

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

COURS D'EAU : PAPENOO

Commune : **PAPENOO**

Ile : **TAHITI**

Mai 2006

Rédigé par :



TABLE DES MATIERES

1. CADRE ET OBJET DE L'ETUDE	2
2. RECONNAISSANCE DE TERRAIN ET RECUEIL DE DONNEES	3
2.1. Reconnaissance de terrain	3
2.2. Recueil de données	5
3. CONSTRUCTION DU MODELE	6
3.1. Présentation du modèle STREAM	6
3.2. Construction du modèle	6
3.2.1. Données topologiques	7
3.2.2. Données topographiques	7
3.3. Conditions aux limites	7
3.3.1. Plus fort événement vécu	7
3.3.2. Débits de projet	8
3.4. Calage du modèle	8
4. SIMULATION DES CRUES DE PROJET	10
5. LA CARTOGRAPHIE	14

1. CADRE ET OBJET DE L'ETUDE

Le cours d'eau étudié est la Papenoo. Il est situé sur la commune de PAPENOO.

Le linéaire à modéliser est de 2.5 km à partir de l'embouchure.

Dans le cadre de cette étude, il s'agit de cartographier l'aléa hydraulique de la Papenoo pour différentes crues de projet.

Pour cela, un modèle multidirectionnel dit « à casiers » a été mis en œuvre avec le logiciel STREAM développé par BCEOM.

Celui-ci permet de représenter les écoulements en lit majeur et de cartographier de façon précise le champ d'inondation.

2. RECONNAISSANCE DE TERRAIN ET RECUEIL DE DONNEES

2.1. RECONNAISSANCE DE TERRAIN

La phase de terrain est essentielle au bon déroulement de l'étude, c'est pourquoi une attention toute particulière est apportée à cette étape.

Plusieurs reconnaissances de terrain approfondies ont été réalisées en septembre 2005, dont une accompagnée d'un représentant des services techniques de la commune de Papenoo.

Celles-ci ont permis :

- d'analyser le processus d'écoulement, en particulier la zone inondable pour une crue fréquente
- d'identifier toutes les données générales nécessaires à la construction, au calage et à l'exploitation des modèles mathématiques (crues historiques, hydrogéologie, phénomènes d'évolution morphodynamique et sédimentologie, topographie),
- d'identifier les repères de crue existants
- d'identifier l'implantation des réseaux et des infrastructures (routes...)

Cette phase de terrain a permis de constater que la Papenoo a un important transport solide (voir photo ci-dessous). Son lit mineur a été modifié de façon remarquable au cours de ces dernières années suite aux différentes crues.

Le lit mineur se décompose en deux bras distincts en aval qui sont franchis par deux ouvrages routiers (voir photo ci-dessous).

Des repères de PHE ont pu être relevés au cours de cette campagne de terrain. Ils sont donnés en **annexe 1**.



Amont de la Papenoo : transport solide important (photo prise en septembre 2005)



Pont de la route de ceinture franchissant le bras principal de la Papenoo (photo prise en septembre 2005)

2.2. RECUEIL DE DONNEES

Le recueil de données a été effectué en identifiant au préalable toutes les sources d'informations existantes.

La principale étude existante sur le secteur est : "Modélisation hydraulique de la vallée de la Basse-Papenoo – Simulation des crues de projet" réalisée par EDF en 1998.

Des modèles hydrauliques (monodimensionnel et bidimensionnel Télémac 2D) ont été mis en œuvre dans le cadre de cette étude.

Les résultats de cette étude notamment ceux issus du modèle 2D ont été utilisés pour le calage du modèle.

Les données topographiques n'ont pu être utilisées, le lit mineur ayant été largement remodelé suite aux différentes crues.

Les informations topographiques utilisées dans le cadre de la construction de ce modèle sont les suivantes :

- Restitution photogrammétrique au 1/5000 du fond de la vallée de la Papenoo réalisée à partir de photos aériennes (fournie par le Service de l'Urbanisme)
- Profils en travers et en long du lit mineur levés en janvier 2006 par le cabinet de géomètre Doërfler

3. CONSTRUCTION DU MODELE

La construction du modèle hydraulique nécessite en préalable les données topographiques décrites précédemment.

Nous détaillons les principes généraux de la construction dans le paragraphe suivant.

Le plan de la topologie du modèle (découpage en casiers) est donné en **annexe 2**.

3.1. PRESENTATION DU MODELE STREAM

Le modèle STREAM, Simulation en TRansitoire des Ecoulements A surface libre Multidirectionnels a été développé par BCEOM et mis en œuvre sur de nombreux cours d'eau, en particulier sur la Taharuu et la Punaruu sur Tahiti.

Ce modèle dit « modèle à casiers » décrit fidèlement le lit mineur et le champ d'inondation à l'aide d'un découpage fin de l'espace. Le principe de base de cette modélisation est, en effet, de ne pas imposer a priori une « grille » de représentation de l'espace, mais au contraire d'épouser la réalité des écoulements. Les casiers sont ainsi délimités en fonction des axes structurants les flux (lits et chenaux, endiguement, déversoirs ...) et des sections les plus représentatives des conditions d'écoulement (profils en travers, singularités ...).

La répartition des écoulements (qui fait partie de la simulation proprement dite) permet de reconstituer l'aspect multidirectionnel qui est variable avec l'importance de la crue.

Une notice de présentation détaillée du logiciel est fournie en **annexe 3**.

3.2. CONSTRUCTION DU MODELE

L'utilisation du modèle STREAM suppose une décomposition de la zone d'étude en un nombre suffisant de casiers permettant de reconstituer fidèlement les mécanismes de l'écoulement.

La division en casiers s'applique aussi bien à des casiers « physiques » délimités par des frontières « physiques » de type seuil (remblais, digues ...) qu'à des frontières de type quelconque.

Dans ce dernier cas, la division est effectuée lorsque cela est possible, après observation des lignes de courant (ou isobathes) des crues de référence, de sorte que l'on puisse appliquer des lois unidimensionnelles en chacune de ces frontières.

Dans le cas présent, la division a été réalisée après la reconnaissance détaillée du terrain qui permet de localiser ces frontières « physiques » et après compilation des diverses données concernant les crues de référence.

Compte tenu de la précision souhaitée, la longueur moyenne des casiers du lit mineur est de 80m. Cette précision permet de représenter correctement les écoulements dans le cas de fortes pentes.

L'ensemble des endiguements et des remblais identifiés lors de la reconnaissance de terrain est pris en compte.

