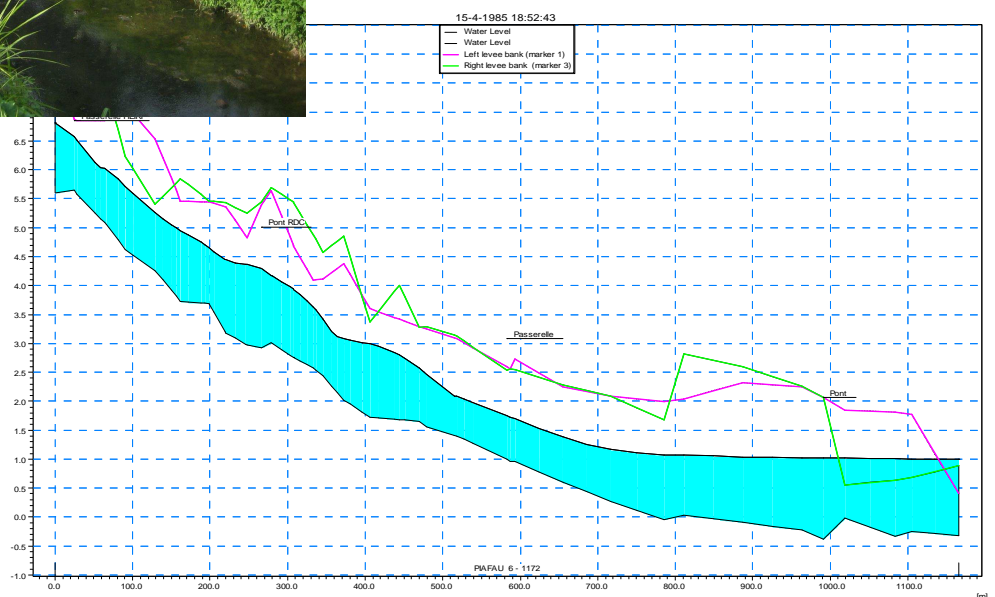




Ministère de l'ÉQUIPEMENT et de  
l'URBANISME, chargé des PORTS et des  
AÉROPORTS

## DIAGNOSTIC HYDRAULIQUE DU LIT MINEUR DE LA PIAFAU



Affaire n°1150 08 EP  
Août 2009

<b>SOMMAIRE</b>
-----------------

<b>SOMMAIRE .....</b>	<b>1</b>
<b>LISTE DES PLANS.....</b>	<b>2</b>
<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>3</b>
1.1. CONTEXTE.....	3
<b>2. DONNEES D'ENTREE.....</b>	<b>3</b>
2.1. DONNEE TOPOGRAPHIQUE.....	3
2.2. ETUDES ANTERIEURES.....	3
<b>3. HYDROLOGIE.....</b>	<b>3</b>
3.1. DETERMINATION DES DEBITS DE CRUES.....	3
<b>4. ETAT DES LIEUX ET DIAGNOSTIC DU COURS D'EAU EXISTANT .....</b>	<b>5</b>
4.1. ENQUETE DE TERRAIN.....	5
<b>5. CONSTRUCTION DE MODELE .....</b>	<b>6</b>
5.1. CONSTRUCTION DU MODELE.....	7
5.2. CONDITIONS AUX LIMITES.....	7
<b>6. RESULTATS ET INTERPRETATIONS DE LA MODELISATION.....</b>	<b>7</b>
6.1. TRACE DE LA LIGNE D'EAU.....	7
6.2. CAPACITE DE TRANSIT DU LIT MINEUR → IDENTIFICATION DES PREMIERS POINTS DE DEBORDEMENTS.....	12
6.3. CAPACITE DE TRANSIT DES OUVRAGES.....	13
6.4. DIAGNOSTIC DE LA PASSERELLE HEIRI.....	13
6.5. ANALYSE CRITIQUE DES RESULTATS.....	14
<b>7. CONCLUSION.....</b>	<b>14</b>
<b>LISTE DES PLANS.....</b>	<b>15</b>

## LISTE DES PLANS

<b>N° de plan</b>	<b>Intitulé</b>
DIA 001	Plan de situation
	<b>Hydrologie</b>
DIA 010	Découpages des Bassins versants
	<b>Diagnostic</b>
DIA 020	Diagnostic et capacité de transit du lit mineur

## 1. INTRODUCTION

### 1.1. Contexte

La rivière PIAFAU est sujette à de nombreux débordements. Afin de mieux appréhender le fonctionnement hydraulique du lit mineur de la rivière, une modélisation hydraulique 1D a été réalisée sur 1,2 km à partir de l'embouchure. L'objectif de cette étude est de repérer les points de débordements et de déterminer la capacité de transit de la rivière. Cette modélisation permettra aussi de d'étudier l'impact de la passerelle piétonne qui traverse le cours d'eau au droit de l'école maternelle HEIRI.

