



**DEPARTEMENT
EAU**

Dossier n°E001.16002



PROVINCE SUD

Direction du Développement Rural

**Etude d'actualisation et de consolidation des zones inondables sur la
Carignan, la Karikouïé et la Katiramona aval**

Commune de Païta

Phase 1 : Présentation des cours d'eau – Hydrologie

Phase 2 : Modélisation hydraulique

Phase 3 : Cartographie des hauteurs d'eau et des aléas inondation

Rapport

Le système qualité de GINGER SOPRONER est certifié ISO 9001-2008 par



ISO9001 : FDT1_V3/02-15

ÉVOLUTION DU DOCUMENT

Ind.	Date	Chef de projet	Ingénieur d'études	Description des mises à jour
1	Avril 2016	Jean-Baptiste MONNET	Mathilde BLANC Sylvie HAVET	Création du document – Phase 1
2	Juillet 2016	Jean-Baptiste MONNET	Mathilde BLANC Sylvie HAVET	Correction remarques phase 1 et intégration phase 2 – calage du modèle
3	Décembre 2016	Jean-Baptiste MONNET	Mathilde BLANC Sylvie HAVET	Correction remarques phase 2 – Compléments calage et intégration des résultats pour les crues de références
4	Février 2017	Jean-Baptiste MONNET	Sylvie HAVET	Correction remarques phase 2 – Intégration phase 3 : Cartographie
5	Mars 2017	Jean-Baptiste MONNET	Sylvie HAVET	Correction remarques phase 3

SOMMAIRE

ÉVOLUTION DU DOCUMENT	2
SOMMAIRE	2
I. AVANT PROPOS.....	7
I.1. CONTEXTE	7
I.2. OBJECTIFS.....	7
I.3. METHODOLOGIE	8
I.4. LISTE DES DONNEES D'ENTREE ET ETUDES EXISTANTES	8
II. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE HYDRAULIQUE SUR LA COMMUNE DE PAÏTA– SOGREAH – 2009	10
II.1. HYPOTHESES	10
II.1.1. Analyse hydrologique	10
II.1.2. Modélisation hydraulique.....	12
II.2. RESULTATS.....	13
III. PRÉSENTATION DU SECTEUR D'ÉTUDE	14
III.1. PRÉSENTATION DES COURS D'EAU	14
III.2. DESCRIPTION DES BASSINS VERSANTS ETUDIÉS.....	25
IV. ANALYSE HYDROLOGIQUE	27
IV.1. PLUVIOMETRIE.....	27
IV.1.1. Contexte pluviométrique	27
IV.1.2. Données pluviométriques disponibles	27
IV.1.3. Analyse statistique.....	28
IV.2. CALCUL DES TEMPS DE CONCENTRATION DES BASSINS VERSANTS ETUDIÉS	29
IV.3. ESTIMATION DES DÉBITS DE POINTE THÉORIQUES	30
IV.3.1. Méthodologie	30
IV.3.2. Résultats	35

