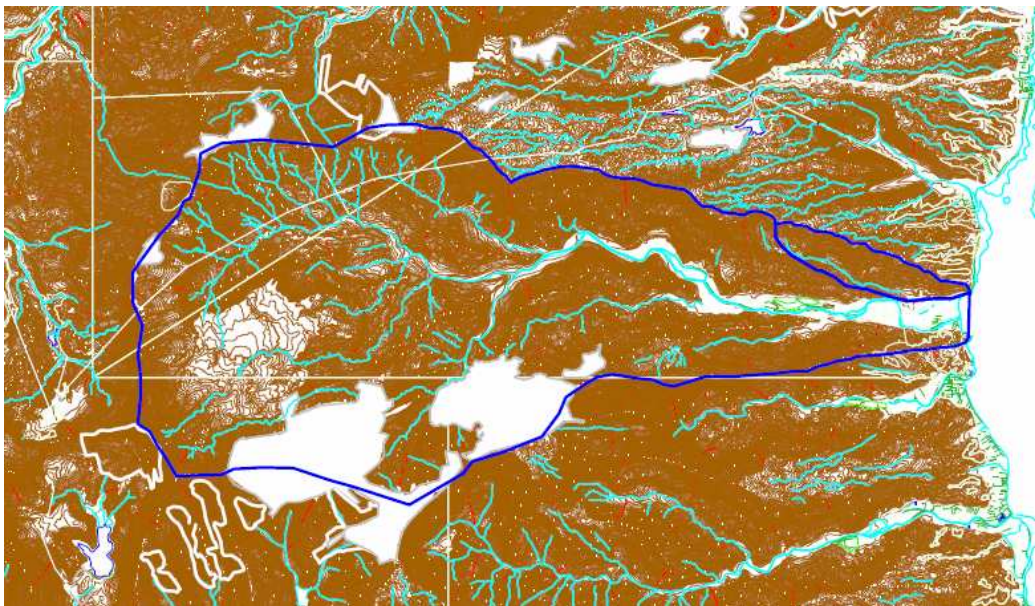
D'après J.Danloux, la Vaiiha n'a réemprunté la totalité de son lit majeur en amont de la RT2 qu'une seule fois depuis 1969 : en avril 1983, lors du cyclone Veena dont le débit maximal a été estimé à près de 880 m³/s.

Analyse statistique : la série d'observation a été interrompue en 1998, soit 25 années au total. Cette série compte de nombreuses lacunes liées à des défauts d'enregistrements.

Dans le cadre de l'étude « évaluation des maximums de crue sur l'île de Tahiti... », menée en 2003 par J.Danloux, les débits de crue de la Vaiiha estimés à partir d'une loi de Galton sont les suivants :

- débit décennal : 634 m³/s
- débit cinquantennal : 980 m³/s
- débit centennal : 1150 m³/s

Figure n°1 : Bassin versant de la Vaiiha



3.2. EVALUATION DES DEBITS DE PROJET

Différentes méthodes ont été utilisées pour calculer les débits de projet de la Vaiiha. 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=4 pour la Vaiiha)
- S est la superficie drainée en km²
 - P₀ 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 26mm,

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 un Gradex de 40mm** pour la Vaiiha.
- 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 porté 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 :

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

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

A : superficie du bassin versant en km².

C : coefficient de Craeger

Dans le cadre de l'étude de la Vaiiha, une approche statistique menée sur un échantillon de 25 années de débits annuels maximaux a été retenue.

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 Vaiiha, le coefficient de ruissellement décennal retenu est de 0.74. 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 Tc 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 Vaiiha 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	520	1042
Etude LTPP de 2003 J.Danloux)	Analyse statistique	634	1150
P STOLLSTEINER	Méthode rationnelle et gradex	657	951

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 dans l'étude LTPP de J.Danloux, basées sur une analyse statistique des débits de crue.

Ces évaluations conduisent à de forts débits spécifiques (de l'ordre de 35.5m³/s/km²) pour le débit centennal. Pour mémoire l'évaluation faite par IRD du débit de crue engendré par le cyclone Veena était de 880 m³/s.

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

Crue	Crue décennale	Crue centennale
Débit en m ³ /s	634	1150

Tableau 2 : Débits de projet de la Vaiiha

3.4. DEBIT DE LA PLUS FORTE CRUE CONNUE

Les recherches bibliographiques et les enquêtes de terrain ont permis de montrer que l'évènement le plus important observé sur le secteur d'étude est le cyclone Veena en avril 1983.

Le débit de cette crue correspondant à une hauteur de 4,16m à l'échelle limnimétrique (actuellement abandonnée) a été évalué à 880 m³/s.

3.5. HYDROGRAMMES DES CRUES DE PROJET

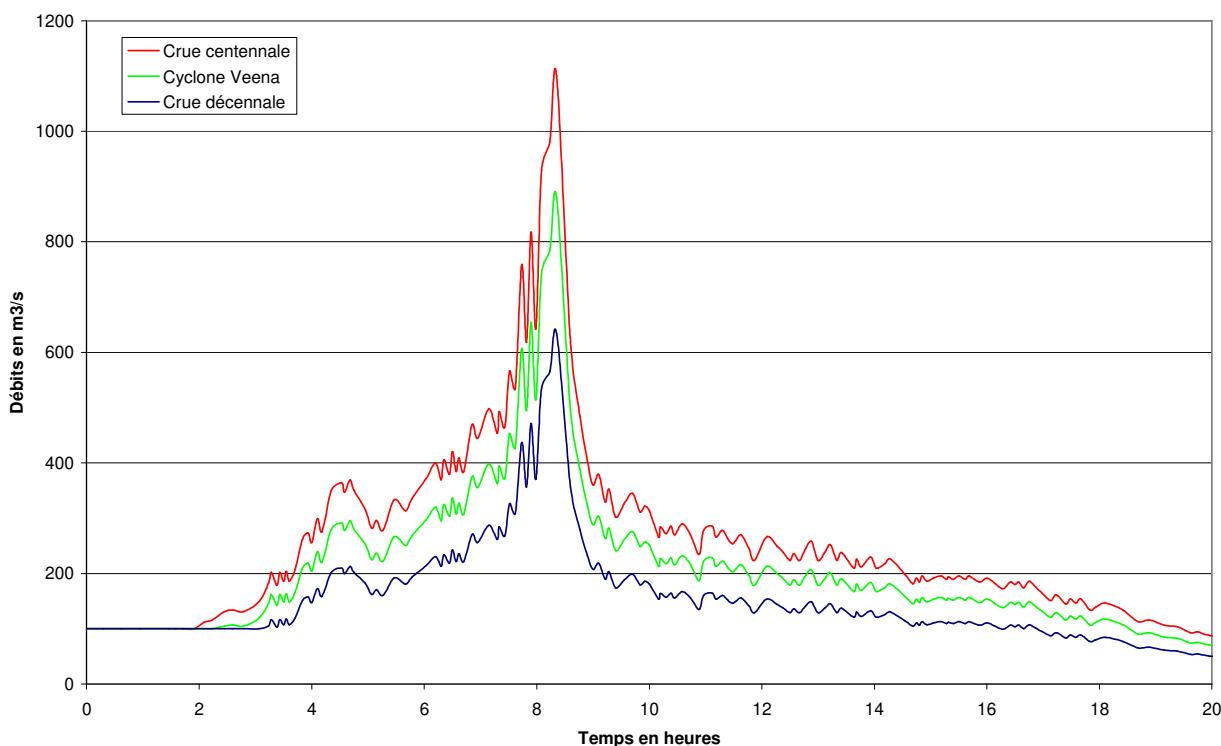
Les hydrogrammes des crues décennale et centennale de la Vaiiha ont été définis à partir des hydrogrammes de la crue observée sur la Papenoo du 11 au 14 avril 1983 (Cyclone VEENA) par affinité du rapport du débit de projet de la Vaiiha et du débit maximal observé sur la Papenoo.

Le bassin versant de la Vaiiha vers lesquels s'effectue le transfert a une superficie (32.4 km²) inférieure à celle du bassin de référence (79.7 km²). Or, si la forme des hydrogrammes est surtout liée à la durée de la pluie, la taille du bassin versant influe notamment en début et fin de crue.

La comparaison d'hydrogrammes de crue relevés simultanément sur des bassins versants proches, de même orientation mais de superficies drainées différentes, aurait permis de vérifier s'il y a lieu ou non d'effectuer une correction sur la durée des crues observées sur un bassin versant lors du transfert vers un plus petit bassin versant. Or les données disponibles ne permettent pas cette comparaison.

Compte tenu des temps très courts de réponse et de décrue des bassins versants étudiés comparés aux durées des crues observées, il sera fait l'hypothèse que la probable surévaluation des volumes de crue liée au transfert d'hydrogrammes a une incidence négligeable sur les lignes d'eau.

