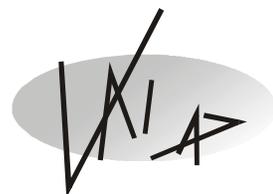




# Cartographie de l'aléa inondation au droit des cours d'eau de Polynésie Française

*Note méthodologique*

OCTOBRE 2005



## TABLE DES MATIERES

---

<b>A.</b>	<b>CADRE ET OBJET DE L'ETUDE</b>	<b>3</b>
<b>B.</b>	<b>ANALYSE HYDROLOGIQUE</b>	<b>5</b>
<b>1.</b>	<b>CADRE ET OBJET DE L'ETUDE</b>	<b>6</b>
<b>2.</b>	<b>RESUME</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>RESEAUX HYDROLOGIQUES</b>	<b>8</b>
3.1.	Tahiti	8
3.1.1.	Réseau pluviographique	8
3.1.2.	Réseau hydrométrique	8
3.2.	Moorea et Raiatea	8
3.2.1.	Réseau pluviométrique	8
3.2.2.	Réseau hydrométriques	9
<b>4.</b>	<b>METHODE DE CALCUL DES DEBITS DE POINTE</b>	<b>10</b>
4.1.	Historique	10
4.1.1.	Formulations antérieures à l'étude BCEOM de 1999	10
4.1.2.	Formulation BCEOM de 1999	10
4.1.3.	Modélisation pluie-débit	10
4.1.4.	Formulation de Craeger	10
4.1.5.	Approche de P. STOLLSTEIMER	11
4.1.6.	Comparaison des approches de J. DANLOUX et de P. STOLLSTEIMER	11
4.2.	Conclusion	13
4.2.1.	Tahiti	13
4.2.2.	Raiatea et Moorea	13
<b>5.</b>	<b>DEFINITION DES HYDROGRAMMES DE CRUE</b>	<b>15</b>
5.1.	Historique des méthodologies	15
5.2.	Hydrogrammes de crues observées disponibles	15
5.3.	Transfert vers un bassin versant ne disposant pas d'hydrogramme de crue observée sur Tahiti	16
5.3.1.	Orientation et situation des bassins versants	16
5.3.2.	Vérification de la représentativité en terme de durée	16
5.4.	Hydrogrammes des crues de projet	16
5.4.1.	Tahiti	16
5.4.2.	Moorea et Raiatea	17
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>18</b>
<b>C.</b>	<b>NOTE HYDRAULIQUE</b>	<b>19</b>

<b>1. RAPPEL</b>	<b>20</b>
<b>2. RECUEIL DE DONNEES ET ENQUETES DE TERRAIN</b>	<b>21</b>
2.1. Recueil de données	21
2.2. Enquêtes de terrain	21
2.3. Définition des besoins en topographie	21
<b>3. CONSTRUCTION ET CALAGE DU MODELE</b>	<b>23</b>
3.1. Construction du modèle	23
3.2. Calage du modèle	23
<b>4. ANALYSE ET CARTOGRAPHIE DES CRUES DE PROJET</b>	<b>24</b>
4.1. Simulations des crues de projet	24
4.2. Rendu	24

**A. CADRE ET OBJET DE L'ETUDE**

Le BRGM conduit le programme ARAI pour le compte de la Polynésie Française. Ce programme a pour objectif principal la réalisation de Plans de Prévention des Risques (PPR), avec la réalisation préalable, entre autres, de cartes d'aléa inondation.

Dans ce cadre il est prévu de cartographier l'aléa inondation à partir de modélisations hydrauliques/hydrologiques détaillées sur quelques cours d'eau de Polynésie Française.

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 (fréquence de débordement),
- définir en l'état actuel, l'extension des crues et les hauteurs et vitesses d'écoulement des crues de référence dans le lit majeur (au minimum rive droite, lit mineur et rive gauche),
- c'est-à-dire de déterminer des hauteurs de submersion, des vitesses d'écoulement et des extensions de zones inondables.

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.

L'objet de cette note est de définir la méthodologie employée dans le cadre de cette étude. Elle se décompose en deux parties :

- **NOTE HYDROLOGIQUE**

Celle-ci fixe les méthodes employées pour définir les débits et hydrogrammes de crue des cours d'eau étudiés

- **NOTE HYDRAULIQUE**

La démarche de construction et d'exploitation d'un modèle hydraulique est rappelée.