La totalité du modèle comprend environ 100 casiers.

Les données nécessaires à la construction du modèle sont :

- ♦ **les données topologiques** qui définissent la structure du modèle (repérage et dispositions des casiers, nature des liaisons entre casiers et avec l'extérieur),
- ♦ **les données topographiques** : ce sont les profils des interfaces de casiers et les lois de remplissage de ces casiers, les ouvrages et les singularités hydrauliques,
- ♦ **les conditions aux limites** : il s'agit des conditions hydrologiques amont liées aux débits et hydrogrammes de crues résultant des investigations hydrologiques, et des conditions d'écoulement aval (niveau ou courbe de tarage).

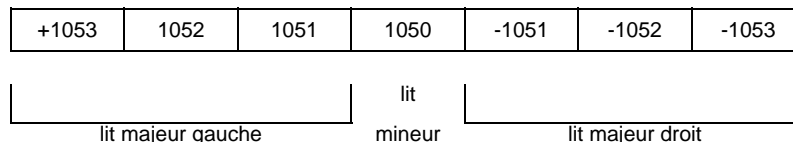
3.2.1. Données topologiques

Il s'agit de l'implantation des casiers et de leurs interfaces dans le secteur d'étude.

Ils sont décrits de l'amont vers l'aval par étages successifs (tranche perpendiculaire à l'écoulement).

La numérotation s'effectue à partir du lit mineur de la Papenoo qui est numéroté en dizaine ; la rive droite est composée des unités négatives, et la rive gauche des unités positives :

par exemple :



Les liaisons entre les casiers sont soit des profils en travers, soit des singularités (seuils, digues, remblais).

3.2.2. Données topographiques

On distingue :

- les profils en travers aux interfaces,
- les lois de remplissage des casiers,
- les ouvrages et singularités hydrauliques.
- **LES PROFILS EN TRAVERS**
 - Dans le lit mineur, il s'agit des profils en travers bathymétriques.
 - Dans le lit majeur, les profils ont été construits à partir du plan photogrammétrique.
 - A chaque profil, il est associé une distance amont et une distance aval par rapport, aux casiers adjacents et un coefficient de rugosité (affiné au calage).
- **LES LOIS DE REMPLISSAGE**

Elles sont calculées à partir des données topographiques issues de la restitution photogrammétrique.
- **LES OUVRAGES ET SINGULARITES**

Il s'agit en général de digues, de remblais, de seuils, et des ouvrages. Les données nécessaires sont la longueur, les cotes d'arase et un coefficient de perte de charge singulière (affiné lors du calage).

3.3. CONDITIONS AUX LIMITES

3.3.1. Plus fort événement vécu

La crue la plus importante observée ces trente dernières années est celle du 12 avril 1983 (cyclone Veena) de période de retour supérieure à 50 ans (1500 m³/s).

La crue du 20 décembre 1998 a eu un débit de pointe de 1100 m³/s de période de retour 20 ans.

Nous disposons de témoignages concernant la crue de décembre 1998, celle-ci étant la plus récente. Aucune information concernant la crue de 1983 n'a pu être recueillie.

L'hydrogramme de crue de l'épisode Veena a été reconstitué à partir du limnigramme de crue et de l'étalonnage de la station transmis par le GEGDP.

Dans le cas de ce modèle, le niveau de la mer est imposé en condition limite aval. 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 à Papenoo lors de cet événement, un niveau de 0.30 m NGT est imposé en aval du modèle hydraulique.

3.3.2. Débits de projet

Les débits de projet de la Papenoo sont donnés dans la note méthodologique. Ils sont issus d'une analyse statistique des débits mesurés par le GEGDP.

Ce cours d'eau est équipé de station hydrométrique depuis 1969. Le GEGDP dispose donc d'enregistrements sur une période de plus de 30 ans. Ces enregistrements ont été exploités dans le cadre d'une étude menée par J. Danloux en 2003 d'où sont issus les débits de projet utilisés.

Tableau : débits caractéristiques de la Papenoo

Crue	Crue du 12 avril 1983 (cyclone Veena)	Crue décennale	Crue centennale
Débit en m ³ /s	1500	840	1680

Les hydrogrammes des crues décennale et centennale sont déduits de l'hydrogramme enregistré lors de la crue du 12 avril 1983 au passage du cyclone Veena.

Ils sont construits en appliquant un coefficient multiplicateur égal au rapport des débits de pointe.

Ils sont présentés en **annexe 4**.

Pour chacune de ces crues, des niveaux marins de 0 m NGT et de 1 m NGT seront simulés.

Nous disposons de repères de crue pour l'épisode de décembre 1998. Selon l'étude réalisée par J. Danloux en 2003, le débit de pointe de cette crue a été évalué à 1100 m³/s.

3.4. CALAGE DU MODELE

Le modèle a été calé sur la crue de décembre 1998 dont le débit de pointe a été évalué à 1100 m³/s.

Nous disposons de repères de crue uniquement sur l'aval du modèle. L'amont n'étant pas urbanisé, aucune information concernant les niveaux atteints par les plus hautes eaux n'a pu être recueillie.

Cette partie du modèle a donc été calée à partir des observations de terrain en estimant les coefficients de strickler caractérisant le frottement en fonction de la nature du lit.

L'étude réalisée par EDF en 1998 nous a également aidé à ajuster les coefficients de strickler. Ceux-ci sont donnés en **annexe 5**.

L'aval du modèle a été calé grâce aux repères de crue après avoir analysé leur pertinence.

La figure ci-dessous donne la position de ces cotes de Plus Hautes Eaux.