Hydrogrammes des crues décennales et centennales de la Vaiiha



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,...).

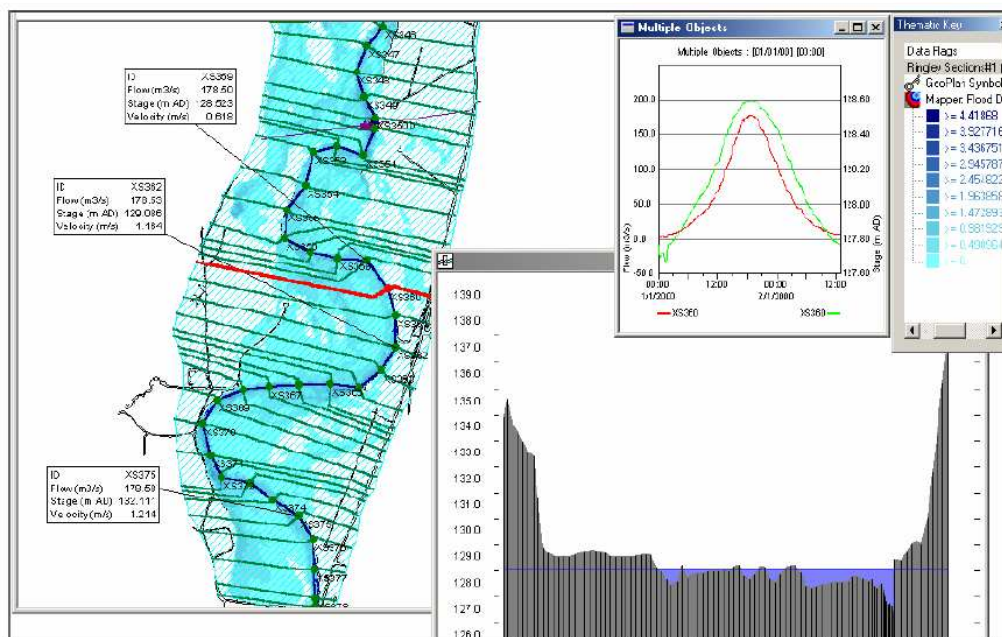
Z	cote de la surface libre
Q	débit
a	apport ou perte au m ²
x	abscisse
S	section mouillée
J	gradient de charge hydraulique

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



Résultats : zones inondables, profil, graphes

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	634 m ³ /s	0 m NGT
Crue centennale	1150 m ³ /s	1 m NGT
Cyclone Veena	880 m ³ /s	0.3 m NGT

Tableau 3 : Conditions aux limites du modèle

Une surcote marine de 30 cm a été enregistrée lors du passage du cyclone Veena à Papeete. Par manque d'information plus précise sur les niveaux marins au droit de la Vaiiha lors de cet événement, un niveau de 0.30 m NGT est imposé en aval du modèle hydraulique pour représenter la condition limite aval lors du cyclone Veena.

4.2. 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 :

- 19 à 29 en lit mineur.
- 8 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).

Secteurs	n0	n1	n2	n3	n4	m5	n	K
Amont (P10-P20)	0.028	0.005	0.005	0.005	0.01	1	0.053	19
Médian (P20-P30)	0.024	0.005	0.005	0	0.005	1	0.039	26
Aval (P30-P37)	0.024	0.005	0	0	0.005	1	0.034	29

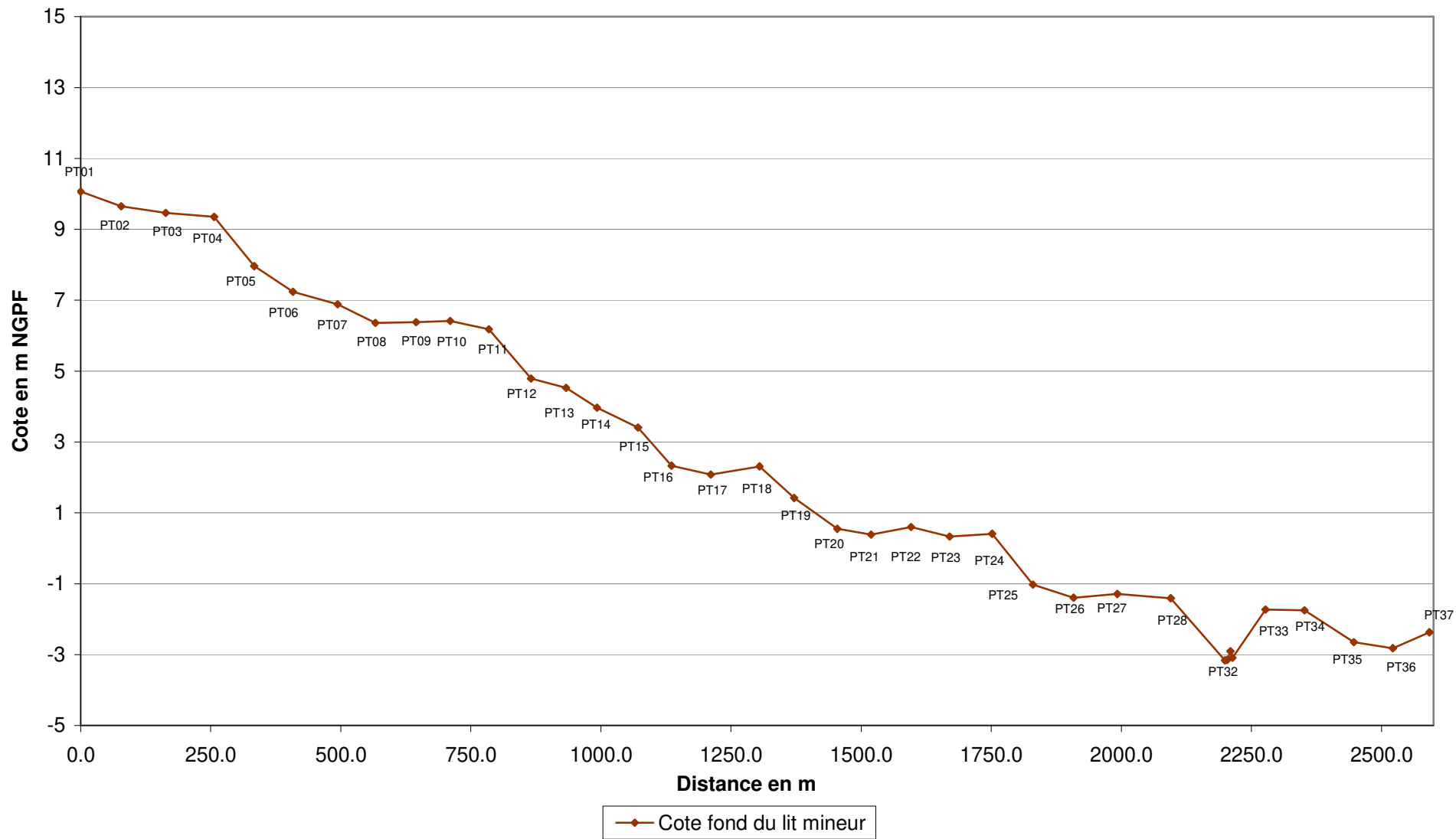
4.3. PROFIL EN LONG DU LIT MINEUR

Le profil en long du lit mineur est présenté sur la figure n°3. Sur le secteur aval entre le profil P24 et le profil P37, soit sur près de 800m, le fond de la rivière est situé sous le 0mNGPF, et donc sous l'emprise de l'influence du niveau marin.

Sur le secteur amont, du profil P24 au profil P1, la pente moyenne est de 0.55%, avec une alternance de rupture de pentes marquées. Il n'a pas pu être vérifié la présence d'affleurements rocheux pouvant expliquer les ruptures du profil en long observées.

Sur l'ensemble du linéaire la pente est de 0.45%.

Figure n°3: Profil en long du lit mineur



4.4. 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 du pont de la RT.
- La crue engendrée par le cyclone Veena

Les résultats de la modélisation sont donnés en **annexe 2**. Ils intègrent, pour les quatre 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.

4.4.1. Mécanismes d'écoulement en crue centennale

Vallée amont (profils P1 à P21)

Les écoulements en crue sur ce secteur inhabité s'étendent sur l'ensemble du lit majeur.

Les premiers débordements apparaissent en rive gauche sur le profil 1 à partir d'un débit de l'ordre de 120m³/s (très inférieur au débit décennal) et s'écoulent dans le lit majeur jusqu'au profil 16 où les eaux reviennent dans le lit mineur. Dans le lit majeur les vitesses sont fortes, de l'ordre de 1m/s.