**B. ANALYSE HYDROLOGIQUE**

## 1. CADRE ET OBJET DE L'ETUDE

---

Les rivières à modéliser dans le cadre du programme Arai (lot 1) sont au nombre de 13. Dix d'entre elles sont situées sur l'île de Tahiti et drainent des superficies de 5km<sup>2</sup> (Matatia) à 90km<sup>2</sup> (Papenoo). Deux sont situées sur l'île de Moorea drainant des superficies de l'ordre de 4km<sup>2</sup> à 8 km<sup>2</sup> et une sur l'île de Raiatea qui draine moins de 2km<sup>2</sup>.

La mise en œuvre d'une modélisation hydraulique en régime transitoire nécessite de disposer d'hydrogrammes de crue.

L'objet de cette note est d'exposer la méthodologie retenue pour définir ces hydrogrammes.

## 2. RESUME

---

L'analyse bibliographique des données hydrologiques et une enquête menée auprès du GEGDP ont permis d'établir la méthodologie à suivre pour définir les hydrogrammes de crue de projet des cours d'eau à modéliser :

### Détermination des débits caractéristiques de crue Q10 et Q100 :

- Pour les cours d'eau de Tahiti : ajustements statistiques et à défaut, transfert de ces ajustements par formulation de Craeger,
- Pour le cours d'eau de Raiatea et les cours d'eau de Moorea : application de méthodes empiriques sur la base des données pluviométriques de Faa'a.

### Détermination des hydrogrammes de crue de projet :

- Pour les cours d'eau de Tahiti disposant de crue rare observée, déduction des hydrogrammes de projet à partir de l'hydrogramme observé par affinité du rapport des débits de projet et du débit max observé.
- Pour les cours d'eau de Tahiti ne disposant pas d'observations de crue rares, transfert d'un hydrogramme de crue rare observée sur un bassin versant proche et de même orientation, et déduction par affinité des hydrogrammes de projet.
- Pour les cours d'eau de Moorea et Raiatea, mise en œuvre d'une modélisation simplifiée de la relation pluie-débit.

## 3. RESEAUX HYDROLOGIQUES

---

### 3.1. TAHITI

La cellule hydrologique du Groupement d'Etude et de Gestion du Domaine Public de la Direction de l'Equipeement gère et exploite de nombreux appareils de mesures hydrométriques et pluviométriques sur l'île de TAHITI. La station pluviographique de Faa'a est gérée par Météo France

#### 3.1.1. Réseau pluviographique

Les chroniques observées sur 22 postes pluviographiques sur des durées de 2 ans à 34 ans (Faa'a) ont fait l'objet d'ajustements statistiques réalisés par G. WOTLING en 1999 [5]. Ces ajustements permettent de disposer des courbes intensité-durée-fréquence et du gradex des pluies.

#### 3.1.2. Réseau hydrométrique

21 cours d'eau sont ou ont été équipés permettant des observations hydrométriques. La dernière exploitation des données hydrométriques a été réalisée par Joel Danloux.

Des ajustements sont donc disponibles sur 12 rivières de Tahiti (dont 2 pour la presque île) et des mesures ponctuelles sont disponibles sur 9 autres rivières.

L'exploitation statistique des données hydrométriques n'a jamais concerné que les débits instantanés ; aucune investigation n'a été menée sur les durées caractéristiques de crue.

### 3.2. MOOREA ET RAIATEA

#### 3.2.1. Réseau pluviométrique

Sur les îles de Raiatea et Moorea les observations pluviographiques si elles existent ne sont pas exploitables en raison de la discontinuité dans le temps et l'espace des observations.

Les études passées montrent que toute extension de données pluviométriques est hasardeuse au regard de critères telles la position par rapport au relief, l'altitude ou la pluviométrie annuelle :

- l'étude de l'Orstom [1] montre en effet qu'à la différence de Tahiti, la façade sous le vent de Raiatea est tout aussi arrosée, sinon plus, que celle située au vent ;
- l'étude d'Hydro Consult [3] montre l'absence de corrélation entre les intensités horaires et le module pluviométrique interannuel ou l'altitude ;
- l'analyse du rapport des intensités décennales sur 24h et sur 15mn sur les 22 stations de Tahiti -issues de la thèse de G. WOTLING [5]- montre l'absence de corrélation évidente entre les intensités journalières et les intensités observées sur de courtes durées même selon des critères de situation ou d'altitude.