IV.3.3.	Analyse des résultats	37
IV.3.4.	Comparaison avec valeurs obtenues dans l'étude SOGREAH	38
IV.3.5.	Synthèse de l'estimation des débits de pointe théoriques	39
IV.4.	DETERMINATION DES DEBITS DES CRUES HISTORIQUES	40
IV.4.1.	Cyclone Erica (Mars 2003)	41
IV.4.2.	Cyclone Anne (Janvier 1988)	44
IV.4.3.	Synthèse	46
V.	EXPLOITATION DES DONNEES TOPOGRAPHIQUES	47
V.1.	SYNTHESE DES DONNEES TOPOGRAPHIQUES EXISTANTES	47
V.1.1.	Etat actuel tenant compte de tous les projets actuels et/ou à venir	47
V.1.2.	Etat antérieur aux projets d'aménagement (2007)	48
V.2.	PROGRAMME DES LEVES TOPOGRAPHIQUES	49
V.3.	MODELES NUMERIQUES DE TERRAIN	49
V.3.1.	Modèle Numérique de Terrain « Etat actuel »	49
V.3.2.	Modèle numérique de Terrain utilisé pour le calage	50
VI.	METHODOLOGIE GENERALE POUR LA MODELISATION HYDRAULIQUE	51
VI.1.	METHODOLOGIE	51
VI.2.	HYPOTHESES HYDROLOGIQUES	52
VI.2.1.	Points d'injection	52
VI.2.2.	Méthode de construction des hydrogrammes	52
VI.2.3.	Hydrogrammes de crues historiques	55
VI.2.4.	Hydrogrammes de crues théoriques	60
VI.3.	CONDITION LIMITE AVAL	64
VI.3.1.	Crues historiques	64
VI.3.2.	Crues théoriques	64
VII.	CALAGE SUR LES CRUES HISTORIQUES	65
VII.1.	METHODOLOGIE	65
VII.2.	AJUSTEMENT DES PARAMETRES	65
VII.2.1.	Historique des ajustements effectués pour le calage du modèle sur l'épisode Anne	66
VII.2.2.	Résultats du calage pour le cyclone Anne	69
VII.2.1.	Résultats du calage pour le cyclone Erica	70
VII.2.2.	Paramètres de Strickler retenus à l'issue du calage	72
VIII.	MODELISATION DES CRUES THEORIQUES	73
VIII.1.	FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE GENERAL : CHENAUX D'ECOULEMENT ET POINTS DE DEBORDEMENTS	73
VIII.1.1.	Crue centennale	73
VIII.1.2.	Crue décennale	77
VIII.1.3.	Crue quinquennale	80
VIII.2.	OUVRAGES DE FRANCHISSEMENT	83
VIII.3.	ENJEUX VOIRIES ET HABITATIONS	84
VIII.3.1.	Voiries	84
VIII.3.2.	Habitations	85
VIII.4.	COMPARAISON DES RESULTATS AVEC CEUX DE L'ETUDE SOGREAH, 2009	86
IX.	ANALYSE DE SENSIBILITE	87
IX.1.	METHODOLOGIE	87
IX.2.	ANALYSE DE SENSIBILITE AUX VARIATIONS DE DEBIT	88
IX.2.1.	Variation de +/- 20%	88
IX.2.2.	Incidence des points d'injections intermédiaires	88
IX.2.3.	Incidence des décalages temporels entre les différents hydrogrammes	88
IX.3.	ANALYSE DE SENSIBILITE AUX VARIATIONS DE RUGOSITE	88
IX.3.1.	Variation de +/- 20%	88
IX.3.2.	Incidence des zones de rugosité particulière	89
IX.4.	ANALYSE DE SENSIBILITE A LA CONDITION LIMITE AVAL	89
IX.5.	ANALYSE DE SENSIBILITE AUX PARAMETRES INTERNES DU MODELE	89

IX.5.1.	Densité du maillage	89
IX.5.2.	Ouvrages de franchissement	89
IX.6.	CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DE SENSIBILITE	90
X.	CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES	91
X.1.	CARTE DES ISO-HAUTEURS, ISO-VITESSES.....	91
X.2.	CARTE DES ALEAS	91
XI.	LISTE DES PLANCHES	93
XII.	LISTE DES CARTES.....	94
XIII.	ANNEXES.....	95