En rive droite, les débordements apparaissent dès le profil 2, inondent largement le lit majeur jusqu'au profil P20 où le relief de la plaine inondable dirige les écoulements vers le lit mineur. En amont du profil 11 les vitesses en lit majeur sont de l'ordre de 1m/s, à l'aval, où les écoulements s'étendent plus largement, les vitesses sont plus faibles entre 0.5m/s et 1m/s.

Dans le lit majeur, les vitesses sont de l'ordre de 3 à 4 m/s.

Les débordements en rive gauche et en rive droite génèrent des hauteurs supérieures à 1 m sur l'ensemble du secteur, et se traduisent par une zone d'aléa fort sur l'ensemble du secteur amont.

Secteur aval (profils P21 à P37)

Les débordements en rive gauche apparaissent dès le premier coude (P20) et génèrent des hauteurs d'eau importantes, supérieures à 1.2 m au niveau de la zone habitée entre les profils P26 et P28. Les vitesses sur le secteur restent faibles, généralement inférieures à 0.5m/s, les eaux étant notamment ralenties par la RT qui fait office d'obstacle à l'écoulement des eaux.

En amont de la route, le niveau d'eau s'élève jusqu'à la cote 4.1mNGPF. La route est submergée sur la quasi-totalité de son linéaire avec plus d'1m de hauteur de submersion à son point le plus bas, juste à côté des habitations situées à l'aval de la RT.

Sans embâcle au niveau de l'ouvrage de franchissement et compte tenu des débordements amont, l'ouvrage n'est pas submergé en crue centennale, mais en limite de débordement (cote de crue 4.1mNGPF au niveau de la route qui s'élève à 4.18mNGPF).

Le débit de débordement en rive gauche est de l'ordre de 300m³/s. En aval immédiat de la route, ces débordements provoquent la submersion de la route et inondent une grande partie du secteur aval. Les habitations localisées immédiatement en rive gauche du cours d'eau sont situées à une altitude de l'ordre de 3mNGPF. Les hauteurs de submersion sur ce secteur sont de l'ordre de 30 cm

Les habitations situées plus au nord, sont plus basses, entre 2 m NGPF et 2.5mNGPF. Les hauteurs de submersion sont, sur ce secteur, supérieures à 50 cm. Les vitesses restent inférieures à 0.5m/s.

Juste au nord des dernières habitations le niveau d'eau est plus élevé avec des hauteurs de submersion pouvant atteindre 2 m et des débits importants, du fait des écoulements se localisant au droit du point bas de la route.

Le secteur urbanisé à l'aval de la RT se trouve donc isolé en crue, entre la rivière et la submersion de la route. Une évacuation préventive des habitants se trouvant sur ce secteur est donc nécessaire face au risque d'isolement.

Sur le secteur aval, la rive gauche est classée en aléa faible à fort en fonction des hauteurs d'eau.

La zone située au nord de ce secteur est classée en aléa faible, cependant, un cours d'eau dont le bassin versant s'étend sur une surface de 1km² (cf. carte du bassin versant) a pour exutoire ce secteur au niveau de la route. Cet affluent peut entraîner localement des zones d'aléa plus fort.

4.4.2. Mécanismes d'écoulement en crue décennale

Sur le secteur amont les débordements se produisent pour une crue décennale dès le profil 1 pour la rive gauche et dès le profil 2 pour la rive droite. Ces débordements se traduisent par une zone d'aléa très fort jusqu'au profil 17. En aval du profil 17, les hauteurs d'eau en rive droite s'élèvent entre 0.5m et 1m (aléa fort).

Sur la partie aval, les débordements en rive gauche apparaissent à partir du profil 23. Ces débordements entraînent sur une grande partie du secteur une zone d'aléa forte du fait de hauteurs d'eau supérieures à 1m.

Les débordements coupent la RT sur un linéaire de 300m. Le pont est en charge. Seule la partie au niveau et à proximité du pont n'est pas submergée. A l'aval de la route, la rive gauche est située en aléa faible à moyen, et ponctuellement en aléa fort sur une zone correspondant au tracé d'un ancien bras.

4.4.3. Prise en compte du risque d'embâcles

Une simulation a été réalisée en crue centennale en prenant en compte une obstruction de moitié de la section d'écoulement de l'ouvrage de franchissement de la RT.

Cette obstruction accentue les débordements en rive gauche, avec un impact sur les niveaux d'eau dès le profil 19. La zone inondée est plus étendue en surface avec des hauteurs d'eau pouvant augmenter jusqu'à 50 cm. Sur la route le niveau d'eau est de 4.5mNGPF. Le pont est alors submergé. En aval immédiat du pont, les habitations sont inondées avec des hauteurs d'eau inférieures à 1m, se traduisant par un aléa moyen.

Plus au nord, le secteur habité se situe en aléa fort du fait de l'augmentation du niveau d'eau.

4.4.4. Mécanisme d'écoulement pour le cyclone Veena

Sur le secteur amont les débordements se produisent dès le profil 1 pour la rive gauche et dès le profil 2 pour la rive droite.

Sur la partie aval, les débordements en rive gauche apparaissent à partir du profil 21. Le niveau d'eau sur la route est inférieur à 3.8mNGPF.

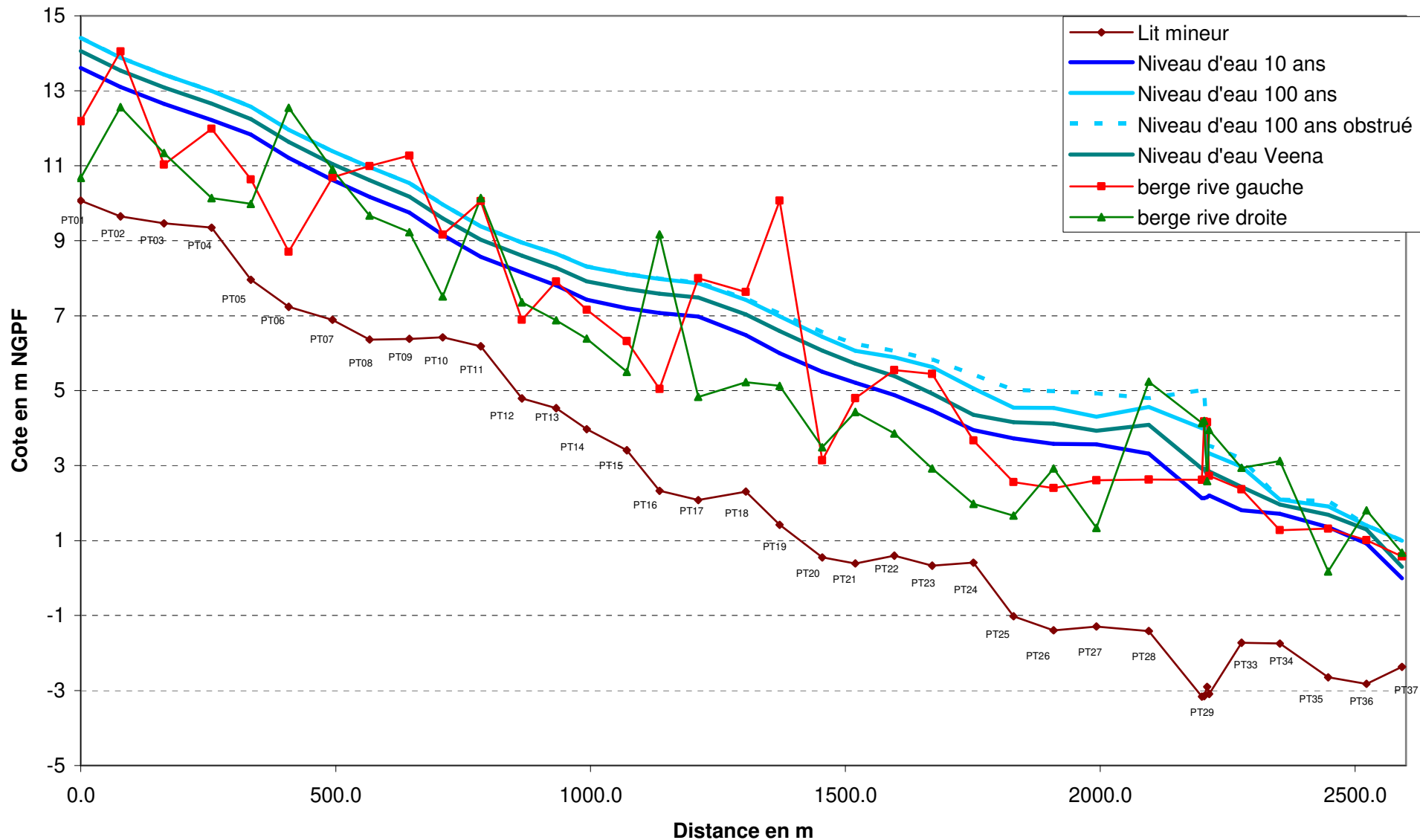
L'eau surverse sur la route sur un linéaire supérieur à 300m. En aval de la route on observe une zone inondable qui s'étend sur l'ensemble du secteur compris entre la mer et la route avec des hauteurs d'eau généralement inférieures à 1m.