C'est pourquoi les données pluviographiques les plus robustes pour représenter les phénomènes pluvieux de Raiatea et Moorea sont celles issues des stations pluviographiques les plus proches présentant les plus longues périodes d'observations soit respectivement les stations météorologiques de Bora Bora et de Faa'a.

La station de Bora Bora, mise en service en 1962 a été fermée de 1982 à 1988.

### 3.2.2. Réseau hydrométriques

Sur l'île de Moorea, un suivi de 3 stations sur 3 cours d'eau différents n'a permis aucune exploitation en raison de la courte période d'observation (1987-1990) [2].

Sur l'île de RAiatea un suivi sur 4 stations hydrométriques sur trois rivières drainant le centre de l'île, a été réalisé de 1983 à 1990 [1][2]. Un nouveau réseau a été mis en place récemment [8]. L'exploitation des données n'a été réalisée que sur la période 1983-1989. Elle est donc à manier avec prudence pour des périodes de retour supérieure à 5 ans.

## 4. METHODE DE CALCUL DES DEBITS DE POINTE

---

### 4.1. HISTORIQUE

#### 4.1.1. Formulations antérieures à l'étude BCEOM de 1999

En 1999, BCEOM dans le cadre de l'étude des priorités d'aménagements des cours d'eau de Tahiti [4] a effectué un bilan des différentes formulations mises au point pour l'estimation des débits de pointe sur des bassins versants non équipés. Ces méthodes de type Caquot (SETIL, ORSTOM) ou de type Meyer (SOGREAH, LAFFORGUE, SPEED) ont montré leurs limites, d'une part en raison de domaines d'application restreints pas toujours annoncés clairement et d'autre part en raison de l'absence d'actualisation.

#### 4.1.2. Formulation BCEOM de 1999

BCEOM propose en absence de données hydrologiques disponibles afin d'obtenir un ordre de grandeur du débit de pointe décennal une formulation du type :

$$Q_{10} = K \cdot S^{0.85} \cdot (P_o/100)^2$$

où K est un coefficient régional, S est la superficie drainée en km<sup>2</sup> et P<sub>o</sub> est la moyenne sur le bassin versant de la hauteur de précipitations de période de retour 1 an en dixième de mm sur 15mn avec une valeur minimale de 160 dixièmes de mm pour éviter une sous estimation flagrante des débits pour les petits bassins versants côtiers.

Cette formulation s'applique à des bassins versants de plus de 1km<sup>2</sup>. 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.

Les débits de pointe cinquantennaux et centennaux sont évalués par application de la méthode du gradex avec un pivot à la période de retour 10 ans.

#### 4.1.3. Modélisation pluie-débit

En 2000 [5] et 2001 [6], G. WOTLING met en œuvre des modélisations successives de la relation pluie-débit.

Pour les cours d'eau situés entre Tamanu et Taravao, il conclut [6] que seuls des modèles spatialisés, basés sur un modèle numérique de terrain sont concluants pour des bassins versants de superficie supérieure à 5 km<sup>2</sup> ou en partie urbanisés.

En deçà, une modélisation globale donne de bons résultats pour des superficies drainées inférieures à 2 km<sup>2</sup> et des résultats cohérents pour des superficies comprises entre 2 et 5km<sup>2</sup>.

#### 4.1.4. Formulation de Craeger

La formule empirique de Craeger a été reprise par G. WOTLING en 2001[6] lorsque la modélisation globale ne donnait pas de résultats satisfaisants et plus généralement par J. DANLOUX en 2003 [7].

La formule de Craeger s'écrit :  $Q(T) = 1.3.C(T).(S/2.59)^n$  avec  $n = 0.936.S^{-0.048}$

Où S est la superficie du bassin versant en km<sup>2</sup>.

J. DANLOUX, sur la base des derniers ajustements des données hydrométriques disponibles sur la période 1969-2003, a défini pour l'ensemble des cours d'eau des cotes nord-ouest (à partir de la

Punaruu), nord et est jusqu'à la presqu'île incluse, les coefficients de Craeger permettant d'évaluer les débits instantanés de périodes de retour 10, 50 et 100 ans.

#### **4.1.5. Approche de P. STOLLSTEIMER**

P. STOLLSTEIMER, 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 débitométriques disponibles. L'intensité retenue est celle survenant sur une durée égale au temps de concentration du bassin versant étudié.

A défaut d'ajustements débitométriques, P. STOLLSTEIMER 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 ».