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Précipitations moyennes annuelles (source Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie)	27
Figure 2 : Intensités centennales de précipitations en fonction de la durée de l'épisode pluvieux sur différentes stations	28
Figure 3 : Localisation des limnimètres	32
Figure 4 : Ajustement statistiques au droit de la station de Dumbéa Est	33
Figure 5 : Synthèse des ajustements de Gumbel pour la crue centennale sur l'ensemble des 22 stations hydrométriques de la Nouvelle Calédonie, source DAVAR	34
Figure 6 : Rapport Q100/QT défini à partir des ajustements Gumbel sur l'ensemble des 22 stations hydrométriques de la Nouvelle Calédonie, source DAVAR	34
Figure 7 : Débits calculés sur la Karikouïé et la Katiramona	36
Figure 8 : Extrait du modèle SHYREG de Météo-France (source DDR)	37
Figure 9 : Comparaison des débits de crue calculés avec ceux de l'étude SOGREAH sur la Karikouïé	38
Figure 10 : Comparaison des débits de crue calculés avec ceux de l'étude SOGREAH sur la Katiramona	38
Figure 11 : Hydrogrammes enregistrés aux différentes stations limnimétriques pour le cyclone Erica	42
Figure 12 : Cumuls horaires aux différentes stations pluviométriques mesurés lors du cyclone Erica	43
Figure 13 : Hydrogramme enregistré à la station de la Couvelée pour le cyclone Anne	44
Figure 14 : Cumuls horaires à la station du Mont Mou mesurés lors du cyclone Anne	45
Figure 15 : QDF de la station de Dumbéa Est (source DAVAR)	53
Figure 16 : Hydrogrammes de crue théorique (T= 5, 10 et 100 ans) au droit de la station hydrométrique de Dumbéa Est	54
Figure 17 : Hydrogrammes de crue définis pour la crue de calage Erica	57
Figure 18 : Hydrogrammes de crue définis pour la crue de calage Anne	59
Figure 19 : Hydrogrammes de crue définis pour la crue de période de retour 100 ans	61
Figure 20 : Hydrogrammes de crue définis pour la crue de période de retour 10 ans	62
Figure 21 : Hydrogrammes de crue définis pour la crue de période de retour 5 ans	63
Figure 22 : Profil en long (niveaux maximaux atteints) autour de l'ouvrage de franchissement de la Katiramona sous la SAV – tests ouvrages	67
Figure 23 : Profil en long (niveaux maximaux atteints) sur la Katiramona pour la crue Anne – tests MNT	68
Figure 24 : Paramètres de rugosité retenus à l'issue du calage	72
Figure 25 : Comparaison des hydrogrammes injectés et calculés en différentes sections en crue centennale	75
Figure 26 : Profil en long Carignan, Karikouïé et Katiramona – T=100 ans - niveaux maximum atteints dans le lit mineur	76
Figure 27 : Comparaison des hydrogrammes injectés et calculés en différentes sections en crue décennale	78
Figure 28 : Profil en long Carignan, Karikouïé et Katiramona – T=10 ans– niveaux maximum atteints dans le lit mineur	79
Figure 29 : Comparaison des hydrogrammes injectés et calculés en différentes sections en crue quinquennale	81
Figure 30 : Profil en long Carignan, Karikouïé et Katiramona – T=5 ans – niveaux maximum atteints dans le lit mineur	82

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Débits théoriques retenus dans l'étude SOGREAH - 2009.....	11
Tableau 2 : Débits historiques retenus dans l'étude SOGREAH – 2009	11
Tableau 3 : Débits historiques injectés dans le modèle pour le calage – SOGREAH – 2009	12
Tableau 4 : Débit théoriques injectés dans le modèle – SOGREAH - 2009	12
Tableau 5 : Caractéristiques des bassins versants étudiés	25
Tableau 6 : Stations de mesures pluviométriques	28
Tableau 7 : Temps de concentration calculés par différentes méthodes.....	30
Tableau 8 : Temps de concentration retenus pour les différents bassins versants	30
Tableau 9 : Coefficients de ruissellement utilisés	31
Tableau 10 : Caractéristiques des stations hydrométriques	32
Tableau 11 : Débits de crue théoriques des stations hydrométriques	32
Tableau 12 : Rappel des caractéristiques des bassins versants de Païta.....	35
Tableau 13 : Débits calculés en m ³ /s sur les bassins versants de la Karikoué et la Katiramona	35
Tableau 14 : Comparaison des débits de crue calculés avec ceux de l'étude SOGREAH (2009).....	39
Tableau 15 : Débits théoriques retenus sur la Karikoué et la Katiramona	39
Tableau 16 : Débits théoriques retenus sur la Siombéba et l'Ondemia	40
Tableau 17 : Analyse hydrométrique pour le cyclone Erica	42
Tableau 18 : Analyse pluviométrique pour le cyclone Erica.....	43
Tableau 19 : Analyse hydrométrique pour le cyclone Anne	45
Tableau 20 : Analyse pluviométrique pour le cyclone Anne	45
Tableau 21 : Tableau récapitulatif des débits de pointe retenus pour Anne et Erica.....	46
Tableau 22 : Caractéristiques de la crue Erica aux exutoires des cours d'eau et aux différents points d'injection du modèle	56
Tableau 23 : Caractéristiques de la crue Anne aux exutoires des cours d'eau et aux différents points d'injection du modèle	58
Tableau 24 : Résultats de calage pour le cyclone Anne	69
Tableau 25 : Résultats de calage pour le cyclone Erica	71
Tableau 26 : Caractéristiques des ouvrages de franchissement	83
Tableau 27 : Caractéristiques des voiries	84