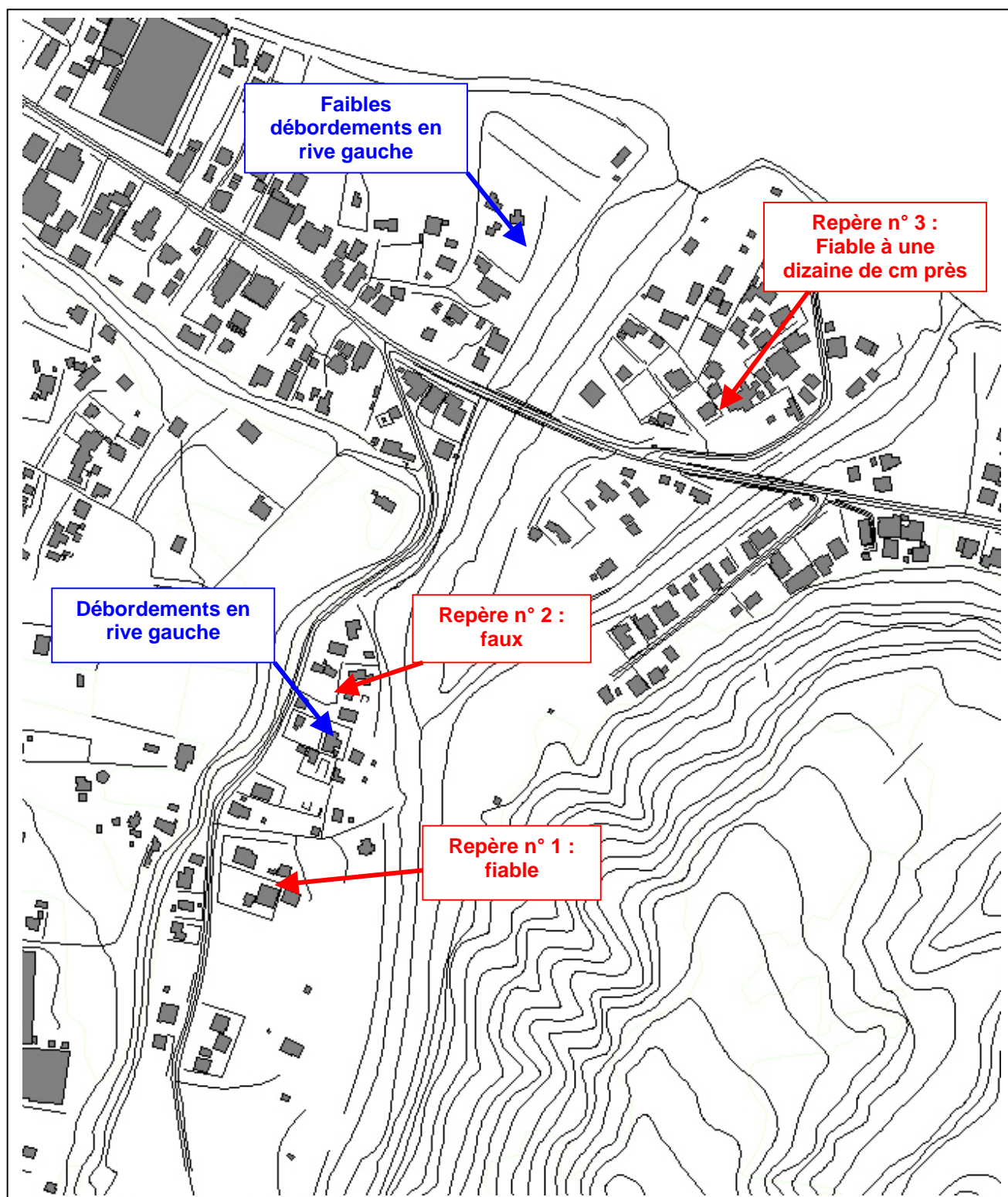
La Mairie de Papenoo nous a signalé des débordements en rive gauche en amont de la route de ceinture, ce qui a été confirmé par les riverains (voir PHE 1 et 2).

Des débordements ont été identifiés entre les deux bras de la Papenoo en amont de la route de ceinture.

La Mairie a également fait état de faibles débordements en rive gauche en aval de la route de ceinture.

Le modèle a donc été calé sur la crue de décembre 1998 à partir de ces informations et sur les deux repères de crue cohérents levés par le géomètre.

Figure : Repères de Plus Hautes Eaux recueillies auprès des riverains sur la crue de décembre 1998



4. SIMULATION DES CRUES DE PROJET

Une fois le modèle calé, les simulations effectuées sont les suivantes :

	Crue de projet	Hauteur du lagon
Simulation 1	Crue de type avril 1983	0.30 m
Simulation 2	Crue décennale	0 m
Simulation 3	Crue décennale	1 m
Simulation 4	Crue centennale	0 m
Simulation 5	Crue centennale	1 m

Les résultats de la modélisation se présentent sous la forme de cotes d'eau maximales au centre des casiers, vitesses et débits aux interfaces entre casiers.

Les cotes d'eau maximales au centre des casiers, les débits et vitesses aux interfaces sont donnés en **annexe 6**.

La cartographie de la zone inondée par une crue de type avril 1983 figure sur le plan joint à ce rapport.

Cette enveloppe d'inondation ne peut être comparée à d'éventuelles observations faites lors de la crue du 12 avril 1983. Des crues se sont produites depuis cette date dont celle de 1998 qui a modifié la bathymétrie du lit mineur du fait du transport solide.

Les crues décennale et centennale avec un niveau marin en aval de 0 et 1 m NGT ont été simulées. La cartographie de l'aléa (plans joints au dossier) de ces différentes crues permet de caractériser les débordements.

Le profil en long du lit mineur (fond, berges, lignes d'eau) est donné ci-dessous.

L'enveloppe d'inondation de la crue de type avril 1983 diffère peu de celle de la crue centennale du fait de leur débit de pointe voisin.

Les résultats de la modélisation pour la crue centennale sont identiques pour un niveau aval de 1mNGT et de 0 mNGT. Pour un débit centennal, un niveau d'eau en mer inférieur ou égal à 1mNGT n'a pas d'influence sur le niveau d'eau en amont dans le lit mineur. En aval du modèle, au niveau de la sortie en mer, la ligne d'eau passe par une cote critique qui est fonction du débit amont et non du niveau d'eau en aval.

Pour la crue décennale, un niveau aval de 1mNGT influe sur les cotes en lit mineur. Pour un niveau marin de 0 mNGT, la ligne d'eau passe par la cote critique au droit du débouché en mer.

En amont du modèle, la route qui longe la Papenoo en rive gauche est inondée dès la crue décennale au niveau de ses points bas. Une partie de la zone d'activité est inondée en crue centennale mais les bâtiments restent hors d'eau. Aucune zone résidentielle n'est menacée.

En rive droite plus en aval, on distingue une zone en eau dès la crue décennale. Cette zone de points bas est en permanence inondée. Les hauteurs d'eau dépassent 1m dès la crue décennale.

Les habitations situées en rive droite en amont de la déflueuse sont inondées dès la crue décennale. Les enquêtes de terrain ont confirmé ces résultats puisque certaines habitations ont été noyées sous plusieurs dizaines de centimètres d'eau lors de la crue de décembre 1998. Les hauteurs d'eau dépassent 1m pour la crue centennale : ces zones résidentielles sont particulièrement exposées au risque inondation.