A défaut d'ajustements pluviométriques sur des courtes durées, P. STOLLSTEIMER 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).

#### **4.1.6. Comparaison des approches de J. DANLOUX et de P. STOLLSTEIMER**

Rivière	Superficie des bassins versants en km <sup>2</sup>	Années d'observation	Débit max. observé	Q10 Danloux (m <sup>3</sup> /s)	Q10 Stollsteimer (m <sup>3</sup> /s)	Q100 Danloux (m <sup>3</sup> /s)	Débit spécifique 100 ans (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	Q100 Stollsteimer (m <sup>3</sup> /s)	Bassin de référence (crue la plus forte observée)
TAHARUU	33.8		400 m3/s cyclone Veena	320	295	540	16	495	
AHOARAA	8.89		(175 m3/s)	125	110	210	23.6	175	Taharuu 165(avril 83)
TEMARUA	14.1		(250m3/s)	185	165	300	21.3	270	Taharuu (avril 83)
PUNARUU	33.6	1971-2003	460 m3/s cyclone Tahmar	220	225	480	14.3	490	
MATATIA	8.95		97 m3/s décembre 98	60	75	135	15.1	150	Punaruu (mars 81)
TIPAERUI	13.9		(155 m3/s)	95		170	12.2	170	Fautaua (déc. 98)
PAPEAVA	5.48		(60 m3/s)	35	50	65	11.9	95	Fautaua (déc. 98)
HAMUTA	6.78		(90 m3/s)	55	50	95	14	105	Fautaua (déc. 98)
TUAURU	26.7	1974-2003	480 m3/s décembre 98	250	270	480	18	500	
PAPENOO	79.7	1969-2003	1500 m3/s cyclone Veena	840	890	1680	21.1	1550	

## 4.2. CONCLUSION

### 4.2.1. Tahiti

En premier lieu, l'approche statistique menée par J.DANLOUX sera retenue pour l'évaluation des débits de crue des cours d'eau jaugés. Il s'agit des rivières Papenoo (27 années d'observation), Tuauru (29 années d'observations), Punaruu (32 années d'observations).

En ce qui concerne les cours d'eau non jaugés, le tableau précédent présente les évaluations de débit menées à partir des méthodes de J. DANLOUX et de P. STOLLSTEIMER.

Ces méthodes conduisent à des débits équivalents (à plus ou moins 10%) pour les rivières Hamuta, Tipaerui, Matatia, Tamarua, Ahoaraa, Taharuu, la méthode de J. DANLOUX fournissant de manière générale des valeurs de débits supérieures.

Par contre, dans le cas de la rivière Papeava, la méthode de P. STOLLSTEIMER fournit une évaluation supérieure de plus de 40% à celle de la méthode de J. DANLOUX pour le débit centennal (93 m<sup>3</sup>/s au lieu de 65 m<sup>3</sup>/s).

En revenant aux sources de ces évaluations, le débit de la Papeava a été évalué à partir de la rivière Fautau dont le débit spécifique centennal est de 15.8 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> pour un bassin versant de 20.5 km<sup>2</sup>. L'évaluation par la méthode de J. DANLOUX du débit centennal est de 65m<sup>3</sup>/s pour un bassin versant de 5.48 km<sup>2</sup>, soit un débit spécifique de 11.9 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> – inférieur au débit spécifique de la Fautaua.

Cette valeur nous paraît donc sous estimée et nous proposerons de retenir l'évaluation par la méthode de P.STOLLSTEIMER pour cette ravine, soit 47m<sup>3</sup>/s pour le débit décennal et 93 m<sup>3</sup>/s pour le débit centennal.

Les débits retenus sur l'île de Tahiti sont donc les suivants :

Rivière	Q10 (m <sup>3</sup> /s)	Q100 (m <sup>3</sup> /s)
TAHARUU	320	540
AHOARAA	125	210
TEMARUA	185	300
PUNARUU	220	480
MATATIA	60	135
TIPAERUI	95	170
PAPEAVA	50	95
HAMUTA	55	95
TUAURU	250	480
PAPENOO	840	1680

### 4.2.2. Raiatea et Moorea

L'historique présenté ci avant ne concernait que l'île de Tahiti. Les îles de Moorea et de Raiatea n'ont pas fait l'objet d'investigations aussi importantes.

Les données hydrométriques disponibles sur Moorea et Raiatea ne permettent pas d'envisager un transfert vers les bassins versants étudiés en raison des courtes durées d'observations (Moorea et

dans une moindre mesure Raiatea), de la non représentativité des bassins versants jaugés du bassin versant étudié (Raiatea).