I. AVANT PROPOS

I.1. CONTEXTE

Les principaux cours d'eau de la commune de Païta ont fait l'objet d'une cartographie des zones inondables en 2009 par l'intermédiaire d'un modèle hydraulique 1D réalisée par SOGREAH.

Ces études portaient notamment sur le cœur de ville et toute la partie plus en aval qui présente aujourd'hui un important potentiel de développement pour la commune. Depuis 2009, sur la zone située en sud-ouest de la RT1, de nombreux aménagements ont vu le jour : modification d'infrastructures (doublement de la SAVEXPRESS), construction d'équipements publics (Arène du Sud) ou réalisation de lotissements (ZIPAD). Tous ces projets ont fait l'objet d'études d'impacts hydrauliques s'appuyant sur le modèle de 2009.

Au regard des modifications importantes ayant affecté le secteur, il apparaît aujourd'hui nécessaire d'actualiser la cartographie des zones inondables. Cette étude est l'occasion d'affiner le modèle de 2009 qui avait mis en évidence des fonctionnements hydrauliques particuliers difficiles à caractériser par une approche unidimensionnelle (phénomènes de lits perchés successifs, confluence des lit majeurs,...) tout en intégrant les modifications intervenues ces dernières années afin d'aboutir à un modèle et une cartographie uniques.

La présente étude a donc pour objet d'actualiser la partie en aval de la RT1 de l'étude des zones inondables réalisée en 2009 tout en reprenant les données issues des études d'impacts hydrauliques plus récentes réalisées sur ce secteur, confrontées aux réalisations effectivement réalisées ou en passe de l'être.

La zone d'étude porte sur le secteur influencé par les rivières Carignan, Karikouïé et Katiramona en aval de la route territoriale n°1.

Le secteur d'étude est présenté sur la Planche 1.

→ Cf. Planche 1 : Localisation du secteur d'étude

I.2. OBJECTIFS

L'actualisation de l'étude de 2009 vise à produire une carte des aléas inondation à jour et consolidée.

Les objectifs de cette étude sont les suivants :

- Redéfinir les cotes d'inondation pour les crues Q5, Q10 et Q100, les hauteurs d'eau et les vitesses ;
- Réaliser une cartographie des zones inondables et des aléas associés sur l'ensemble de la zone d'étude ;
- Consolider la cartographie sur le secteur « étendu » en intégrant les secteurs situés en amont de la RT1.

I.3. METHODOLOGIE

L'étude est décomposée en trois phases :

- La phase 1 comprend la collecte, l'analyse et la synthèse de l'ensemble des données disponibles sur le secteur d'étude ainsi que les reconnaissances de terrain et les compléments d'enquête en vue d'améliorer la compréhension du fonctionnement hydraulique des cours d'eau et de dresser un état des lieux général.
- La phase 2 consiste à définir et suivre les travaux de relevés topographiques puis à réaliser la modélisation hydraulique du secteur en vue de caractériser le fonctionnement hydraulique des différents cours d'eau.
- Enfin, la phase 3 concerne la réalisation de la cartographie des résultats et le rapport de synthèse de l'étude en vue de la caractérisation des aléas inondation sur la zone d'étude.