## 2. DONNEES D'ENTREE

### 2.1. Donnée topographique

Un levé topographique a été réalisé par le cabinet TOPO PACIFIQUE en avril 2009. Les levés comprennent :

- une vue en plan de la zone d'étude (1.2 km à partir de l'embouchure de la Piafau) au 1/500
- un profil en long du cours d'eau au 1/500
- des profils en travers du lit mineur de la rivière au 1/200
- une restitution photogramétrique de Faa'a au 1/5000 ème.

### 2.2. Etudes antérieures

Les études antérieures utilisées sont les suivantes :

- Etude hydrologique pour l'aménagement de la rivière Nymphéa – HYDROCONSULT-1994,
- Rectification du méandre de la PIAFAU, au droit de la terre NUURAPAE 2, SPEED-2004,
- Etude hydraulique de la parcelle n°95 – SPEED – 107 3 07 EP - 2007

## 3. HYDROLOGIE

### 3.1. Détermination des débits de crues

#### **Nœud de calcul**

Les débits de projets ont été déterminés au droit du pont de la Route De Ceinture (RDC).

#### **Découpage des bassins versants**

Le découpage des bassins versants a été réalisé à partir de la restitution photogramétrique de Faa'a au 1/500<sup>ème</sup>.

Les caractéristiques du bassin versant sont reportées sur le plan DIA 001 et dans le tableau suivant :

	<b>Surface (m2)</b>	<b>Point haut (m NGT)</b>	<b>Pente moyenne Pondérée (%)</b>	<b>Plus long chemin hydraulique (m)</b>
BV1	4.5 km2	887 m	12.43 %	5400 m
BV2	0.9 km2	91 m	3.70 %	2600 m

### **Pluie de projet**

La pluie de projet de période de retour 10 ans a été déterminée à partir des coefficients de Montana de la station de FAA'A de l'aéroport. Cette station de mesure est une des stations les plus représentatives de Tahiti puisqu'elle globalise plus de 50 ans de données.

La durée de pluie la plus défavorable pour le bassin versant étudiée est d'environ 30 min.

Les coefficients retenus pour une pluie de durée inférieure à 30mn sont les suivants :

- a = 14.06
- b = - 0.62

### **Coefficients de ruissellement**

Les coefficients de ruissellement retenus pour la pluie décennale sont les suivants :

- Surface peu imperméabilisée : C = 0.50
- Surface imperméabilisée C = 0.90

Ceci a permis de caler un coefficient de ruissellement moyen sur l'ensemble du bassin versant à 0.52.

### **Débits de projets**

Le débits décennal a été déterminée à partir du modèle de transformation pluie débit (application du logiciel Dkmètre).

Ces débits sont cohérents avec les valeurs établies par Hydroconsult en 1994, calé sur la crue de 1985. Pour un nœud de calcul situé en amont de la RDO, les valeurs obtenues sont les suivantes :

- débit calculé par Hydroconsult = 56.5 m3/s,
- débit calculé par l'application Dkmètre = 49.3 m3/s.

L'écart entre les deux modèles est de 10 % environ, ce qui est satisfaisant pour l'estimation d'un débit décennal.

Les débits de projets retenus sont:

- Q1 = 24 m3/s
- Q5 = 43 m3/s
- Q10= 54m3/s.
- Q50 =74 m3/s
- Q100 =92 m3/s

## 4. ETAT DES LIEUX et DIAGNOSTIC DU COURS d'EAU EXISTANT

### 4.1. Enquête de terrain

Une enquête de terrain réalisée en 2009 a permis de dresser un état des lieux du cours d'eau existant sur le tronçon étudié. Les informations sont reportées sur le plan DIA 020.

#### Etat des berges existantes



La rivière de la PIAFAU présente trois natures de berges différentes :

- **berges naturelles** en terre ou végétalisées,
- **berges protégées par des enrochements libres** de gros diamètres
- **berges bétonnées**

Un coefficient de rugosité K sera appliqué dans le modèle en cohérence avec la nature des berges.

#### Singularités hydrauliques

- Quatre ouvrages de traversée ont été répertoriés sur le tronçon étudié :

Pm	Nature – type	Largeur moyenne sous ouvrage	Hauteur maxi sous ouvrage	Photographie
31	Passerelle Piétonne en béton	8,50 m	1.22 m	
272	Pont de la RDC	7 m	2 m	
589	Passerelle (dalle épaisseur 30 cm)	6,00 m	2 m	
997	Pont (dalle épaisseur 87 cm)	9,90 m	2, 40 m	

- 1 convergent en béton est située au pm 476 m
- De nombreux méandres sont présents sur le linéaire d'étude. Ces singularités provoquent une rehausse de la ligne d'eau à l'extrados du coude (due à la force centrifuge et à la perte de charge par frottement). Au total 13 coudes ont été modélisés.