4.4.5. Débits de premier débordement

Profils	Débit de premier débordement (m ³ /s)	
	Rive gauche	Rive droite
P01	120	
P02		220
P03	65	110
P04	275	120
P05	165	75
P06	110	650
P07	480	540
P08	540	200
P09		220
P10	560	50
P11		
P12	160	230
P13	415	240
P14	370	230
P15	230	1230
P16	120	
P17		210
P18		230
P19		260
P20		260

Profils	Débit de premier débordement (m ³ /s)	
	Rive gauche	Rive droite
P21		260
P22	600	260
P23	750	200
P24	450	150
P25	220	140
P26	260	
P27	325	
P28	410	
P29	550	
P30	ouvrage en charge à partir de 520 m ³ /s	
P31		
P32	610	
P33	650	
P34	360	
P35	440	
P36	190	
P37		

Figure n°4: Lignes d'eau pour les différentes crues simulées



4.5. CARTOGRAPHIE DE L'ALEA

4.5.1. 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'aléa inondation de la crue centennale en tenant compte du risque d'embâcles
- CARTE 4 : CYCLONE VEENA : cartographie de l'enveloppe d'inondation

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.

4.5.2. 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 10 m de large en bordure de lit mineur a été ajoutée à la cartographie finale en amont du pont de la RT.
- Une bande d'aléa très fort de 5 m de large en bordure de lit mineur a été ajoutée à la cartographie finale en aval du pont de la RT.

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

Etant donné l'importance des débits de crue de la rivière, le secteur aval, en cours d'urbanisation, est particulièrement difficile à protéger. Deux scénarios de protection sont étudiés :

- Scénario 1 : protection globale de la rive gauche de la Vaiiha entre les profils P20 et P37, contre un évènement de période de retour 100 ans.
- Scénario 2 : protection locale des zones habitées existantes.

5.1.1. Scénario 1 : protection globale de la rive gauche

Ce scénario prend en compte la globalité du risque inondation de la plaine aval. Les protections doivent englober le premier méandre de la Vaiiha pour éviter les risques de contournement de la protection par l'amont.

Il est proposé :

La mise en place d'une digue de protection éloignée du lit mineur entre les profils P21 et le pont de la RT.

Cet ouvrage permettra de préserver une emprise pour le libre écoulement des eaux nécessaire à la dispersion de l'énergie cinétique de la rivière. Le positionnement d'un endiguement éloigné du lit mineur permettra de plus de diminuer la vulnérabilité de l'ouvrage (vitesses d'écoulement plus faibles en pied d'ouvrage) en préservant la qualité du milieu naturel.

L'ouvrage de protection sera renforcé entre les profils P20 et P23 pour bloquer les évolutions du méandre.

- Linéaire : 680m
- Hauteur moyenne : 3 à 3.50m
- Protection coté rivière par enrochements libres posés en deux couches sur filtre géotextile,
- Pente de talus 2/1,
- Largeur en crête : 3m,

Cette digue permet de préserver une bande pour le libre écoulement de largeur moyenne 30 à 80m entre le lit mineur et le pied de la future digue.

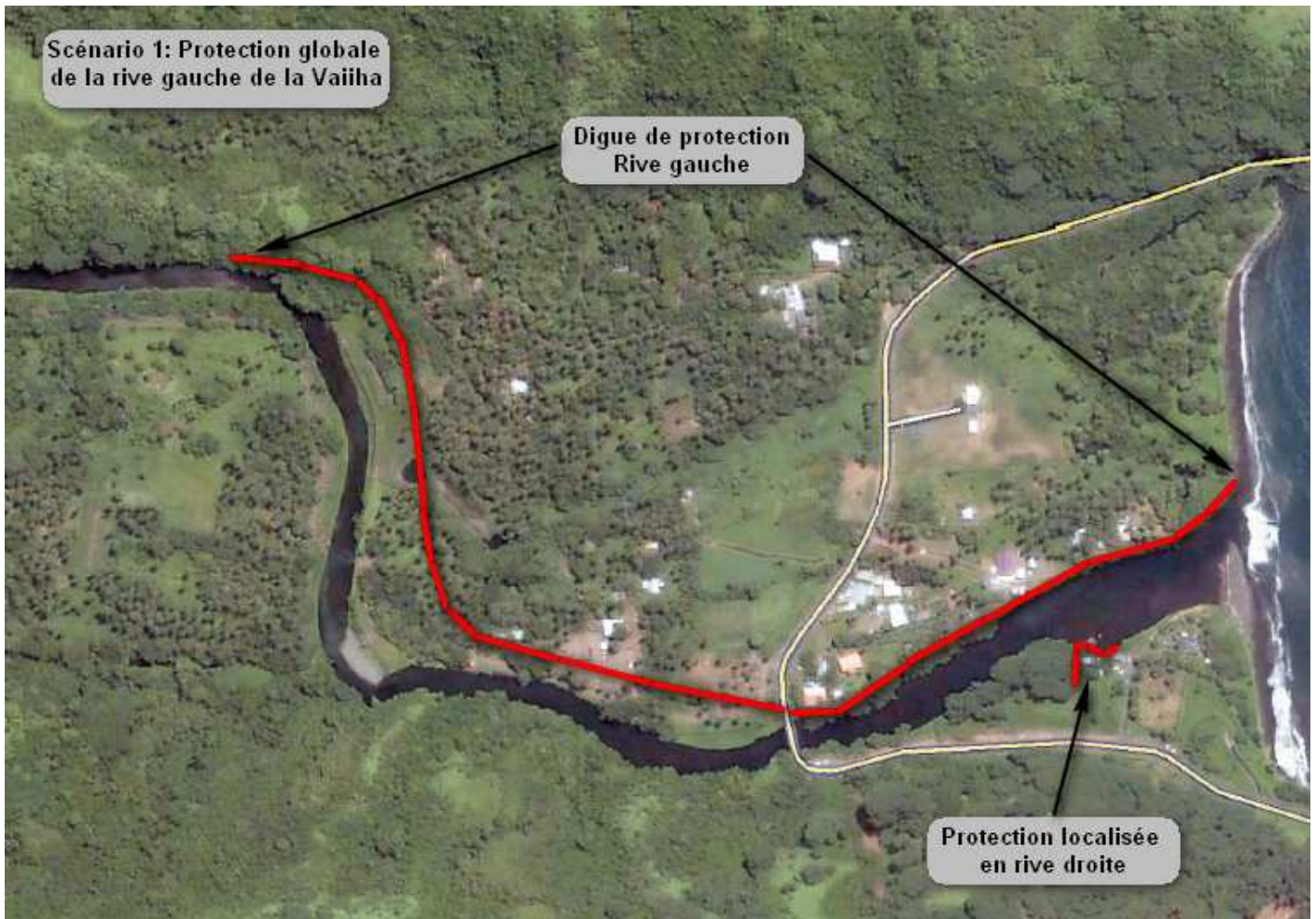
La mise en place d'une digue de protection rapprochée a l'aval du pont de la RT jusqu'à l'embouchure.

- Linéaire 400m
- Hauteur moyenne 1.5 à 2m,
- Protection coté rivière par enrochements libres posés en deux couches sur filtre géotextile,
- Pente du talus 2/1,
- Largeur en crête : 3m,

Cette digue devra être remplacée par un mur de soutènement sur les secteurs où l'emprise foncière n'est pas disponible, en particulier à l'aval immédiat du pont où de nouvelles constructions se situent à proximité immédiate de la berge.

La protection d'une habitation isolée en rive droite

Du fait de sa faible urbanisation les problèmes sur la rive droite sont moins importants qu'en rive gauche. Il est proposé une protection rapprochée de l'habitation située en rive droite de la rivière. Cette habitation se situe en limite de zone inondable, les travaux d'aménagement intègrent la mise en place d'un merlon de protection ceinturant l'habitation.



Le redimensionnement du pont de la RT :

Le dimensionnement du nouvel ouvrage de franchissement devra faire l'objet d'une étude spécifique. La section minimale de passage au droit du franchissement devrait être portée à 300m² pour le passage de la crue centennale, la section actuelle étant de 145m².