Les débits de projet seront issus d'une confrontation des résultats obtenus par application de méthodes classiques de l'hydrologie telle la méthode rationnelle et des témoignages collectés sur le terrain.

Des données pluviographiques n'étant pas disponibles sur ces îles et les extrapolations hasardeuses, ce sont les données associées aux postes pluviographiques les plus proches et présentant des durées d'observations les plus longues qui seront retenues.

Il est proposé de retenir notamment le poste de FAAA, dont les intensités remarquables en mm sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Intensité	Période de retour en années						
	1	2	5	10	20	50	100
15 min	25.4	27.5	33.9	38.2	42.3	47.6	51.6
30 min	34.1	36.8	45.3	51	56.4	63.4	68.6
60 min	43.5	47.2	58.5	66	73.2	82.5	89.5
2 h	56.6	61.7	77.6	88.1	98.2	111.2	121
24 h	132.1	145.6	187.4	215.1	241.7	276.1	301.8

## 5. DEFINITION DES HYDROGRAMMES DE CRUE

---

### 5.1. HISTORIQUE DES METHODOLOGIES

Différentes méthodes ont été utilisées sur Tahiti pour disposer d'un hydrogramme de crue afin de réaliser des modélisations en régime transitoire des écoulements :

Plusieurs modèle pluie-débit ont été mis en œuvre par G. WOTLING. Celui-ci montre [6] qu'une modélisation correcte des phénomènes à l'exutoire de cours d'eau drainant des bassins versants de superficie supérieure à 5km<sup>2</sup> ou en partie urbanisé (plus de 10 %) nécessite la mise en œuvre d'un modèle spatialisé basé sur un modèle numérique de terrain.

La SPEED a utilisé le module hydrologique de MIKE 11 pour définir un hydrogramme de crue synthétique. La fonction de production repose soit sur la méthode d'un coefficient d'écoulement constant soit sur la méthode du type pertes initiales + pertes continues ou encore sur la méthode du SCS. La fonction de transfert repose sur la théorie de l'hydrogramme unitaire.

BCEOM et le LNH ont utilisé des hydrogrammes de crues rares observées. BCEOM déduit des hydrogrammes observés les hydrogrammes de projet (crue centennale) par affinité de coefficient égal au rapport des débits de pointe.

Le grand avantage de la dernière méthode consiste a représenter au plus proche de la réalité les phénomènes rares d'un point de vue de la durée et de la répétitions des pointes de crue (trains de crues).

### 5.2. HYDROGRAMMES DE CRUES OBSERVEES DISPONIBLES

Les hydrogrammes reconstitués des plus fortes crues observées (crues rares) disponibles sont :

- la Fautaua (cyclone Veena),
- la Punaruu (cyclone Tahmar),
- la Taharuu (cyclone Veena),
- la Papenoo (cyclone Veena),
- la Tuauru (19 et 20 décembre 1998, décrue tronquée),
- la Matatia (19 et 20 décembre 1998).

Les limnigrammes de différentes crues observées sur des cours d'eau de Raiatea et Moorea sont aussi disponibles, notamment :

- la crue du 22 février 2005 sur le VAITAHE à Uturoa (Raiatea) qui correspond à la plus forte crue observée depuis l'installation en septembre 2004 de la station limnigraphique,
- les crues du 19 décembre 1987, du 22 janvier 1990 et celles du 12 décembre 1991 aux stations de Tautuapae et d' Afareaitu à Moorea. Celles de décembre 1991 correspondent aux plus fortes crues observées sur la période 1987-1991.

Ces limnigrammes ne correspondent pas à des événements rares.

### **5.3. TRANSFERT VERS UN BASSIN VERSANT NE DISPOSANT PAS D'HYDROGRAMME DE CRUE OBSERVEE SUR TAHITI**

#### **5.3.1. Orientation et situation des bassins versants**

Selon la situation (proximité) et surtout l'orientation de la vallée, les hydrogrammes de crue observée pourront être « transférés » vers d'autres bassins versants non équipés, notamment :

- La Fautau pour les rivières Hamuta, Papeava et Tipaerui,
- La Taharuu pour les rivières Tamarua et Ahoaraa.