I.4. LISTE DES DONNEES D'ENTREE ET ETUDES EXISTANTES

L'ensemble des données collectées et utilisées dans le cadre de cette étude sont listées ci-après :

- **Données topographiques**

- Données topographiques au 1/500^{ème} et au 1/2000^{ème} existantes sur la zone d'étude (Province Sud - DFA) incluant les plans de récolement sur le lotissement des Trois Vallées, les plans de récolement ZIPAD et PADDON, ainsi que les levés topographiques réalisés sur le secteur de l'Arène – ZIZA mis à disposition par la mairie de Païta, réalisés par N. Garrido – 2011-2012 ;
- Données topographiques au 1/10000^{ème} (DITTT, Gouvernement de la Nouvelle Calédonie) ;
- Orthophotos sur le secteur d'étude (DITTT, Gouvernement de la Nouvelle Calédonie) ;
- Levés topographiques des profils en travers et des ouvrages réalisés dans le cadre de la présente étude par le cabinet de géomètres Bourail Topo (cf. §V.2 Programme des levés topographiques et Annexe 5 : Plan des levés topographiques) ;
- Levés topographiques des profils en travers et des ouvrages réalisés dans le cadre de l'étude SOGREAH par le cabinet de géomètre Laurent Vautrin (avril 2007) ;
- Levés topographiques réalisés par photogrammétrie sur le secteur ZIPAD - PADDON en 2007 (Etat initial, antérieur à Paddon) mis à disposition par le promoteur ;
- Plans projet du Centre Commercial NOVA ;
- Plans projet du lotissement Vayleina.

Les différents projets sur la zone sont repérés sur la Planche 4.

L'ensemble des données relatives aux projets sur le secteur d'étude a été intégré dans la base de données topographiques au 1/2000^{ème} par les services de la Province Sud (DFA – Service Topographique).

- **Données climatiques et hydrométriques**

- Données pluviométriques et hydrométriques de la DAVAR (Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie) :
 - ✓ Hydrogrammes pour l'épisode Anne aux stations de Dumbéa Nord et de la Couvelée et pour l'épisode Erica aux stations de Dumbéa Est, Dumbéa Nord, la Couvelée ;
 - ✓ Hyétoigrammes pour l'épisode Anne au pluviomètre du Mont Mou et pour l'épisode Erica aux pluviomètres de Dumbéa Nord, Ouinne, Tontouta Téléphérique et au Mont Mou.

- Courbes Intensités Durées Fréquences sur la station pluviométrique du Mont Mou ;
- Laisses et Echelles de crues sur le secteur d'étude.

- **Etudes précédentes sur le secteur**

- Etude hydraulique de la zone d'aménagement concerté de Païta, HYDREX – 1992 ;
- Etude des zones inondables sur la commune de Païta - SOGREAH – 2009 ;
- Etude des zones inondables de Païta – Etude complémentaire sur la ZICO -SOGREAH -2011 ;
- Etudes d'impact hydraulique réalisées sur le secteur :
 - ⇒ Etude d'impact hydraulique du doublement de la SAVEXPRESS réalisée par SOGREAH en 2007 ;
 - ⇒ Etude d'impact hydraulique du Lotissement PADDON réalisée par SOGREAH en 2012 ;
 - ⇒ Etude d'impact hydraulique Projet GOAL réalisée par A2EP en 2008 ;
 - ⇒ Etude d'impact hydraulique de la zone commerciale en bordure de la Karikouie – SARL NOVA, réalisée par A2EP en 2015.

II. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE HYDRAULIQUE SUR LA COMMUNE DE PAÏTA-SOGREAH – 2009

II.1. HYPOTHESES

II.1.1. Analyse hydrologique

Les débits théoriques de crue de périodes de retour 5, 10 et 100 ans ont été estimés par la méthode rationnelle à partir des coefficients de Montana issus des IDF sur les stations pluviométriques du Mont Mou et de Tontouta.

Les coefficients de ruissellement ont été déterminés suivant la période de retour et les caractéristiques physiques du bassin versant (pente, urbanisation).

Bassin versant	Superficie (km ²)	C10	C100
Carignan en amont de la confluence avec la Karikouïé	25	0.61	0.81
Karikouïé en amont de la confluence avec la Carignan	29	0.66	0.86
Katiramona au droit de la SAV	13.7	0.59	0.79
Ondémia au droit de la RT1	3.9	0.7	1

Les temps de concentration des différents bassins versants ont été déterminés à partir de la méthode de Dujardin.