La rive droite en amont de la route de ceinture n'est menacée que pour la crue centennale. Elle reste hors d'eau en crue décennale.

Plusieurs habitations sont situées entre les deux bras de la Papenoo. Cette zone est entièrement inondée en crue centennale sous des hauteurs d'eau qui peuvent dépasser 1m. En crue décennale, seuls les abords du lit mineur sont touchés par des débordements.

En amont de la route de ceinture, les vitesses d'écoulement sont principalement supérieures à 0.50m/s. En effet, les écoulements restent canalisés dans la vallée. On ne distingue pas de zone d'expansion importante.

En aval de la route de ceinture, les vitesses en lit majeur ne dépassent pas 0.50 m/s. Les débordements restent localisés à proximité du lit mineur. Seule la zone entre les deux bras est entièrement inondée pour une crue centennale.

Les deux ponts de la route de ceinture ne sont pas en charge. Le rétrécissement de la section d'écoulement du lit mineur provoqué par ces ouvrages reste faible. L'ouvrage de franchissement du bras principal (à l'ouest) comporte une pile centrale de 3m de large, ce qui reste faible comparée à la largeur de la section d'écoulement et le pont du bras secondaire ne comprend pas de pile. Ces ouvrages ne créent que de faibles pertes de charge singulière.

Profil en long du lit mineur (bras principal)

Rédigé par :  **BCEOM**
SOCIÉTÉ FRANÇAISE D'INGÉNIERIE



Profil en long du lit mineur (bras secondaire)

5. LA CARTOGRAPHIE

La cartographie fournie comprend :

- **CARTE 1** : cartographie de l'enveloppe d'inondation d'une crue de type avril 1983
- **CARTE 2** : cartographie de l'aléa inondation de la crue décennale pour une cote d'eau dans le lagon de 0 m NGT
- **CARTE 3** : cartographie de l'aléa inondation de la crue décennale pour une cote d'eau dans le lagon de 1 m NGT
- **CARTE 4** : cartographie de l'aléa inondation de la crue centennale pour une cote d'eau dans le lagon de 1 m NGT

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

La précision des cartographies reste liée à la densité et à la précision de la topographie existante. Il est à signaler en particulier la faible densité des points topographiques en lit majeur du cours d'eau. Les limites précises de l'enveloppe des zones inondables restent donc entachées d'une certaine imprécision.

ANNEXES

Rédigé par :



ANNEXE 1 :

Fiches des Plus Hautes Eaux

Rédigé par :



ANNEXE 2 :

Plan du découpage en casiers

Rédigé par :



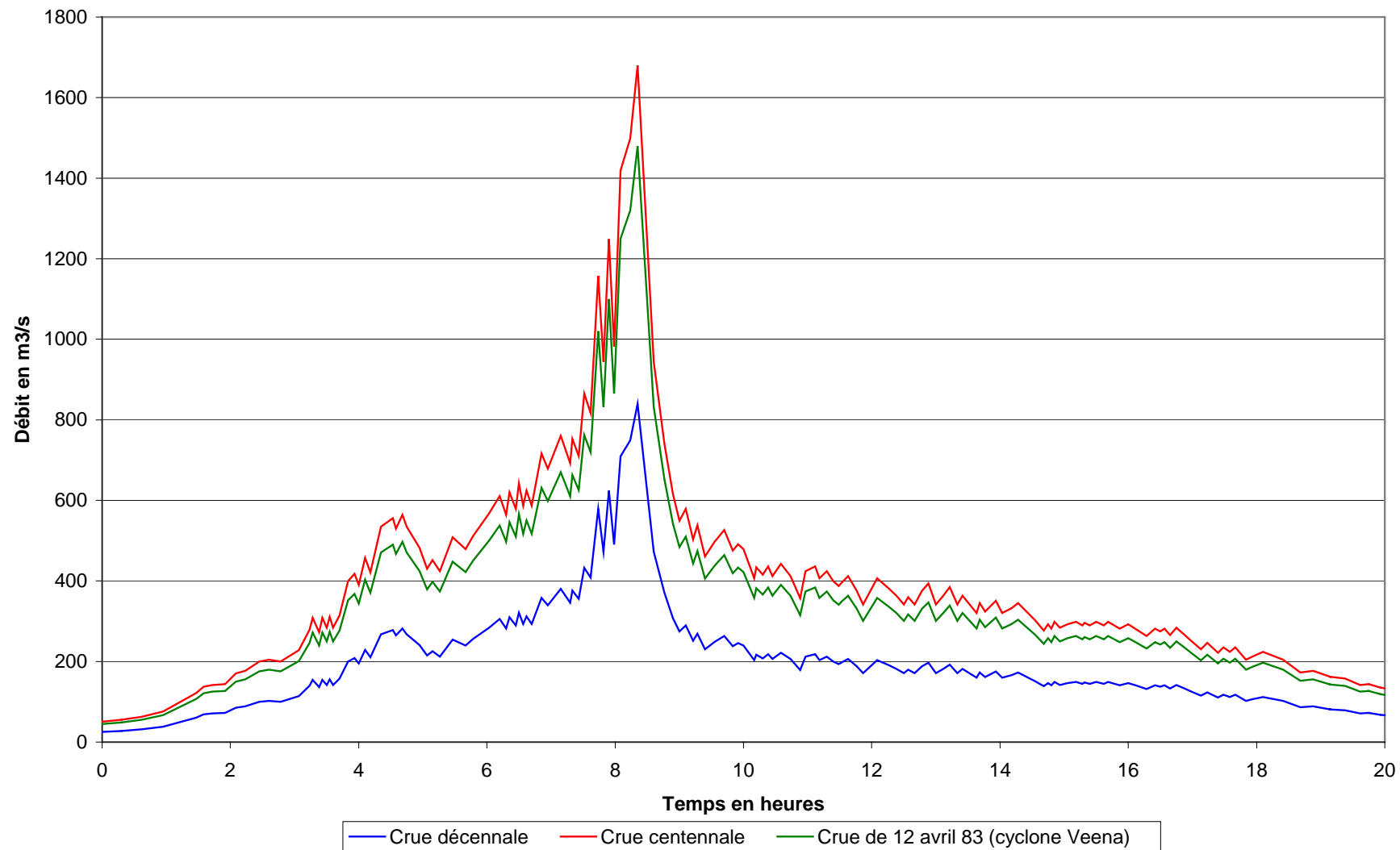
ANNEXE 3 :
Notice STREAM

Rédigé par :