#### **5.3.2. Vérification de la représentativité en terme de durée**

Les bassins versants non équipés vers lesquels s'effectue le transfert ont tous une superficie inférieure à celle du bassin de référence. 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, on fera l'hypothèse que la probable surévaluation des volumes de crue lié au transfert d'hydrogrammes a une incidence négligeable sur les lignes d'eau.

### **5.4. HYDROGRAMMES DES CRUES DE PROJET**

#### **5.4.1. Tahiti**

Sur Tahiti, les hydrogrammes des crues de projet décennale et centennale seront définis à partir des hydrogrammes des crues observés (ou transférés) par affinité du rapport du débit de projet et du débit maximal observé.

- L'hydrogramme de la Taharuu relevé lors du cyclone Veena constituera l'hydrogramme de référence pour la Taharuu, l'Ahoaraa et la Tamarua.
- L'hydrogramme de la Punaruu relevé lors du cyclone Tahmar constituera l'hydrogramme de référence pour la Punaruu.
- L'hydrogramme de la Matatia relevé lors de la dépression tropicale de décembre 1998 constituera l'hydrogramme de référence pour la Matatia.
- L'hydrogramme de la Fautau relevé lors du cyclone Veena constituera l'hydrogramme de référence pour la Tipaerui, la Papeava et la Hamuta.
- L'hydrogramme de la Tuauru relevé lors de la dépression tropicale Alan constituera l'hydrogramme de référence pour la Tuauru.

- L'hydrogramme de la Papenoo relevé lors du cyclone Veena constituera l'hydrogramme de référence pour la Papenoo.

#### 5.4.2. Moorea et Raiatea

Si l'hydrogramme de crue relevé sur Raiatea à Uturoa est représentatif d'un point de vue géographique de la rivière Vaipo, il correspond à la crue la plus forte observée en 2 ans et n'est donc pas nécessairement représentatif en terme de durée des crues rares.

On préférera mettre en œuvre une modélisation simplifiée de la relation pluie-débit de façon à déterminer un hydrogramme de crue représentatif en terme de durée.

Le choix de la pluie de projet repose sur les investigations menées par G. WOTLING sur la typologie des formes d'averse [5]. Il recommande de construire un hyétogramme symétrique dont les intensités ont une période de retour T sur toutes les durées bien qu'il reconnaisse que la récurrence de la crue relative à une telle averse soit probablement supérieure à T.

Dans le cadre des modélisations globales mises en œuvre sur la cote ouest [6], il retient un hyétogramme synthétique sur 24h construit symétriquement de telle sorte à regrouper l'ensemble des intensités maximales sur des durées de 24h, 2h, 1h, 30mn, 15mn et 5mn correspondant à une période de retour donnée (10 ans et 50 ans).

C'est ce type de hyétogramme qui sera retenu. Il sera construit sur la base des données pluviographiques de Faaa pour les cours d'eau de Moorea et Bora Bora pour le cours d'eau de Raiatea.

Les hydrogrammes résultant de la modélisation seront ainsi représentatifs en terme de durée d'un événement rare mais présenteront des débits instantanés surévalués (récurrence supérieure à celle de la pluie de projet) qui seront corrigés par affinité du rapport du débit instantané de projet (calculé au préalable) et du débit de pointe issu de la modélisation.

## 6. BIBLIOGRAPHIE

1	Etudes hydrologiques sur les îles de Raiatea et Tahaa de 1980 à 1989	ORSTOM décembre 1989 Direction de l'Equipe- ment GEGDP
2	Données hydrologiques – Ile Moorea 1987-1990 – Ile de Raiatea 1989-1990	ORSTOM Octobre 1991 Direction de l'Equipe- ment GEGDP
3	Etude hydrologique pour l'aménagement de la rivière Nymphaea – Rapport de campagne et éléments de calcul pour les ouvrages d'assainissement des zones urbanisées du secteur Faa'a-Punaauia	HYDRO CONSULT Septembre 1995 Direction de l'Equipe- ment Arrondissement INFRA
4	Etude des priorités d'aménagements des cours d'eau de Tahiti	BCEOM Février 1999 Direction de l'Equipe- ment
5	Caractérisation et modélisation de l'aléa hydrologique à Tahiti	Geoffroy WOTLING Janvier 2000 Thèse de doctorat Université Montpellier II
6	Modélisation hydrologique des cours d'eau de la liaison Tamanu-Taravao	LTPP Mai 2001 Direction de l'Equipe- ment Arrondissement INFRA
7	Evaluation des maximums de crue sur l'île de Tahiti suivant une approche régionale et à partir des données acquises sur les réseaux hydrologiques pendant la période 1969-2003	Joel DANLOUX Juillet 2003 Direction de l'Equipe- ment GEGDP
8	Mission d'assistance technique pour l'acquisition de données hydropluviométriques dans le cadre de la modélisation de l'aléa hydrologique sur les îles de Tahiti et Raiatea	Geoffroy WOTLING Juillet 2003 Direction de l'Equipe- ment GEGDP