**Témoignages recueillis lors de l'enquête de terrain** → localisation des points de débordements.

- La passerelle de l'école Maternelle Heiri est un véritable obstacle à l'écoulement. D'après les témoignages recueillis, à chaque saison des pluies le niveau de la rivière atteint le tablier de la passerelle, provoquant des débordements. Ce phénomène est d'autant plus accru par la présence de nombreux embâcles dans le cours d'eau (troncs d'arbre, déchets, ...).

**Cette passerelle est sous dimensionnée et apparaît comme un obstacle évident à l'écoulement.**

- Le pont de la RDC : Selon les témoignages recueillis, au minimum deux grosses crues ont été observées durant ces trente dernières années provoquant une inondation dans la pharmacie HEIRI: une en 1985 et une aux alentours de 2005 (probablement en 2007 d'après les données hydrologiques).

Ceci s'explique par :

- la réduction de section au niveau du pont qui provoque une rehausse de la ligne d'eau,
- le transport important d'embâcles dans le cours d'eau de la PIAFAU ;
- la présence d'un point bas sur le berge gauche du cours d'eau à l'amont de ce pont.

- Méandres

Selon les témoignages, la rivière avait quitté son lit dans les années 1980 en rive droite, au niveau du pm 450 (probablement lors de la crue de 1985). Par conséquent les berges ont été rehaussées. Aucun débordement n'a été observé depuis.

Ces témoignages serviront à affiner le calage des coefficients de Manning Strickler dans la modélisation pour assurer une cohérence entre le modèle et l'enquête de terrain.

## 5. CONSTRUCTION DE MODELE

Le lit mineur de la Piafau a été modélisé à l'aide du logiciel 1D Mike 11. Cette modélisation permet de comprendre le comportement du lit mineur de la rivière soumis à un épisode de crue et d'en extraire les différents paramètres (vitesse, hauteur, débit, section hydraulique, ...).

La présente étude ne comprend pas de modélisation du lit majeur de la rivière.

## 5.1. Construction du modèle

### **Géométrie du lit mineur**

Le lit mineur de la rivière a été modélisé à partir des profils en travers issus des levés topographiques.

Le point haut des berges délimitant le lit mineur a été saisi en fonction de ces relevés et ajustés dans certains cas selon les observations effectuées sur le terrain.

### **Coefficient de Manning Strickler**

Compte tenu de l'incertitude sur le coefficient K, deux scénarii de modélisations ont été réalisées :

- une modélisation avec des coefficients K défavorables pour un cours d'eau peu entretenue avec beaucoup d'embâcles, (K = 16 pour le lit mineur),
- une modélisation plus optimiste, dans l'hypothèse d'un lit mieux entretenu avec moins d'embâcles (K=23 pour le lit mineur)

### **Pont, passerelle**

Seul l'ouvrage de la RDC a été modélisée afin de d'intégrer les phénomènes de pertes de charges dues à la réduction de la section.

### **Coudes**

Les coudes provoquent une rehausse de ligne d'eau. Cette rehausse a été saisi dans le modèle en intégrant une perte de charge localement au niveau de chaque coudes.

## 5.2. Conditions aux limites

Le régime d'écoulement est fluvial, les calculs s'effectuent donc de l'aval vers l'amont

### **Condition limite avale**

La condition limite avale est la côte imposée par le lagon soit : **+1mNGT**, conformément au recommandations pour l'élaboration des PPRI.

Cette côte intègre les différents phénomènes de sur côte marine (dépression cyclonique, marée).

### **Condition limite amont**

Seul le lit mineur du cours d'eau a été modélisé.

Puisque le linéaire d'étude est faible, l'amortissement des débits entre la section amont et la section aval du tronçon étudié est négligeable.

L'écoulement a été modélisé avec un hydrogramme linéaire à l'amont.

Les débits de projets retenus sont les suivants:

- Q1 = 24 m<sup>3</sup>/s
- Q5 = 43 m<sup>3</sup>/s
- Q10= 54m<sup>3</sup>/s.
- Q50 =74 m<sup>3</sup>/s
- Q100 =92 m<sup>3</sup>/s