ANNEXE 4

Hydrogrammes de crue de la PAPENOO



Rédigé par :

ANNEXE 5

Coefficients de strickler

Numéro de liaison intercasier	Coefficient de strickler	Numéro de liaison intercasier	Coefficient de strickler	Numéro de liaison intercasier	Coefficient de strickler
-1001-1101	13	-10011000	13	10001100	15
-1101-1201	13	-11011100	13	11001200	15
-1201-1301	13	-12011200	13	12001300	15
-1301-1401	13	-13011300	13	13001400	15
-1401-1501	13	-14011400	13	14001500	15
-1501-1601	13	-15011500	13	15001600	15
-1601-1701	13	-16011600	13	16001700	15
-1701-1801	13	-17011700	13	17001800	20
-1801-1901	13	-18011800	13	18001900	20
-1901-2001	13	-19011900	13	19002000	20
19002001	19	-2001-2101	13	-20012000	13
20002100	20	20002001	19	20012101	21
-2101-2201	13	-21012100	13	21002200	20
21002101	19	21012201	21	-2201-2301	15
-22012200	15	22002300	20	22002201	19
22012301	21	-2301-2401	17	23002400	20
23002301	19	23012401	21	-2401-2501	19
24002500	20	24002401	19	24012501	21
-2501-2601	20	25002600	20	25002501	21
25012601	21	-2601-2701	21	-26012600	20
26002700	20	26002601	21	26012701	21
-2701-2801	21	-27012700	21	27002800	20
27002701	21	27012801	21	-2801-2901	21
-28012800	21	28002900	25	28002801	21
-2901-3001	21	-29012900	21	29003000	25
-3001-3101	21	-30013000	21	30003100	25
-3101-3201	21	-31013100	21	31003200	25
-3201-3301	21	-32013200	21	32003300	25
32003201	21	32013301	21	-3301-3401	21
-33013300	21	33003400	25	33003301	21
33013302	21	33023400	21	33023406	21
-3401-3501	18	-34013400	19	34003500	25

34003501	18	34003405	25	34053501	19
34053505	25	34053406	21	34063506	21
-35013500	18	35003600	25	35003501	19
35013502	19	35023600	19	35023601	19
35023505	19	35053605	25	35053506	21
35063606	21	3600-3701	17	36003700	25
36013700	19	36013715	19	36013605	19
36053715	25	36053606	18	36063716	18
-3701-3802	12	-37013700	17	37003705	25
3705-3801	17	37053800	30	37053706	15
37063801	15	37063710	15	37103805	30
37103806	12	37153710	25	37153716	14
37163807	12	-3804-3803	12	-3803-3802	12
-3801-3902	12	-3801-3901	12	-38013800	17
38003900	30	38003801	12	38013901	12
38013805	12	38053905	30	38053806	12
38063906	12	38063907	12	38073808	12
-39054000	12	-3905-3904	12	-39044000	12
-3904-3903	12	-39034000	12	-3903-3902	12
-39024000	12	-3902-3901	12	-39014000	12
-39013900	17	39004000	30	39003901	12
39014000	12	39013905	12	39054000	30
39053906	12	39064000	12	39063907	12
39074000	12	39073908	12	39084000	12

ANNEXE 6

Tableau de résultats

Numéro de casier	Q10 Hlagon=0mNGT	Q10 Hlagon=1mNGT	Q100	Crue de type avril 1983 (cyclone Veena)
	Cote d'eau en mNGT	Cote d'eau en mNGT	Cote d'eau en mNGT	Cote d'eau en mNGT
-1001	14.35	14.35	14.70	14.43
1000	13.10	13.10	15.26	14.79
-1101	11.65	11.65	13.76	13.36
1100	12.03	12.03	13.98	13.59
-1201	10.96	10.96	12.81	12.40
1200	11.23	11.23	13.11	12.72
-1301	10.45	10.45	12.55	12.13
1300	10.45	10.45	12.48	12.06
-1401	9.78	9.78	11.78	11.35
1400	9.72	9.72	11.81	11.38
-1501	9.22	9.22	11.34	10.91
1500	9.22	9.22	11.34	10.91
-1601	8.82	8.82	10.91	10.48
1600	8.81	8.81	10.90	10.48
-1701	8.44	8.44	10.52	10.10
1700	8.45	8.45	10.52	10.10
-1801	8.20	8.20	10.23	9.82
1800	8.22	8.22	10.26	9.85
-1901	7.68	7.68	9.67	9.26
1900	7.67	7.67	9.64	9.24
-2001	7.28	7.28	9.16	8.78
2000	7.28	7.28	9.16	8.78
2001	10.00	10.00	10.00	10.00
-2101	6.92	6.92	8.75	8.38
2100	6.91	6.91	8.74	8.37
2101	6.65	6.65	8.48	8.11
-2201	6.70	6.70	8.51	8.15
2200	6.70	6.70	8.51	8.15
2201	6.65	6.65	8.47	8.10
-2301	6.56	6.56	8.41	8.05
2300	6.62	6.62	8.43	8.06

Numéro de casier	Q10 Hlagon=0mNGT	Q10 Hlagon=1mNGT	Q100	Crue de type avril 1983 (cyclone Veena)
	Cote d'eau en mNGT	Cote d'eau en mNGT	Cote d'eau en mNGT	Cote d'eau en mNGT
2301	6.62	6.62	8.43	8.06
-2401	6.38	6.38	8.29	7.93
2400	6.53	6.53	8.32	7.96
2401	6.53	6.53	8.32	7.96
-2501	6.32	6.32	8.18	7.81
2500	6.32	6.32	8.14	7.78
2501	6.37	6.37	8.17	7.81
-2601	6.06	6.06	7.86	7.50
2600	6.01	6.01	7.83	7.47
2601	6.01	6.01	7.83	7.47
-2701	7.10	7.10	7.12	7.10
2700	5.71	5.71	7.47	7.12
2701	5.72	5.72	7.48	7.13
-2801	5.10	5.10	6.19	5.97
2800	5.43	5.43	7.07	6.76
2801	5.57	5.57	7.27	6.94
-2901	5.08	5.08	6.15	5.93
2900	5.10	5.10	6.48	6.22
-3001	4.70	4.70	5.93	5.68
3000	4.84	4.84	6.13	5.88
-3101	4.40	4.40	5.80	5.54
3100	4.64	4.64	5.91	5.67
-3201	4.30	4.30	5.63	5.38
3200	4.32	4.32	5.63	5.38
3201	4.32	4.32	5.63	5.38
-3301	3.93	3.93	5.29	5.03
3300	3.78	3.78	5.13	4.87
3301	4.25	4.25	5.13	4.87
3302	3.78	3.78	4.76	4.51
-3401	3.61	3.61	4.98	4.74
3400	3.48	3.48	4.76	4.51
3405	3.32	3.32	4.57	4.33
3406	3.58	3.58	4.57	4.32
-3501	4.40	4.40	4.88	4.63