## C. NOTE HYDRAULIQUE

# 1. RAPPEL

---

L'objet de cette note est de présenter la méthode de travail conjointement appliquée par les bureaux d'études BCEOM et SPEED pour la modélisation de l'aléa Inondation.

Les cours d'eau à modéliser sont rappelés ci-dessous :

		Linéaire (km)	Modélisation demandée par le client	Modélisation proposée par le groupement	
Papenoo	Tahiti	2,5	2D	2D	BCEOM
Punaruu	Tahiti	2,8	2D	2D	Déjà modélisée (BCEOM)
Taharuu	Tahiti	2,5	2D	2D	Déjà modélisée (BCEOM)
Hamuta	Tahiti	2,6	2D	2D	Déjà modélisée (SPEED)
Temarua	Tahiti	1,3	2D	2D	BCEOM
Ahoaraa	Tahiti	1,5	2D	2D	BCEOM
Tuauru	Tahiti	2,7	2D	2D	SPEED
Papeava	Tahiti	1,2	1D	2D	SPEED
	Tahiti	1,2	2D	2D	SPEED
Matatia	Tahiti	1,4	2D	2D	SPEED
Tipaerui	Tahiti	2,6	2D	2D	SPEED
Rivière d'Ofareaitu (Putoa)	Moorea	1,2	1D	1D	BCEOM
Rivière de Paopao	Moorea	0,7	2D	2D	BCEOM
Rivière d'Uturoa (Vaipao)	Raiatea	0,5	2D	2D	SPEED

## 2. RECUEIL DE DONNEES ET ENQUETES DE TERRAIN

---

### 2.1. RECUEIL DE DONNEES

Le recueil de données sera effectué auprès de différents organismes :

- BRGM
- Service de l'Urbanisme
- GEGDP
- Equipement

Cela nous permettra d'obtenir :

- Les études antérieures réalisées sur le secteur
- Les plans topographiques existants de la zone d'étude
- Les plans de recollement des différents ouvrages hydrauliques (ponts, seuils, ...)
- Toutes les données nécessaires à l'étude

### 2.2. ENQUETES DE TERRAIN

Une enquête de terrain sera réalisée pour chaque cours d'eau.

Cela permettra de :

- Identifier les éléments structurants de l'écoulement : ouvrage hydraulique, ponts, seuils, endiguements....
- Recueillir des témoignages sur le déroulement des crues auprès des riverains, analyser leur pertinence et relever des cotes de Plus Hautes Eaux (PHE). Une enquête sera menée également auprès des services concernés : STT, Mairie, Protection Civile.
- Evaluer visuellement la granulométrie en place
- Evaluer le risque d'embâcles. Celui-ci sera complété par des éléments provenant de la base de donnée ARAI, gérée par le BRGM.
- Définir les besoins précis en topographie

### 2.3. DEFINITION DES BESOINS EN TOPOGRAPHIE

Le tableau suivant récapitule les données existantes pour chaque cours d'eau.

LOT N° 1			Topographie existante	Levé topographique prévu
Papenoo	Tahiti	Lit mineur	0	A faire
		Lit majeur	1/5000	Compléments

Tamarua	Tahiti	Lit mineur	0	A faire
		Lit majeur	1/5000	Compléments
Ahoaraa	Tahiti	Lit mineur	0	A faire
		Lit majeur	1/5000	Compléments
Tuauru	Tahiti	Lit mineur	0	A faire
		Lit majeur	1/2000	Compléments
Papeava		Lit mineur	0	A faire
		Lit majeur	1/2000	Compléments
Matatia	Tahiti	Lit mineur	0	A faire
		Lit majeur	1/2000	Compléments
Tipaerui	Tahiti	Lit mineur	existant sur 1.3 km	A faire sur 1.3 km
		Lit majeur	1/2000	Compléments
Putoa	Moorea Afareaitu	Lit mineur	0	A faire
		Lit majeur	1/5000	Compléments
Rivière de	Moorea	Lit mineur	0	A faire
Paopao	Paopao	Lit majeur	1/5000	Compléments
Vaipao	Raiatea Uturoa	Lit mineur	0	A faire
		Lit majeur	1/5000	Compléments

La démarche suivante a été retenue :

▪ **LIT MINEUR:**

Le lit mineur sera relevé sous la forme de profils en travers par un géomètre local expérimenté, suivant un cahier des charges précis :

- levé d'un profil en travers tous les 80 m
- levé des ouvrages hydrauliques au 1/200ème.