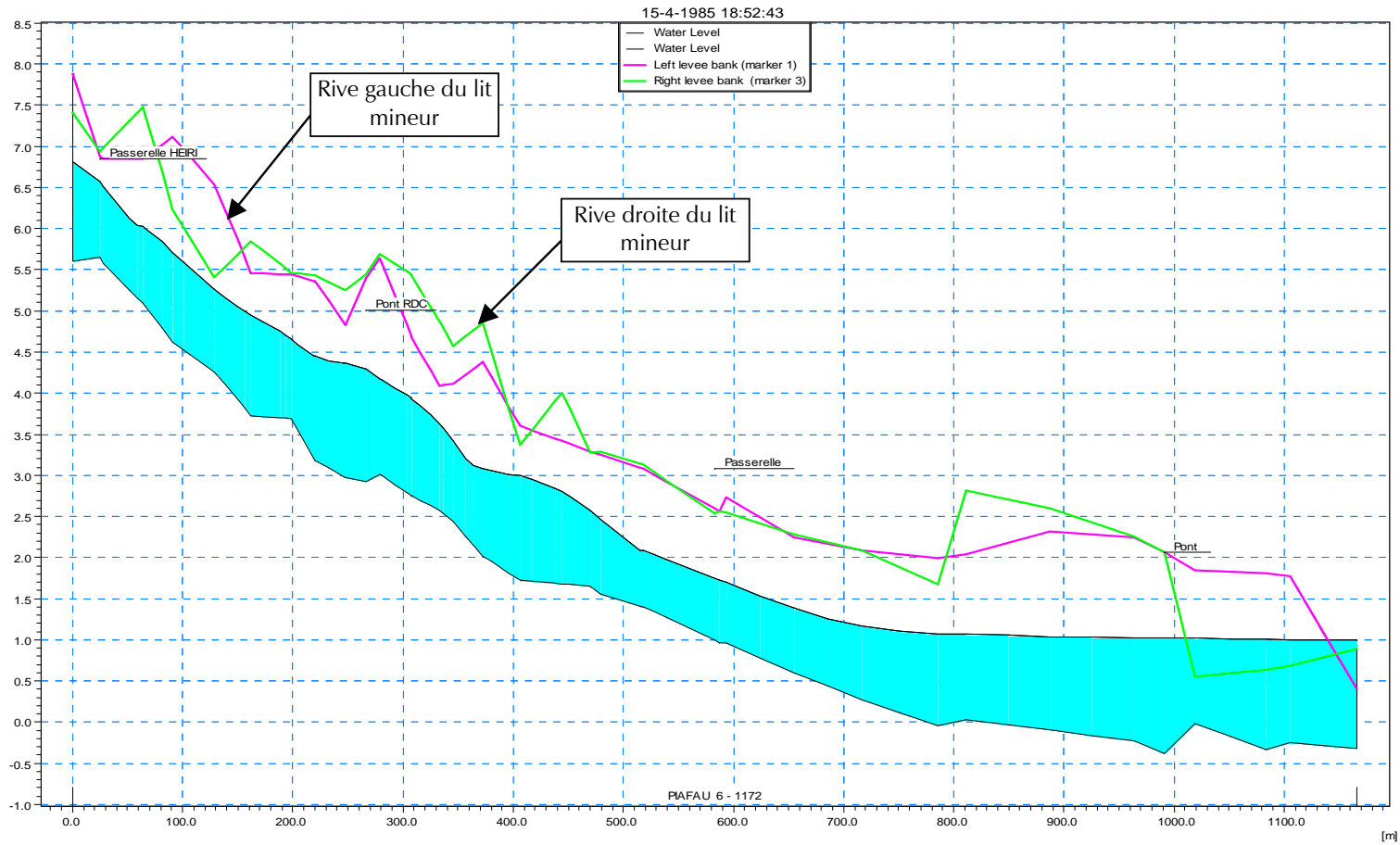
## 6. RESULTATS ET INTERPRETATIONS DE LA MODELISATION

### 6.1. Tracé de la ligne d'eau

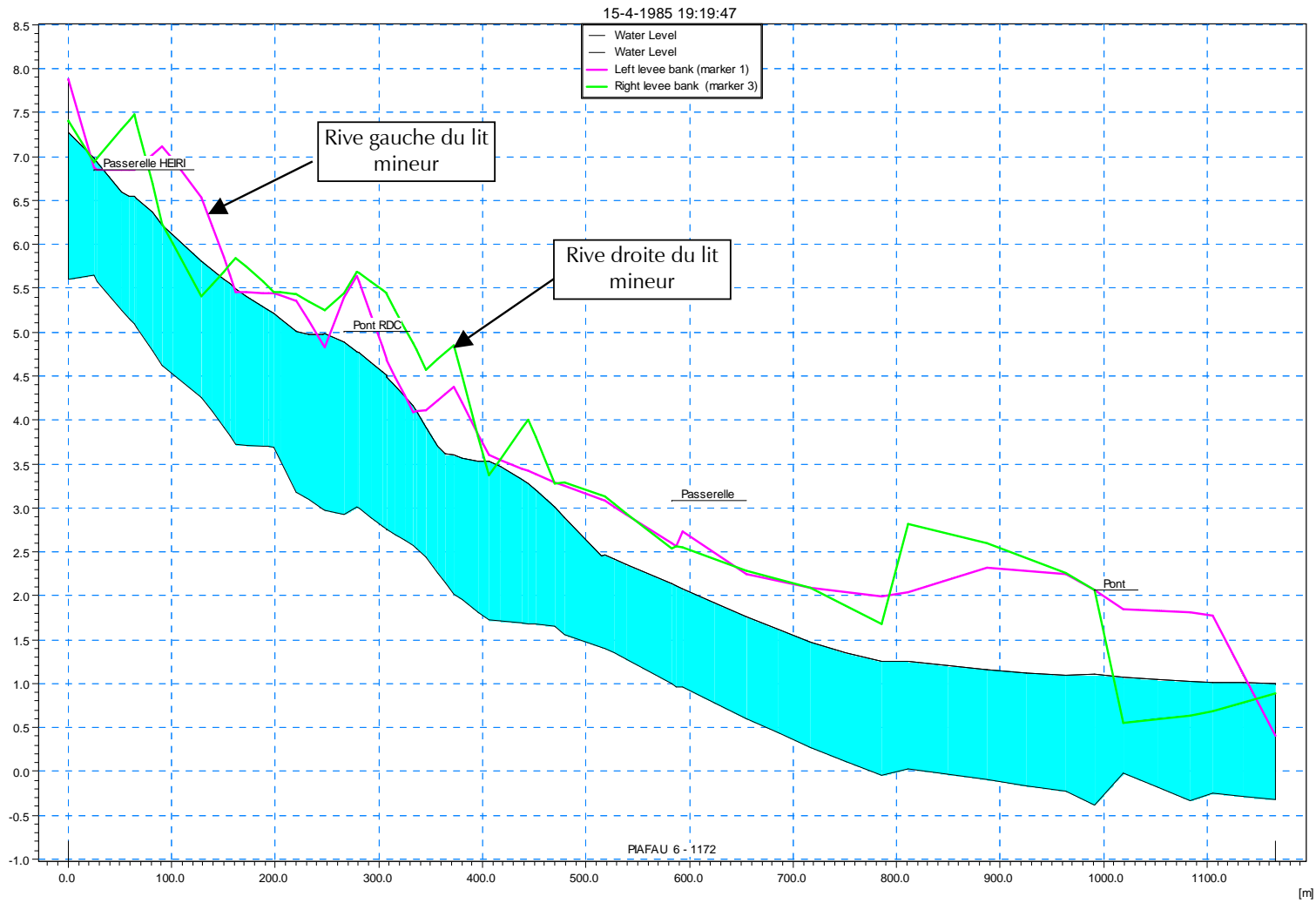
La modélisation sous Mike 11 a permis d'établir le tracé de la ligne d'eau pour les différentes périodes de retour. Au delà du Q10, le tracé n'est plus représentatif à cause des nombreux débordements du lit mineur.