5.1.2. Scénario 2 : protection locale des zones habitées existantes.

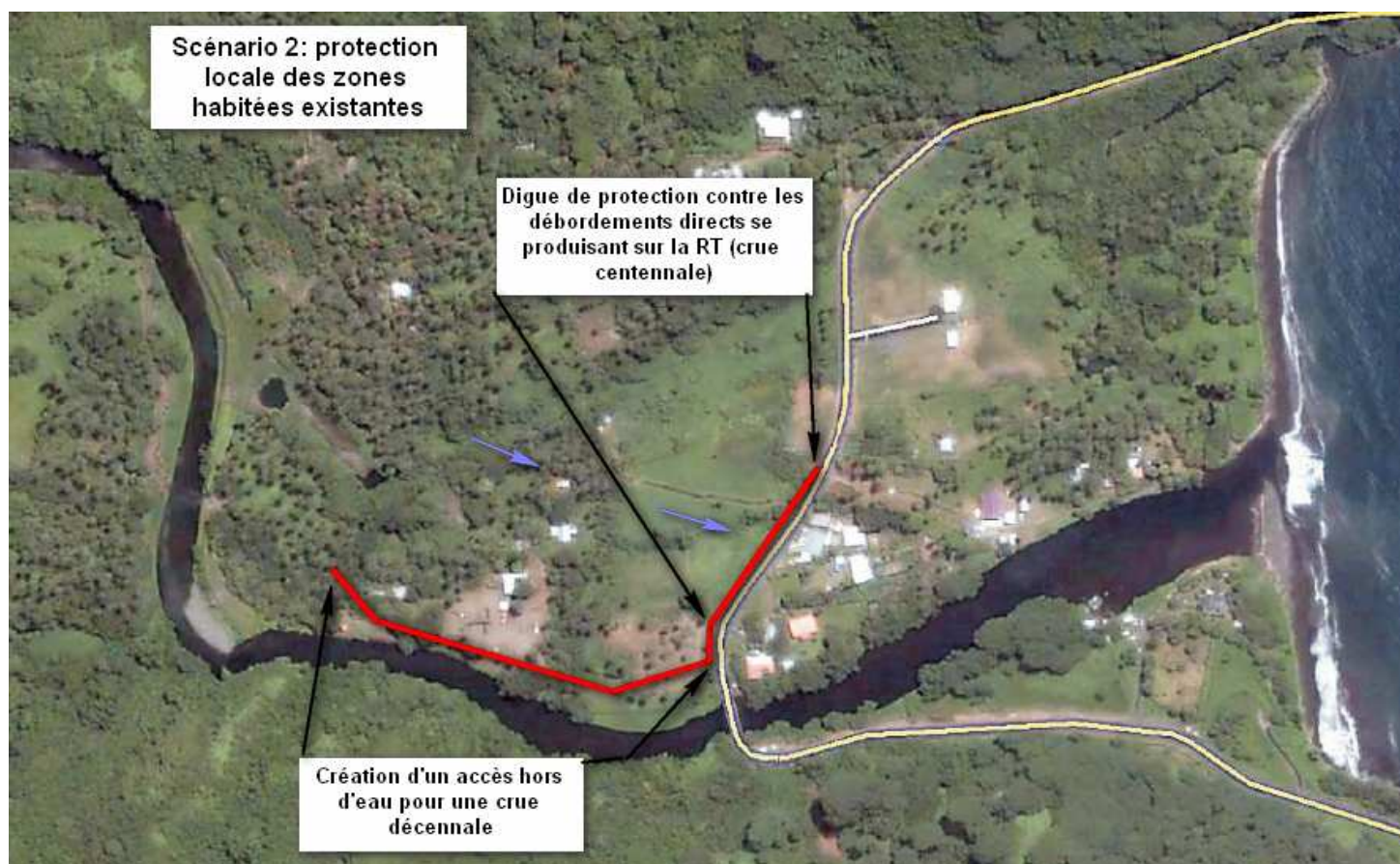
Les travaux proposés ne permettent pas de résoudre les problèmes d'inondation existants, ils ont pour objet :

- **Pour les habitations situées en amont de la RT**, de faciliter l'évacuation des habitations existantes, par la création d'un accès hors d'eau jusqu'à la RT pour une crue décennale. Cet ouvrage de type digue pourra être établi sur l'emprise du chemin de desserte existant. Pour un événement décennal sa hauteur moyenne par rapport au terrain naturel est de 2m.
- **Pour les habitations situées en aval de la RT**, de diminuer l'intensité du risque inondation par la mise en place d'une digue limitant l'inondation directe par les débordements se produisant sur la RT. Cet ouvrage est calé pour une crue centennale. Le calage de cet ouvrage devra être établi à partir d'un levé topographique spécifique.

Les caractéristiques de cet ouvrage sont les suivantes :

- Linéaire 400m
- Hauteur moyenne 1.5 à 2m,
- Protection coté rivière par enrochements libres posés en deux couches sur filtre géotextile,
- Pente du talus 2/1,
- Largeur en crête : 3m,

Ces aménagements ne permettent pas de protéger la totalité des habitations exposées sur le secteur d'étude.



5.1.3. Les travaux de confortement des ouvrages existants.

L'endigement existant entre les profils P21 et P23 devra faire l'objet d'un diagnostic sur sa tenue et sa capacité à résister aux affouillements. Cet endiguement est important car il contrôle les débordements sur toute la rive gauche de la rivière. En cas de ruine les débordements seront augmentés sur la rive gauche.

La protection de berge en enrochements existante en rive gauche en amont de la RT, devra faire l'objet d'un diagnostic sur sa tenue au risque d'affouillement. A l'heure actuelle une partie de cette protection est détruite au niveau de la propriété de Mme Bittman. Lors des reconnaissances de terrain, il n'a pas été identifié de parafouille en pied de protection. Etant donné les fortes vitesses mises en évidence sur le modèle mathématique (de l'ordre de 4m/s), ces protections risquent d'être emportées lors de fortes crues. La solution à mettre en œuvre consiste en la mise en place d'une parafouille en enrochements libres en pied de protections.

Un diagnostic particulier devra être fait sur la tenue de la pile centrale et des culées de l'ouvrage de franchissement de la RT, une fosse d'affouillement importante existe au droit de cette pile. Sa ruine pourrait entraîner la destruction complète de l'ouvrage.

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.

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 d'entretenir 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 de la faisabilité. En particulier les ouvrages d'endiguement devront être dimensionnés à partir d'essais géotechniques et d'une topographie détaillée des emprises des ouvrages.

Les tableaux suivants donnent un estimatif du coût financier des ces travaux, hors nouvel ouvrage de franchissement de la RT et ne tiennent pas compte du coût des acquisitions foncières.

Scénario 1 : protection globale de la rive gauche

Désignation	Unité	Quantitatif	Prix unitaire HT en FCFP	Prix HT en FCFP
Digue de protection éloignée (profils P21 à Pont RT)				
Remblais en matériaux argileux y compris clef d'ancrage, grillage anti fouisseur et nappage terre végétale	m ³	35500	3000	106500000
Enrochements liés (secteurs au contact du lit mineur)	m ³	300	12 000	3600000
Enrochements libres	m ³	11200	6 000	67200000
Géotextile	m ²	8900	1 500	13350000
Déblais (y compris évacuation)	m ³	12300	1500	18450000
Sous Total				209100000
Digue de protection rapprochée (Pont RT - Embouchure)				
Remblais en matériaux argileux y compris clef d'ancrage, grillage anti fouisseur et nappage terre végétale	m ³	10000	3000	30000000
Enrochements libres	m ³	11000	6 000	66000000
Géotextile	m ²	7200	1 500	10800000
Déblais (y compris évacuation)	m ³	14000	1500	21000000
Sous Total				127800000
Total général				336900000
Divers et aléa 20%				67380000
TOTAL arrondi				404280000

Scénario 2 : protection locale des zones habitées existantes

Désignation	Unité	Quantitatif	Prix unitaire HT en FCFP	Prix HT en FCFP
Digue de protection éloignée (profils P21 à Pont RT)				
Remblais en matériaux argileux y compris clef d'ancrage, grillage anti fouisseur et nappage terre végétale	m ³	10000	3000	30000000
Enrochements libres	m ³	4400	6 000	26400000
Géotextile	m ²	3000	1 500	4500000
Déblais (y compris évacuation)	m ³	4400	1500	6600000
Total général				67500000
Divers et aléa 20%				13500000
TOTAL arrondi				81000000

ANNEXES

Annexe 1
Localisation des photo

Riviere Vaiha
 Hitiaa O Te ra, Hitia PK44, linéaire 2,5km
 localisation des prises de vues