▪ **LIT MAJEUR :**

Les données topographiques au 1/5000 et 1/2000 citées ci-dessus seront utilisées avec une intervention complémentaire du géomètre pour lever certains points particuliers.

### 3. CONSTRUCTION ET CALAGE DU MODELE

---

#### 3.1. CONSTRUCTION DU MODELE

Les données nécessaires à la construction du modèle sont les suivantes, quelque soit le type de logiciel utilisé :

- Des données topographiques : profils en travers du lit mineur et du lit majeur selon le logiciel utilisé, ouvrages hydrauliques, digues ...
- Des conditions aux limites

La construction du modèle se fera selon les spécificités de chaque logiciel (STREAM pour BCEOM et MIKE 11 pour SPEED).

Les conditions aux limites utilisées sont les suivantes :

- **CONDITIONS AUX LIMITES AMONT**

Les conditions aux limites amont sont fixées par la note hydrologique fournissant les débits de pointe et les hydrogrammes de crue.

Les différentes crues étudiées seront les suivantes :

- Crue de période de retour 10 ans
- Crue de période de retour 100 ans
- Une crue dont le débit correspond à celui de la plus grande crue observée

- **CONDITIONS AUX LIMITES AVAL**

Deux cas de figures seront à étudier pour chaque cours d'eau :

- Cas 1 : sans surcote marine  
Le niveau en aval des modèles sera de 0.
- Cas 2 : Avec une surcote marine  
Celle ci sera prise égale à 1 m NGFP

#### 3.2. CALAGE DU MODELE

Le calage se base habituellement sur les traces des plus hautes eaux observées sur le terrain.

En Polynésie, ces observations doivent se cantonner aux enquêtes auprès des riverains et des services concernés dont les discours peuvent être très subjectifs. Ces informations peuvent être contradictoires ; elles devront donc être analysées.

En cas d'absence d'informations sur les PHE, le calage sera fait suivant l'évaluation des coefficients de rugosité, à partir des enquêtes de terrain.

## 4. ANALYSE ET CARTOGRAPHIE DES CRUES DE PROJET

---

### 4.1. SIMULATIONS DES CRUES DE PROJET

Des simulations seront effectuées pour :

- La crue de période de retour 10 ans
- La crue de période de retour 100 ans
- Une crue dont le débit correspond à celui de la plus grande crue observée

Dans chaque cas, il sera nécessaire de prendre en compte ou non une surcote marine en aval.

Les résultats de chacune de ces simulations seront analysés et cartographiés.

### 4.2. RENDU

Chaque cours d'eau fera l'objet d'un rapport séparé qui comprendra :

▪ **UN RAPPORT DE PRESENTATION AVEC :**

- la zone modélisée et le logiciel utilisé,
- la méthode de calage et les paramètres de calage,
- l'ensemble des données d'entrée,
- l'ensemble des résultats sous forme de tableaux,
- le profil en long et les lignes d'eau obtenues pour les crues modélisées,
- tout document et/ou information nécessaire à la compréhension de l'étude.

▪ **UN ATLAS CARTOGRAPHIQUE AVEC :**

- une carte des zones inondées pour une crue dont le débit correspond à celui de la plus grande crue observée
- une carte des aléas pour les périodes de retour Q 10 et Q 100 avec une qualification des aléas en fonction de la hauteur d'eau et de la vitesse d'écoulement tel qu'indiqué dans le tableau ci-dessous.

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

L'échelle de rendu sera fonction des cartes disponibles. Elle sera autant que possible comprise entre le 5000<sup>ème</sup> et le 10 000<sup>ème</sup>.

L'ensemble des fichiers nécessaires à l'étude sera transmis sous forme de fichiers informatiques au format :

- WORD97 pour les textes,

- EXCEL97 pour les fichiers tableurs,
- MAPINFO pour les cartes.

Le rendu de la cartographie sera étudié à l'occasion du pilote.