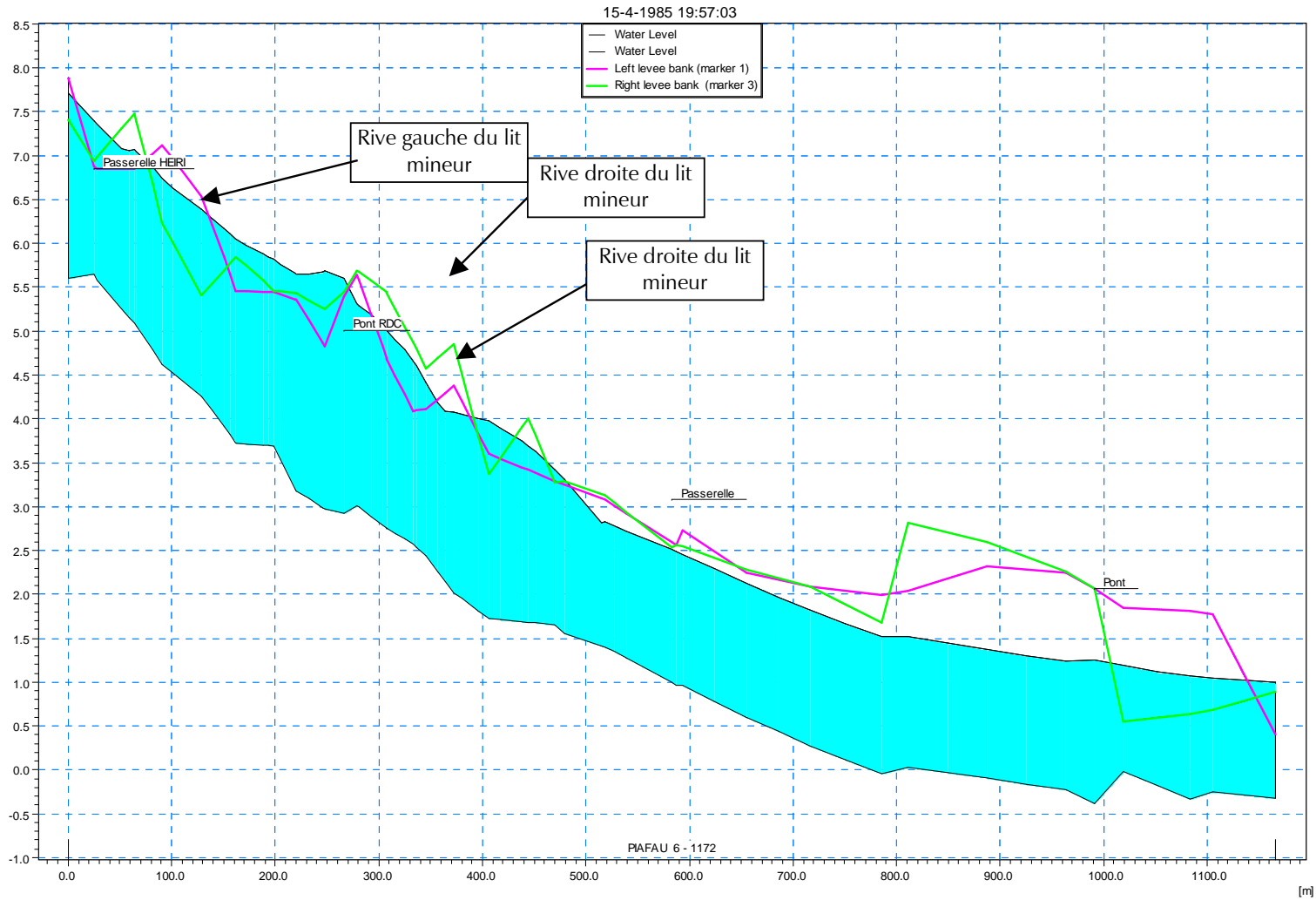
### Tracé de la ligne d'eau pour $Q=10\text{m}^3/\text{s}$



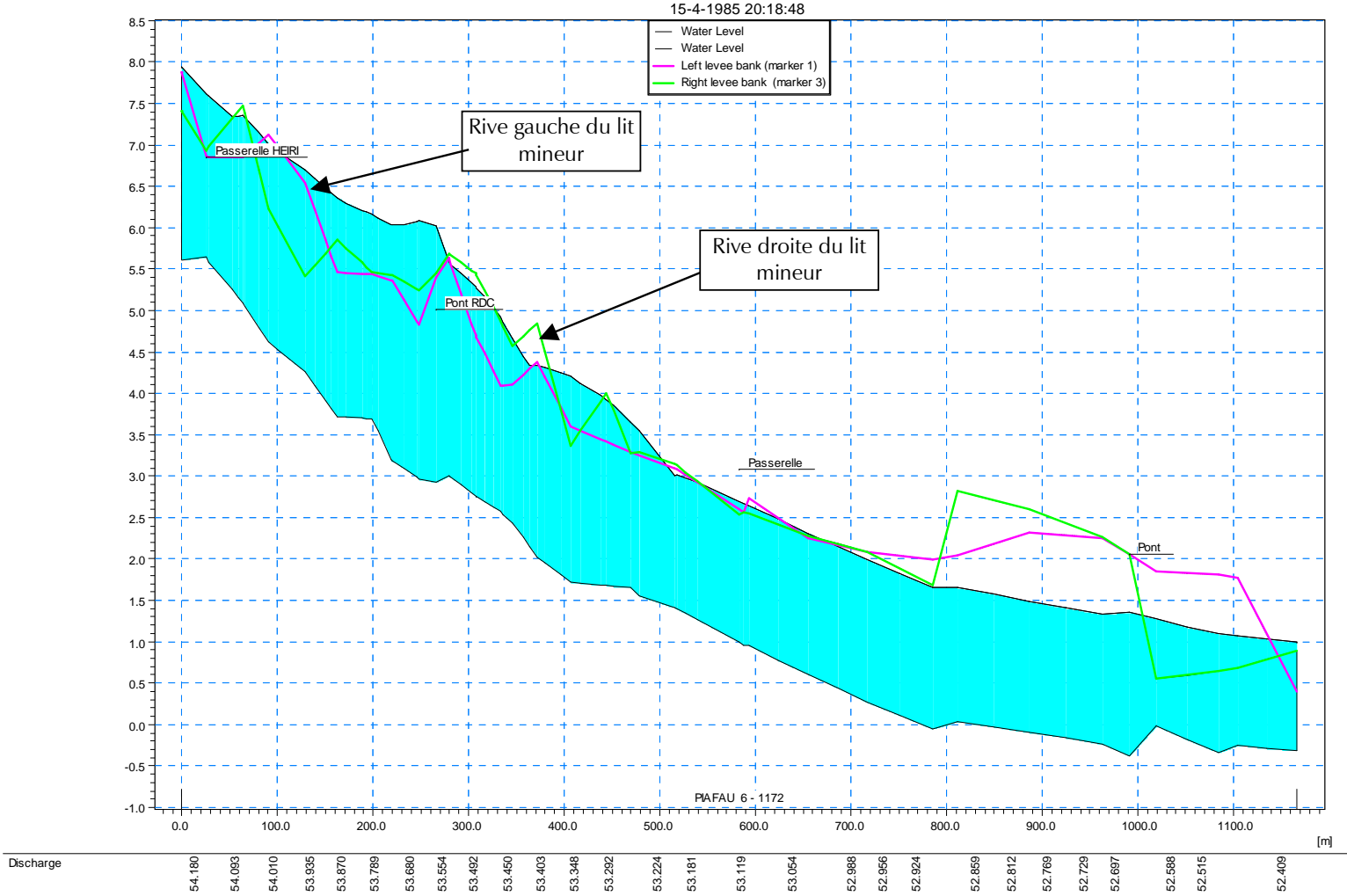
**Tracé de la ligne d'eau pour Q1=24m3/s**