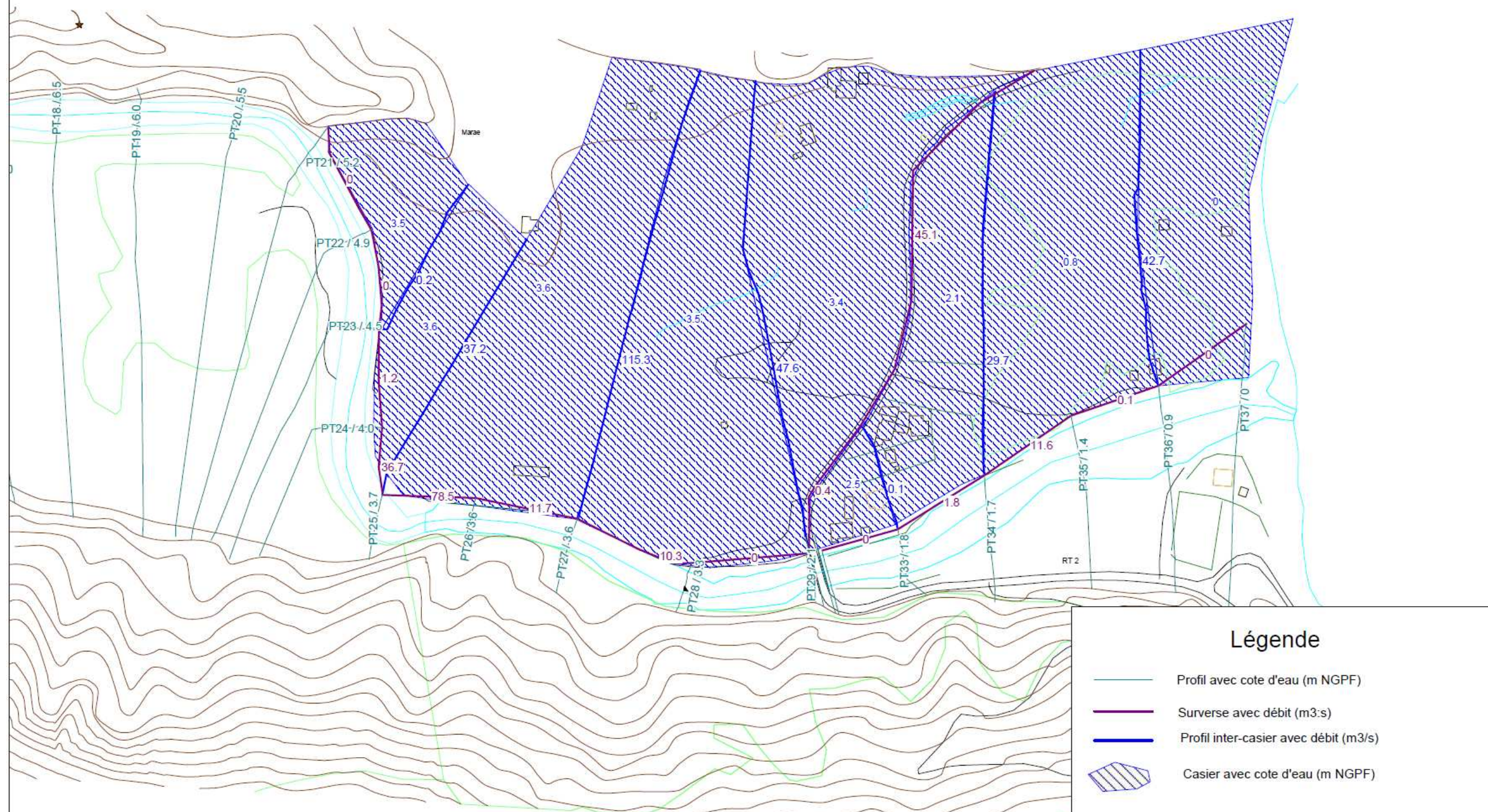


Légende :

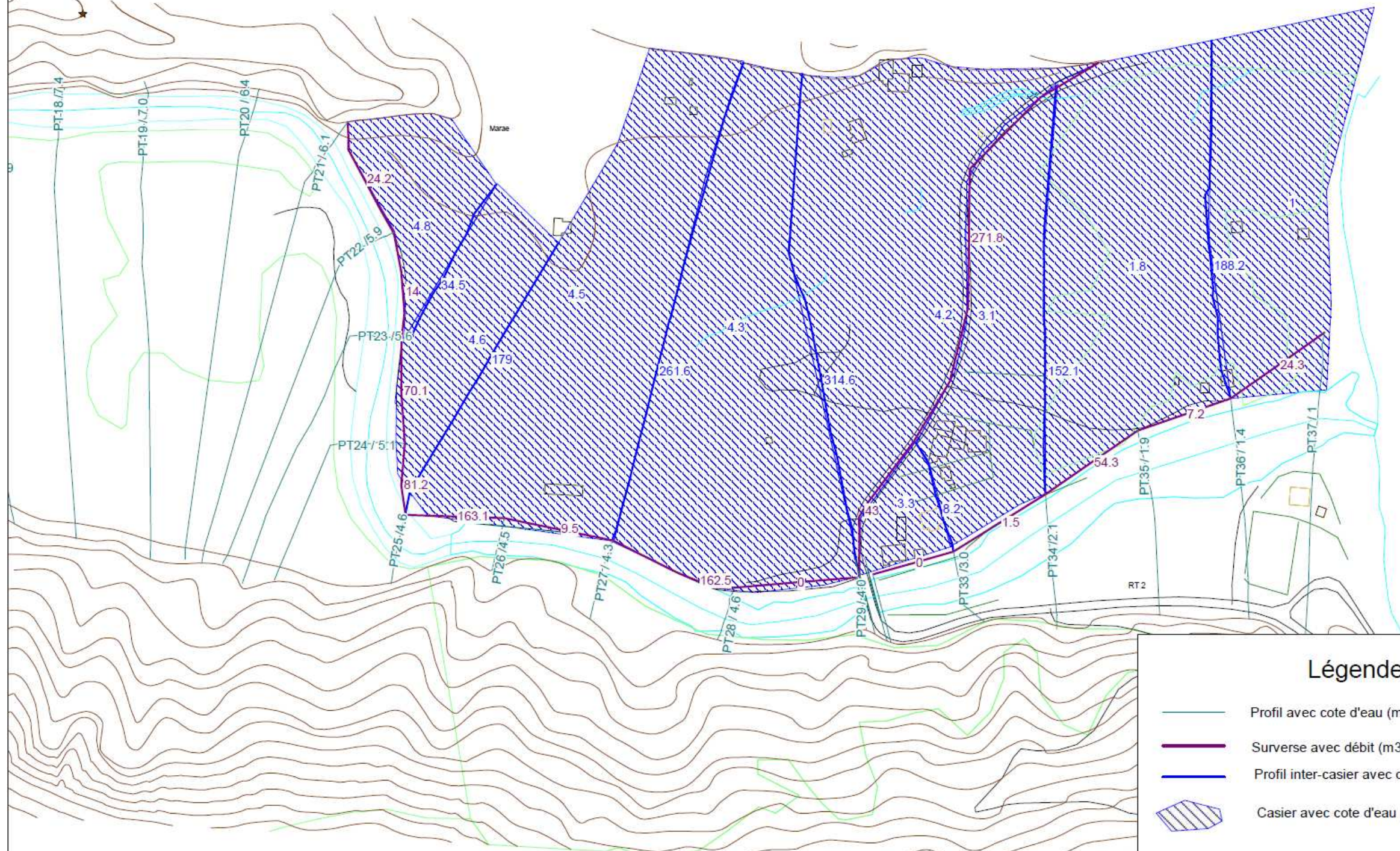
- 10 Localisation des prises de vues
- Limite de la zone d'étude

Annexe 2
Construction et résultats de la modélisation Infoworks





Visualisation des résultats de la modélisation à l'aval de la Vaiiha pour la crue décennale