Numéro de casier	Q10 Hlagon=0mNGT	Q10 Hlagon=1mNGT	Q100	Crue de type avril 1983 (cyclone Veena)
	Cote d'eau en mNGT	Cote d'eau en mNGT	Cote d'eau en mNGT	Cote d'eau en mNGT
3500	3.35	3.35	4.59	4.35
3501	3.34	3.34	4.59	4.35
3502	3.05	3.05	4.19	3.96
3505	3.09	3.09	4.26	4.02
3506	3.16	3.16	4.26	4.02
3600	3.05	3.05	4.18	3.95
3601	2.93	2.93	4.10	3.87
3605	2.90	2.90	4.06	3.83
3606	3.10	3.10	4.06	3.83
-3701	3.50	3.50	3.79	3.50
3700	2.88	2.88	3.93	3.72
3705	2.58	2.58	3.54	3.35
3706	2.32	2.32	3.12	2.99
3710	2.29	2.31	3.20	3.03
3715	2.50	2.51	3.45	3.26
3716	3.33	3.33	3.73	3.49
-3805	5.50	5.50	5.50	5.50
-3804	5.20	5.20	5.20	5.20
-3803	5.00	5.00	5.00	5.00
-3802	3.50	3.50	3.73	3.50
-3801	2.38	2.38	2.42	2.38
3800	2.39	2.39	3.24	3.07
3801	1.91	2.00	2.86	2.68
3805	2.12	2.13	2.93	2.77
3806	2.22	2.22	2.93	2.77
3807	5.40	5.40	5.40	5.40
3808	5.70	5.70	5.70	5.70
-3905	0.80	1.00	1.70	1.50
-3904	0.80	1.00	1.70	1.50
-3903	1.00	1.00	1.70	1.50
-3902	1.10	1.11	1.70	1.50
-3901	1.27	1.32	1.87	1.74
3900	2.05	2.05	2.77	2.62
3901	1.79	1.99	2.76	2.61

Numéro de casier	Q10 Hlagon=0mNGT	Q10 Hlagon=1mNGT	Q100	Crue de type avril 1983 (cyclone Veena)
	Cote d'eau en mNGT	Cote d'eau en mNGT	Cote d'eau en mNGT	Cote d'eau en mNGT
3905	1.91	1.94	2.62	2.47
3906	1.56	1.61	2.52	2.40
3907	3.30	3.30	3.30	3.30
3908	3.50	3.50	3.50	3.50

Rédigé par :

Numéro de liaison intercasier	Q10 Hlagon=0mNGT		Q10 Hlagon=1mNGT		Q100		Crue de type mars 1981 (cyclone Tahmar)	
	Débit en m3/s	Vitesse en m/s	Débit en m3/s	Vitesse en m/s	Débit en m3/s	Vitesse en m/s	Débit en m3/s	Vitesse en m/s
-10011000	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.7	-0.4	-0.3	0.0
-1001-1101	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0
10001100	838.4	3.4	838.4	3.4	1675.5	4.5	1477.4	4.3
-11011100	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-36.1	-0.5	-19.6	-0.5
-1101-1201	0.0	0.0	0.0	0.0	36.8	1.3	19.4	1.1
11001200	834.7	3.8	834.7	3.8	1634.2	4.9	1452.9	4.6
-12011200	-7.8	-0.3	-7.8	-0.3	-156.5	-1.0	-113.2	-0.9
-1201-1301	7.8	0.0	7.8	0.0	189.6	1.0	129.6	0.9
12001300	825.3	3.5	825.3	3.5	1474.7	4.1	1337.0	4.0
-13011300	2.6	-0.1	2.6	-0.1	125.1	0.6	89.4	0.5
-1301-1401	6.5	0.0	6.5	0.0	65.5	1.3	41.5	1.3
13001400	821.9	3.4	821.9	3.4	1589.8	4.2	1416.7	4.0
-14011400	2.5	0.3	2.5	0.3	-82.7	-0.5	-60.3	-0.4
-1401-1501	4.1	0.5	4.1	0.5	146.1	1.5	100.6	1.3
14001500	821.8	3.0	821.8	3.0	1504.0	3.7	1353.3	3.6
-15011500	-4.3	-0.1	-4.3	-0.1	28.8	0.1	20.4	0.1
-1501-1601	7.3	0.7	7.3	0.7	117.5	1.5	80.7	1.3
15001600	815.6	2.8	815.6	2.8	1527.2	3.5	1368.1	3.4
-16011600	3.7	0.2	3.7	0.2	68.0	0.3	45.6	0.2
-1601-1701	3.7	0.6	3.7	0.6	49.2	1.4	34.9	1.2
16001700	816.8	2.5	816.8	2.5	1591.5	3.3	1410.1	3.1
-17011700	-7.8	-0.2	-7.8	-0.2	-35.1	-0.2	-27.9	-0.1
-1701-1801	11.0	0.7	11.0	0.7	83.1	1.2	61.8	1.1
17001800	806.9	2.9	806.9	2.9	1553.7	3.9	1379.8	3.7
-18011800	-34.6	-0.3	-34.6	-0.3	-144.4	-0.5	-114.9	-0.5
-1801-1901	45.1	1.2	45.1	1.2	226.4	1.9	175.7	1.7
18001900	771.2	4.2	771.2	4.2	1407.6	5.3	1263.3	5.1
-19011900	37.1	0.2	37.1	0.2	178.4	0.5	139.5	0.4
-1901-2001	7.9	0.9	7.9	0.9	47.3	1.5	35.6	1.4
19002000	806.7	3.5	806.7	3.5	1583.5	4.7	1400.6	4.4
19002001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-20012000	-2.4	0.1	-2.4	0.1	-13.0	0.0	-10.4	0.0
-2001-2101	9.9	0.8	9.9	0.8	59.7	1.4	45.5	1.3