**Tracé de la ligne d'eau pour Q5=43m3/s**



**Tracé de la ligne d'eau pour Q10=54m3/s**



## 6.2. Capacité de transit du lit mineur → identification des premiers points de débordements

### Premier point de débordement

D'après la modélisation, le premier point théorique de débordement se situe entre le Pm 135 et 145 en rive droite. En effet, d'après les levés topographiques, la rive droite présente un point bas à cet endroit.

Toutefois sur le terrain, ce point de débordement n'est pas évident car la berge est en terre, surmontée par un muret en parpaings et un rideau métallique. Le rideau métallique joue probablement un rôle de protection en cas de faible crue mais il ne constitue pas une barrière étanche. En cas de crue plus importante il y a des risques d'infiltrations et les habitations peuvent être inondées. De plus, l'érosion de la berge observée sur le terrain montre que ce muret risque de se déstabiliser au fil du temps.

Le débit de débordement est estimé à 13.6 **m<sup>3</sup>/s** environ, ce qui correspond à un débit trimestriel en théorie.

Cette valeur issue du modèle est pessimiste, et ne concorde pas avec les observations sur le terrain. En effet, la berge opposée semble être plus en contrebas. Ce décalage entre le modèle et la réalité peut se justifier par une erreur de mesure topographique à cet endroit.



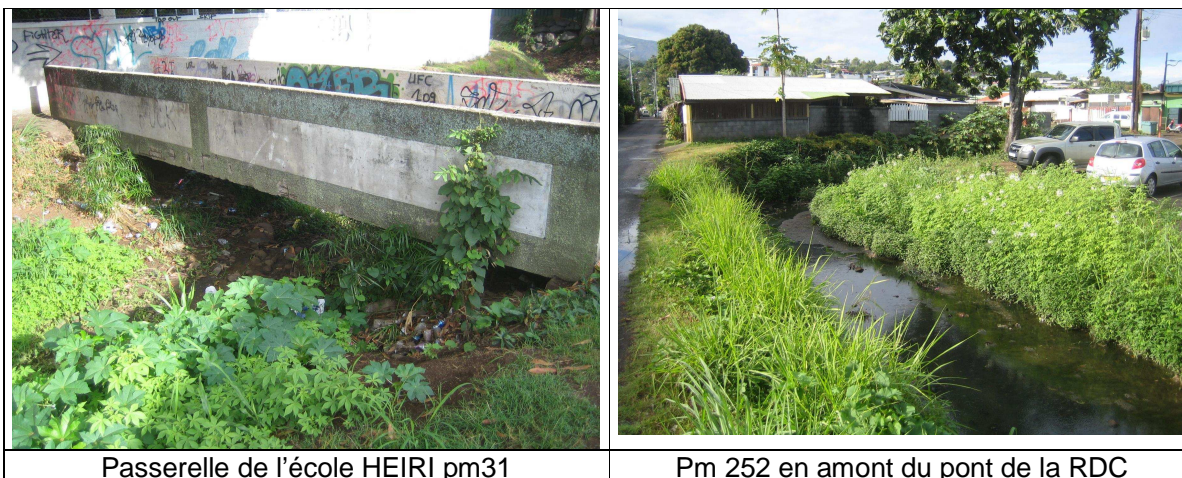
Les deuxièmes points de débordement ont lieu pour un débit de **20 m<sup>3</sup>/s** environ ce qui correspond à une fréquence de débordement comprise entre 6 et 8 mois.