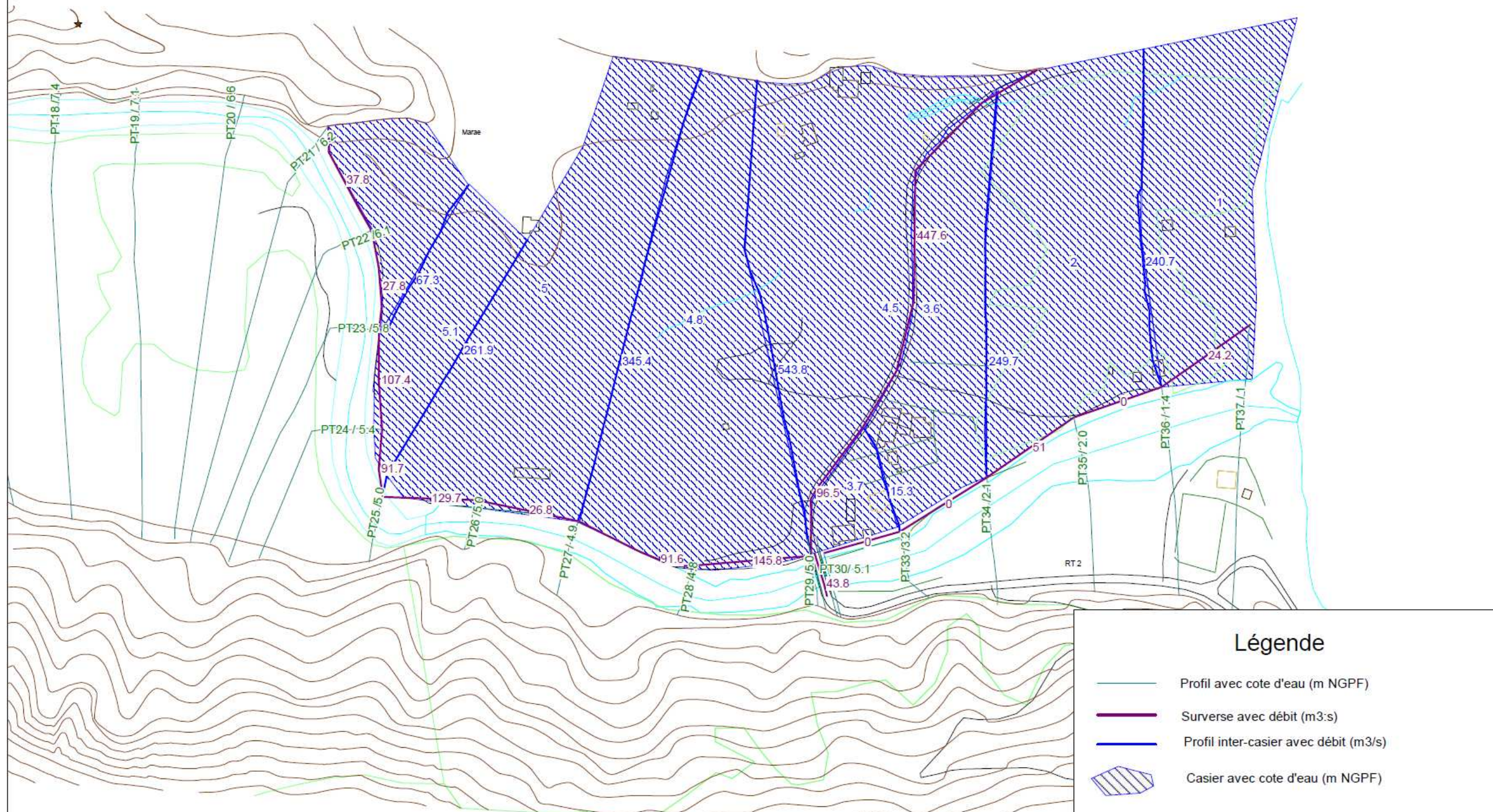
Visualisation des résultats de la modélisation à l'aval de la Vaiiha pour la crue centennale



Légende

-  Profil avec cote d'eau (m NGPF)
-  Surverse avec débit (m³/s)
-  Profil inter-casier avec débit (m³/s)
-  Casier avec cote d'eau (m NGPF)

Visualisation des résultats de la modélisation à l'aval de la Vaiiha pour la crue centennale avec ouvrage obstrué



Profils	Z_Fe en m NGPF	Crue décennale				Crue centennale				Crue centennale ouvrage obstrué				Cyclone Veena			
		Cote (m NGPF)	Vitesse rive gauche (m/s)	Vitesse lit mineur (m/s)	Vitesse rive droite (m/s)	Cote (m NGPF)	Vitesse rive gauche (m/s)	Vitesse lit mineur (m/s)	Vitesse rive droite (m/s)	Cote (m NGPF)	Vitesse rive gauche (m/s)	Vitesse lit mineur (m/s)	Vitesse rive droite (m/s)	Cote (m NGPF)	Vitesse rive gauche (m/s)	Vitesse lit mineur (m/s)	Vitesse rive droite (m/s)
PT01	10.1	13.6	0.9	3.0	1.2	14.4	1.2	3.5	1.5	14.4	1.2	3.5	1.5	14.1	1.1	3.3	1.4
PT02	9.7	13.1	1.0	3.2	0.8	13.9	1.4	3.6	1.2	13.9	1.4	3.6	1.2	13.5	1.2	3.4	1.1
PT03	9.5	12.7	0.9	2.6	1.0	13.4	1.2	3.1	1.2	13.4	1.2	3.1	1.2	13.1	1.1	2.8	1.1
PT04	9.4	12.2	0.9	2.4	1.1	13.0	1.2	2.9	1.4	13.0	1.2	2.9	1.4	12.7	1.1	2.7	1.3
PT05	8.0	11.8	0.7	2.7	0.8	12.6	1.0	3.2	1.0	12.6	1.0	3.2	1.0	12.2	0.9	3.0	0.9
PT06	7.2	11.2	1.1	3.1	0.9	12.0	1.4	3.7	1.0	12.0	1.4	3.7	1.0	11.6	1.3	3.4	1.0
PT07	6.9	10.6	0.7	2.6	1.0	11.4	1.0	3.1	1.2	11.4	1.0	3.1	1.2	11.0	0.8	2.9	1.1
PT08	6.4	10.2	0.8	2.6	1.1	11.0	1.0	3.0	1.4	11.0	1.0	3.0	1.4	10.6	0.9	2.9	1.2
PT09	6.4	9.7	0.9	2.2	1.0	10.5	1.2	2.8	1.3	10.5	1.2	2.8	1.3	10.2	1.1	2.6	1.2
PT10	6.4	9.2	1.3	3.1	1.5	10.0	1.6	3.5	1.4	10.0	1.6	3.5	1.4	9.6	1.5	3.3	1.6
PT11	6.2	8.6	0.6	2.4		9.4	0.9	2.9		9.4	0.9	2.9	0.0	9.0	0.8	2.7	0.0
PT12	4.8	8.2	0.6	2.4/2.5	0.5	9.0	0.9	3.0 / 3.2	0.7	9.0	0.9	3.0 / 3.2	0.7	8.6	0.8	2.7 / 2.9	0.6
PT13	4.5	7.8	0.7	2.4/2.8	0.6	8.7	1.0	2.7 / 3.1	0.8	8.7	1.0	2.7 / 3.1	0.8	8.3	0.9	2.5 / 3	0.7
PT14	4.0	7.4	0.8	3.0/3.3	0.7	8.3	1.0	3.4 / 3.7	0.9	8.3	1.0	3.4 / 3.7	0.9	7.9	0.9	3.2 / 3.5	0.8
PT15	3.4	7.2	0.5	1.7	0.5	8.1	0.7	2.1	0.7	8.1	0.7	2.1	0.6	7.7	0.6	1.9	0.6
PT16	2.3	7.1	0.5	1.8	0.5	8.0	0.7	2.2	0.7	8.0	0.7	2.2	0.7	7.6	0.6	2.0	0.7
PT17	2.1	7.0		1.7	0.5	7.9		2.1	0.7	7.9		2.1	0.7	7.5		1.9	0.6
PT18	2.3	6.5		3.3	0.6	7.4		3.7	0.9	7.5		3.7	0.9	7.0		3.5	0.7
PT19	1.4	6.0		3.6	0.6	7.0		4.0	0.9	7.1		3.8	0.9	6.6		3.8	0.8
PT20	0.6	5.5	0.4	4.7	0.5	6.4	0.6	6.2	0.7	6.6	0.6	5.9	0.7	6.1	0.5	5.6	0.5
PT21	0.4	5.2		3.5	0.5	6.1	0.3	4.4	0.6	6.2	0.3	4.1	0.6	5.7	0.2	4.1	0.4
PT22	0.6	4.9		4.3	0.6	5.9		4.5	1.0	6.1		3.9	0.9	5.4		4.4	0.9
PT23	0.3	4.5		4.4	0.7	5.6		5.4	1.0	5.8		4.1	0.9	4.9		5.0	0.9
PT24	0.4	4.0		4.4	0.5	5.1		5.5	0.9	5.4		3.9	0.7	4.3		5.3	0.7
PT25	-1.0	3.7		3.4	0.6	4.5		4.7	0.9	5.0		3.7	0.7	4.2		4.2	0.7
PT26	-1.4	3.6		3.4	0.2	4.5		4.2	0.3	5.0		3.4	0.3	4.1		3.9	0.3
PT27	-1.3	3.6		3.3	0.6	4.3		4.7	1.0	4.9		3.6	0.8	3.9		4.2	0.8
PT28	-1.4	3.3		2.8		4.6		2.9		4.8		2.7		4.1		2.7	
PT29	-3.2	2.1		4.3		4.0		3.6		5.0		2.1		2.9		4.5	
PT30	-3.2	2.3		3.7		4.1		3.4		5.1	0.2	2.0		2.9		4.0	
PT31	-2.9	2.2		3.9		3.2		4.2		3.5		2.9		2.8		4.5	
PT32	-3.1	2.2		3.8		3.3		3.7		3.5		2.6		2.8		4.0	
PT33	-1.7	1.8		4.2		3.0		3.8		3.2		3.0		2.4		4.4	
PT34	-1.8	1.7		3.2		2.1		4.3		2.1		4.1		2.0		4.0	
PT35	-2.7	1.4		3.5	0.5	1.9		4.1	0.6	2.1		3.8	0.6	1.7		4.1	0.6
PT36	-2.8	0.9		3.6		1.4		4.2		1.4		4.3		1.3		3.9	
PT37	-2.4	0.0		5.3		1.0		3.8		1.0		3.9		0.3		5.5	