Numéro de liaison intercasier	Q10 Hlagon=0mNGT		Q10 Hlagon=1mNGT		Q100		Crue de type mars 1981 (cyclone Tahmar)	
	Débit en m3/s	Vitesse en m/s	Débit en m3/s	Vitesse en m/s	Débit en m3/s	Vitesse en m/s	Débit en m3/s	Vitesse en m/s
20002001	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20002100	802.9	3.2	802.9	3.2	1568.2	4.2	1388.2	4.0
20012101	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-21012100	9.7	0.3	9.7	0.3	51.7	0.3	40.3	0.3
-2101-2201	0.2	0.3	0.2	0.3	7.6	0.8	4.9	0.7
21002101	81.8	1.3	81.8	1.3	286.4	1.7	231.8	1.6
21002200	729.0	2.7	729.0	2.7	1330.9	3.6	1194.3	3.4
21012201	80.7	0.3	80.7	0.3	284.4	0.7	230.1	0.7
-22012200	-1.6	0.0	-1.6	0.0	-19.9	-0.1	-14.8	-0.1
-2201-2301	1.5	0.3	1.5	0.3	27.2	0.8	19.5	0.7
22002201	238.7	0.9	238.7	0.9	460.6	1.1	412.5	1.1
22002300	487.5	1.8	487.5	1.8	847.9	2.3	764.8	2.2
22012301	317.0	0.9	317.0	0.9	741.4	1.4	639.3	1.3
-23012300	-4.6	-0.7	-4.6	-0.7	-68.5	-0.8	-52.2	-1.0
-2301-2401	5.1	0.4	5.1	0.4	95.1	1.1	71.1	1.0
23002301	26.2	0.4	26.2	0.4	-99.5	0.5	-76.5	0.5
23002400	483.7	2.0	483.7	2.0	875.4	2.6	785.7	2.5
23012401	313.2	1.7	313.2	1.7	640.6	2.2	561.9	2.1
-24012400	-13.6	-1.3	-13.6	-1.3	-93.1	-1.4	-78.4	-1.4
-2401-2501	18.5	0.5	18.5	0.5	187.2	1.4	148.6	1.3
24002401	-34.1	-0.4	-34.1	-0.4	-33.6	0.4	-33.5	0.4
24002500	498.1	2.7	498.1	2.7	796.8	3.1	726.3	3.0
24012501	283.8	1.8	283.8	1.8	623.0	2.3	540.2	2.2
-25012500	18.2	0.2	18.2	0.2	156.4	0.6	128.4	0.6
-2501-2601	0.9	0.5	0.9	0.5	30.6	1.4	20.0	1.3
25002501	-182.2	-0.9	-182.2	-0.9	-314.4	-0.9	-285.7	-0.9
25002600	692.9	2.9	692.9	2.9	1265.7	3.7	1138.6	3.5
25012601	100.4	1.8	100.4	1.8	307.2	2.3	253.2	2.2
-26012600	0.9	0.3	0.9	0.3	30.5	0.5	20.0	0.4
-2601-2701	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
26002601	-34.2	-0.1	-34.2	-0.1	-41.8	-0.1	-41.0	-0.1
26002700	726.9	3.0	726.9	3.0	1334.7	4.0	1198.0	3.8
26012701	66.4	1.4	66.4	1.4	267.8	2.2	212.8	2.0
-27012700	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.4	0.0	0.0	0.0

Numéro de liaison intercasier	Q10 Hlagon=0mNGT		Q10 Hlagon=1mNGT		Q100		Crue de type mars 1981 (cyclone Tahmar)	
	Débit en m3/s	Vitesse en m/s	Débit en m3/s	Vitesse en m/s	Débit en m3/s	Vitesse en m/s	Débit en m3/s	Vitesse en m/s
-2701-2801	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
27002701	-50.1	-0.3	-50.1	-0.3	-173.5	-0.7	-142.4	-0.6
27002800	775.9	3.0	775.9	3.0	1506.5	4.2	1339.2	4.0
27012801	16.1	1.1	16.1	1.1	94.1	2.0	70.2	1.8
-28012800	0.0	0.0	0.0	0.0	-29.7	-1.0	-19.8	0.0
-2801-2901	0.0	0.0	0.0	0.0	29.4	0.4	19.1	0.3
28002801	-16.1	-1.1	-16.1	-1.1	-94.1	-2.0	-70.1	-1.8
28002900	791.3	3.9	791.3	3.9	1570.4	5.8	1388.9	5.4
-29012900	-2.6	-0.3	-2.6	-0.3	-143.4	-1.2	-93.7	-1.0
-2901-3001	1.9	0.5	1.9	0.5	171.1	1.0	111.3	0.9
29003000	788.2	3.4	788.2	3.4	1426.3	4.7	1294.6	4.4
-30013000	-14.8	-0.5	-14.8	-0.5	-168.4	-1.2	-134.4	-1.1
-3001-3101	15.2	0.4	15.2	0.4	336.7	1.1	242.9	1.0
30003100	773.0	3.1	773.0	3.1	1256.7	3.9	1159.0	3.7
-31013100	-11.6	-0.5	-11.6	-0.5	-95.0	-0.9	-77.4	-0.8
-3101-3201	25.0	0.4	25.0	0.4	429.3	1.3	318.0	1.1
31003200	760.7	3.6	760.7	3.6	1160.3	4.2	1080.2	4.1
-32013200	-12.8	-0.4	-12.8	-0.4	-38.5	-0.4	-34.4	-0.4
-3201-3301	33.1	0.7	33.2	0.7	437.8	1.7	331.9	1.5
32003201	0.1	0.0	0.1	0.0	2.3	0.0	1.2	0.1
32003300	747.4	4.1	747.4	4.1	1143.2	4.6	1058.6	4.5
32013301	0.0	0.0	0.0	0.0	2.2	0.9	0.9	0.7
-33013300	20.5	0.5	20.6	0.5	220.8	1.2	175.6	1.1
-3301-3401	11.9	0.5	11.9	0.5	216.0	1.4	155.4	1.2
33003301	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.1	-0.2	-0.8	-0.2
33003400	764.0	3.2	763.9	3.2	1362.8	4.2	1232.4	4.0
33013302	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	0.0	0.2	0.0
33023400	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.2	-0.1	-0.6	-0.1
33023406	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.4	0.5	0.0
-34013400	11.9	0.4	11.9	0.4	211.5	1.2	154.2	1.0
-3401-3501	0.0	0.0	0.0	0.0	4.3	0.4	1.0	0.2
34003405	134.1	1.8	134.1	1.8	264.0	2.4	232.7	2.3
34003500	582.4	2.0	582.4	2.0	1054.1	2.7	948.6	2.6
34003501	57.0	0.7	57.0	0.7	253.6	1.3	203.4	1.1