Les points de débordements se situent :

- au pm 252, en rive gauche, avant le pont de la RDC,
- au pm 412, en rive gauche à l'extrados du coude.

Sur le terrain, ces deux points apparaissent comme de réels points bas.

Pour ce même débit, la ligne d'eau atteint le radier de la passerelle de l'école Heiri.



### 6.3. Capacité de transit des ouvrages

La modélisation sous Mike 11 a permis d'estimer les capacités de transit théoriques des ouvrages pour un coefficient  $K=23$  dans le lit mineur.

<u>Identification de l'ouvrage</u>	<u>Débit de mise en charge</u>	<u>Fréquence de mise en charge</u>	<u>Débit de débordement</u>	<u>Fréquence de Débordement</u>
<b>Passerelle HEIRI – pm 31</b>	20 m <sup>3</sup> /s	Entre 6 et 9 mois	28 m <sup>3</sup> /s	Q1
<b>Pont de la RDC – pm 272</b>	27 m <sup>3</sup> /s	Q1	37 m <sup>3</sup> /s	Q2
<b>Passerelle pm 589</b>	> 50m <sup>3</sup> /s	> Q10	> 50m <sup>3</sup> /s	> Q10
<b>Pont pm 997</b>	>50m <sup>3</sup> /s	> Q10	>50m <sup>3</sup> /s	> Q10

Au delà du débit Q10, le modèle n'est plus du tout représentatif car il y a des débordements sur un grande partie du lit mineur du cours d'eau.

### 6.4. Diagnostic de la passerelle HEIRI

L'enquête de terrain a permis de mettre en évidence que la passerelle située en face de l'école HEIRI était un obstacle à l'écoulement. Sa mise en charge est observée à chaque saison des pluie et des débordements de part et d'autre de la passerelle sont fréquents (environ 1 fois par an).

La modélisation a permis d'affiner cette observation :

- la ligne d'eau atteint le radier de la passerelle pour un débit estimé à 20 m<sup>3</sup>/s environ ce qui correspond à une période de retour comprise entre 6 et 9 mois.
- Le débordement est observé pour un débit estimé à 28 m<sup>3</sup>/s environ, ce qui correspond au débit annuel.

De plus, compte tenu de la forte présence d'embâcles dans le cours d'eau, les risques d'obstructions sont augmentés.

## 6.5. Analyse critique des résultats

Les fréquences de débordement semblent par endroit pessimistes par rapport à l'enquête de terrain (notamment au niveau du pont de la RDC).

Toutefois les valeurs de débits calculées ne semblent pas surévaluées puisqu'elles sont même en deçà des valeurs établies par Hydroconsult en 1994.

De plus, le calage du modèle au niveau de la passerelle HEIRI est cohérent car les fréquences de débordements coïncident avec les témoignages recueillis sur le terrain.

Pour affiner le modèle il serait nécessaire d'établir des courbes hauteurs/débits en effectuant des mesures sur le site et disposer d'une topographie plus détaillée.

Des témoignages complémentaires sur l'historique des débordements du cours d'eau ont été demandés auprès du Service Territoriale de Tahiti. Ces données, non reçues au moment de l'élaboration du présent rapport, permettront éventuellement d'affiner le calage du modèle.

## 7. CONCLUSION

La modélisation a permis de mettre en évidence que le cours d'eau de la PIAFAU dans son état actuel est sujet à des débordements fréquents, justifiés par:

- La présence de nombreux méandres artificiels,
- La présence d'obstacles à l'écoulement (pont, passerelle),
- La présence d'embâcles dans le cours d'eau (troncs d'arbres, déchets)

Par conséquent, afin de diminuer la fréquence des débordements, les actions à envisager sont les suivantes :

- Recalibrer les ouvrages de traversées,
- Recalibrer les sections du cours d'eau,
- Redonner au cours d'eau un tracé plus hydraulique en supprimant les méandres artificiels,
- Réduire la rugosité du lit mineur pour abaisser la ligne d'eau en améliorant l'état de surface des berges par des enrochements ou du béton.

Les fréquences de débordement semblent par endroit pessimistes par rapport à la réalité. Toutefois, les valeurs de débits calculées ne paraissent pas surévaluées puisqu'elles sont même en deçà des valeurs établies par Hydroconsult en 1994.

## LISTE DES PLANS

<b>N° de plan</b>	<b>Intitulé</b>
DIA 001	Plan de situation
	<b>Hydrologie</b>
DIA 010	Découpages des Bassins versants
	<b>Diagnostic</b>
DIA 020	Diagnostic et capacité de transit du lit mineur