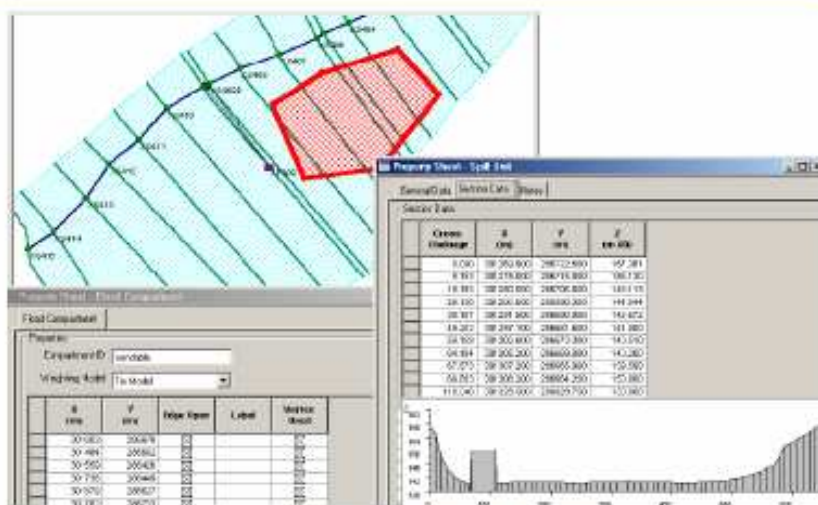
Cote du casier en m NGPF				
	Crue décennale	Crue centennale	Crue décennale - ouvrage obstrué	Cyclone Veena
casier1	3.5	4.8	5.3	4.1
casier2	3.6	4.6	5.1	4.1
casier3	3.6	4.5	5.0	4.1
casier4	3.4	4.3	4.8	3.9
casier5	3.4	4.1	4.5	3.8
casier6	2.5	3.3	3.7	2.9
casier7	2.1	3.1	3.6	2.7
casier8	0.7	1.8	2.0	1.4
casier9	0.0	1.0	1.0	0.3

Débit entre profil inter-casier (m3/s)				
	Crue décennale	Crue centennale	Crue décennale - ouvrage obstrué	Cyclone Veena
cas1-cas2	0.2	34.5	67.3	2.0
cas2-cas3	37.2	179.0	261.9	77.7
cas3-cas4	115.3	261.6	345.4	171.5
cas4-cas5	47.6	314.6	543.8	173.5
cas6-cas7	0.0	8.2	15.3	2.1
cas7-cas8	29.7	152.1	249.7	87.7
cas8-9	42.7	188.2	240.7	127.2

Débit par surverse (m3/s)				
	Crue décennale	Crue centennale	Crue décennale - ouvrage obstrué	Cyclone Veena
cas5-cas6	0.4	43.0	96.5	15.7
cas6-cas8	45.1	271.8	447.6	158.7
Spill1	0.0	24.2	37.8	0.8
spill1-2	0.0	14.0	27.8	0.0
spill2-1	1.2	70.1	107.4	12.2
spill2-2	36.7	81.2	91.7	64.9
spill3-1	78.5	163.1	129.7	131.9
spill3-2	11.7	9.5	26.8	9.2
spill4-1	10.3	162.5	91.6	124.4
spill4-2	0.0	0.0	145.8	0.0
spill6-1	0.0	0.0	0.0	0.0
spill7-1	1.8	1.5	0.0	1.7
spill8-1	11.5	54.3	51.1	36.0
spill8-2	0.1	7.2	0.0	8.0
spill8-3	0.0	24.3	24.2	2.9
pont			43.8	

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

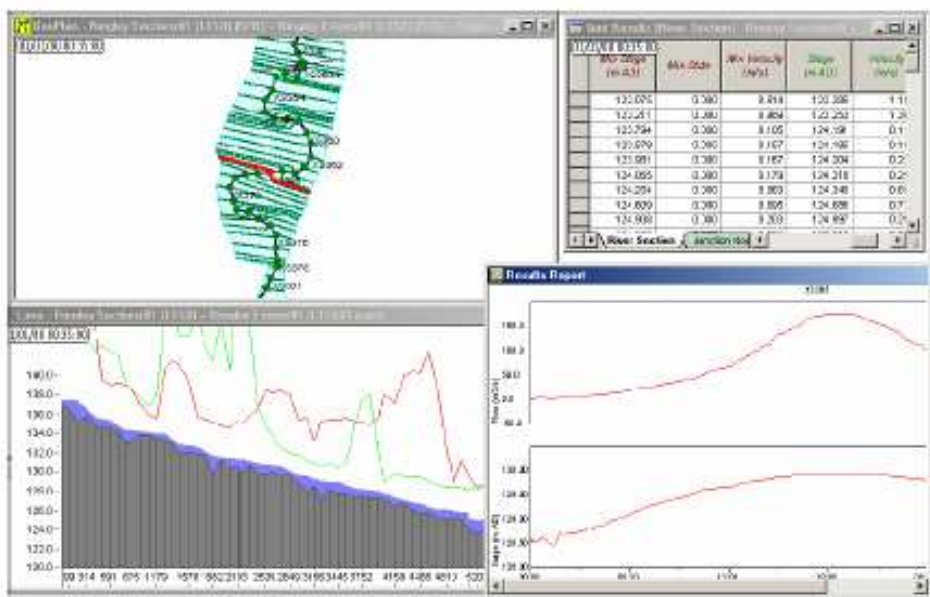
Moteur de calcul

- 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 :

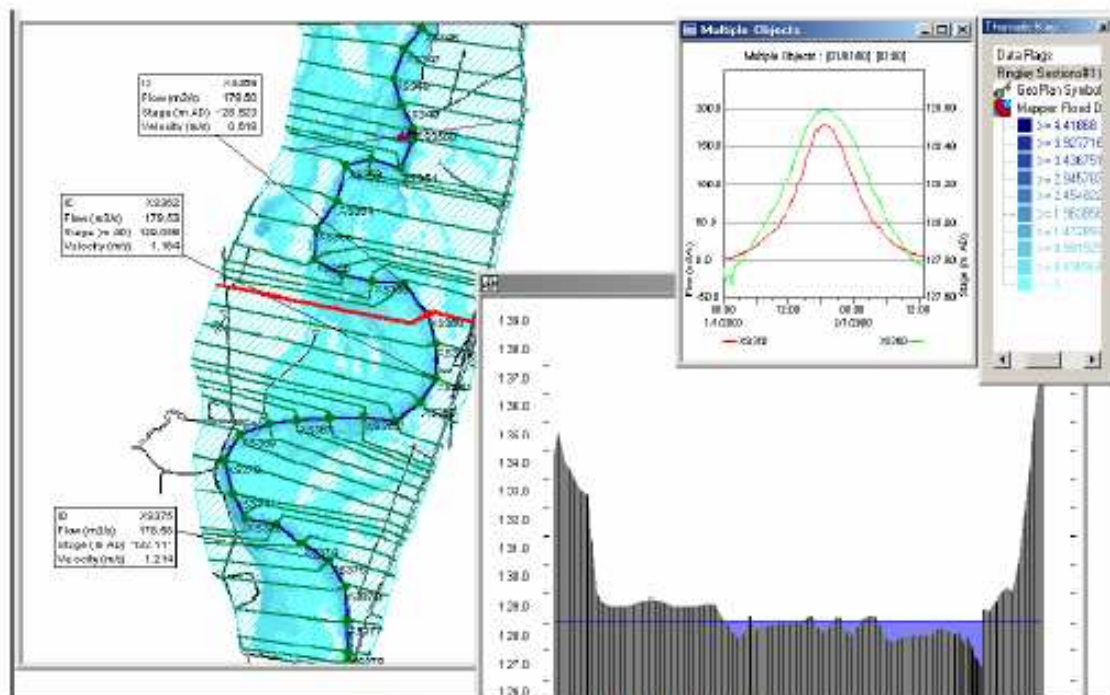
- Importation des modèles existants sous ISIS 2.0®.
- Importation au format CSV.
- Importation de bassins et polygones de stockage de MapInfo® et ArcView®.
- Exportation des données et résultats de simulation vers MapInfo® et ArcView®.
- Exporte les modèles vers ISIS 2.0®.

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