Numéro de liaison intercasier	Q10 Hlagon=0mNGT		Q10 Hlagon=1mNGT		Q100		Crue de type mars 1981 (cyclone Tahmar)	
	Débit en m3/s	Vitesse en m/s	Débit en m3/s	Vitesse en m/s	Débit en m3/s	Vitesse en m/s	Débit en m3/s	Vitesse en m/s
34053406	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.2	1.1	0.2
34053501	-84.8	-0.6	-84.7	-0.6	-214.2	-0.8	-188.9	-0.7
34053505	218.5	1.9	218.4	1.9	476.2	2.8	420.0	2.7
34063506	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	0.7	1.5	0.5
-35013500	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0	1.0	0.0
35003501	34.3	0.4	34.3	0.4	62.5	0.4	45.7	0.4
35003600	548.7	3.2	548.8	3.2	995.1	4.5	903.5	4.3
35013502	5.1	0.7	5.1	0.7	101.6	1.1	59.6	0.9
35023505	-38.8	-0.5	-39.1	-0.5	-157.3	-1.0	-132.3	-0.9
35023600	-10.6	-0.2	-10.7	-0.2	78.3	0.3	51.9	0.3
35023601	40.6	0.7	40.5	0.7	180.8	0.9	140.4	0.8
35053506	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.2	3.7	-0.2
35053605	179.7	1.9	179.3	1.9	313.3	2.4	284.3	2.3
35063606	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.6	4.6	0.5
3600-3701	0.0	0.0	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0	0.0
36003700	551.6	2.6	552.1	2.6	1069.8	3.8	954.5	3.6
36013605	38.3	0.4	38.2	0.4	142.7	0.7	115.6	0.6
36013700	2.2	0.3	2.2	0.3	35.4	0.8	23.1	0.7
36013706	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
36013715	0.2	0.0	0.2	0.0	2.7	1.3	1.6	1.1
36053606	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.9	-0.1	-4.9	-0.1
36053715	217.9	3.7	217.3	3.7	462.6	5.5	403.6	5.1
36063716	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.5	0.5	0.3
-37013700	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-3701-3802	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
-3701-3801	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37003705	553.8	3.8	554.2	3.8	1105.1	5.3	977.5	5.0
37053706	0.0	0.0	0.0	0.0	16.9	0.7	10.5	0.6
3705-3801	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37053800	553.6	3.0	554.1	3.0	1088.1	4.5	966.8	4.2
37063710	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.5	-0.4	-6.8	-0.2
37063801	0.0	0.0	0.0	0.0	31.1	0.5	17.1	0.4
37103715	-217.9	-2.6	-217.3	-2.6	-466.8	-3.7	-405.6	-3.4
37103805	217.8	2.6	217.2	2.5	452.2	3.9	398.7	3.6

Numéro de liaison intercasier	Q10 Hlagon=0mNGT		Q10 Hlagon=1mNGT		Q100		Crue de type mars 1981 (cyclone Tahmar)	
	Débit en m3/s	Vitesse en m/s	Débit en m3/s	Vitesse en m/s	Débit en m3/s	Vitesse en m/s	Débit en m3/s	Vitesse en m/s
37103806	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37153716	0.0	0.0	0.0	0.0	-2.2	0.0	-0.5	0.0
37163806	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
37163807	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-3805-3804	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-3805-3905	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-3804-3803	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-3804-3904	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-3803-3802	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-3803-3903	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-3802-3902	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-38013800	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0
-3801-3902	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-3801-3901	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0
38003801	5.6	0.3	5.6	0.3	59.7	0.6	42.9	0.5
38003900	547.9	2.9	548.4	2.9	1027.9	4.0	923.7	3.8
38013805	0.0	0.0	0.0	0.0	-15.1	-0.2	-10.8	-0.2
38013901	5.3	0.1	5.4	0.1	105.0	0.4	70.0	0.3
38053806	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.1	1.0	0.1
38053905	217.7	2.1	217.1	2.1	436.2	3.0	386.8	2.8
38063906	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.3	0.9	0.0
38063907	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38073808	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38073907	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
38083908	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-3905-3904	0.0	0.0	0.0	0.1	0.9	0.3	0.4	0.2
-39054000	-4.5	-0.1	-25.3	-0.2	-136.7	-0.6	-108.8	-0.5
-3904-3903	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.1	0.1	0.1
-39044000	-0.1	0.0	-4.4	-0.1	-47.6	-0.4	-32.2	-0.3
-3903-3902	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	-0.1	0.1	0.0
-39034000	0.0	0.0	0.0	0.0	-61.7	-0.3	-29.3	-0.2
-3902-3901	0.0	0.0	0.0	0.0	-1.6	-0.1	-0.9	-0.1
-39024000	0.0	0.0	0.0	0.0	-45.9	-0.3	-17.8	-0.2
-39013900	-10.9	-0.8	-11.0	-0.7	-52.2	-1.2	-40.8	-1.1

Numéro de liaison intercasier	Q10 Hlagon=0mNGT		Q10 Hlagon=1mNGT		Q100		Crue de type mars 1981 (cyclone Tahmar)	
	Débit en m3/s	Vitesse en m/s	Débit en m3/s	Vitesse en m/s	Débit en m3/s	Vitesse en m/s	Débit en m3/s	Vitesse en m/s
-39014000	10.7	0.0	10.7	0.0	-73.0	-0.4	39.5	0.3
39003901	15.4	0.3	10.3	0.2	30.4	0.3	25.9	0.2
39004000	521.6	3.8	527.4	3.7	959.7	4.7	867.4	4.6
39013905	-7.9	-0.2	6.4	0.2	38.2	-0.4	28.4	0.3
39014000	27.6	0.0	7.2	0.4	81.0	0.8	55.0	0.7
39053906	1.1	0.2	1.4	0.3	16.8	0.3	11.2	0.3
39054000	208.8	3.0	221.0	3.0	457.5	3.9	404.0	3.8
39063907	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39064000	0.8	0.0	1.1	0.0	17.0	0.6	11.1	0.5
39073908	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39074000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
39084000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Rédigé par :