Bassin versant	Tc (min)	Vitesse de transfert (m/s)
Carignan en amont de la confluence avec la Karikouïé	87	2.4
Karikouïé en amont de la confluence avec la Carignan	102	2.1
Katiramona au droit de la SAV	111	1.3
Ondémia au droit de la RT1	60	1.2

Les coefficients de Montana utilisés ont été calculés au prorata de la superficie de bassin versant localisée dans la zone montagneuse (associé à la pluviométrie du poste du Mont Mou) et dans la zone de plaine (associé à la pluviométrie du poste de Tontouta).

Bassin versant	6 ≤ t ≤ 90 min		90 min ≤ t ≤ 24 h	
	T = 10 ans	T = 100 ans	T = 10 ans	T = 100 ans
	a (mm/min)/b	a (mm/min)/b	a (mm/min)/b	a (mm/min)/b
Carignan en amont de la confluence avec la Karikouïé	5,50/-0,412	7,34/-0,393	13,71/-0,621	18,50/-0,605
Karikouïé en amont de la confluence avec le Carignan	5,35/-0,387	7,16/-0,368	15,57/-0,631	21,29/-0,617
Katiramona au droit de la Savexpress	5,59/-0,426	7,44/-0,407	12,79/-0,615	17,14/-0,598

Les débits théoriques retenus sont les suivants :

Bassin versant	Superficie (km ²)	Débit quinquennal (m ³ /s)	Débit décennal (m ³ /s)	Débit centennal (m ³ /s)
Carignan en amont de la confluence avec la Karikouïé	25	185-260	250-350	500-600
Karikouïé en amont de la confluence avec le Carignan	29	220-295	300-400	550-650
Karikouïé en aval de la confluence avec le Carignan	54	370-445	500-600	900-1050
Katiramona au droit de la SAV	13.7	75-110	100-150	150-300
Ondémia au droit de la RT1	3.9	25	35	75

Tableau 1 : Débits théoriques retenus dans l'étude SOGREAH - 2009

Le débit de fréquence quinquennale est évalué à partir du débit décennal par application d'un ratio égal à 0.74 (coefficient établi par la DAVAR à partir d'ajustements de Gumbel réalisés sur 22 stations hydrométriques de Nouvelle Calédonie).

Les débits de crues historiques ont été déterminés pour les cyclones Anne (janvier 1988) et Erica (mars 20003) à partir des hyétogrammes enregistrés aux postes pluviométriques de Tontouta et du Mont Mou par application de la méthode rationnelle.

Bassin versant	Superficie (km ²)	Débit ANNE (1988) (m ³ /s)	Débit ERICA (2003) (m ³ /s)
Carignan en amont de la confluence avec la Karikouïé	25	350-500	150-230
Karikouïé en amont de la confluence avec le Carignan	29	400-600	180-270
Karikouïé en aval de la confluence avec le Carignan	54	750-1050	290-420
Katiramona au droit de la SAV	13.7	175-250	75-110
Ondémia au droit de la RT1	3.9	70-90	30-40

Tableau 2 : Débits historiques retenus dans l'étude SOGREAH - 2009

II.1.2. Modélisation hydraulique

Les cours d'eau ont fait l'objet d'une modélisation hydraulique en régime permanent sous le logiciel HEC-RAS.

Ce modèle a été calé sur la base des laisses de crues relevées lors du cyclone Anne et Erica.

Les débits injectés dans le modèle pour le calage sont les suivants :

Bassin versant	Superficie (km ²)	Débit ANNE (1988) (m ³ /s)	Débit ERICA (2003) (m ³ /s)
Carignan en amont de la confluence avec la Karikouïé	25	350	150
Karikouïé en amont de la confluence avec la Carignan	29	450	270
Karikouïé en aval de la confluence avec la Carignan	54	800	420
Katiramona au droit de la SAV	13.7	270	120
Ondémia au droit de la RT1	3.9	70	35

Tableau 3 : Débits historiques injectés dans le modèle pour le calage – SOGREAH – 2009

Les principaux coefficients de Strickler retenus dans le cadre de cette étude sont :

- 14-22 en lit mineur
- 6-12 en lit majeur.

Les débits théoriques modélisés sont les suivants. Ils correspondent aux valeurs hautes des fourchettes de débit retenues à l'issue de l'analyse hydrologique.

Bassin versant	Superficie (km ²)	Débit quinquennal (m ³ /s)	Débit décennal (m ³ /s)	Débit centennal (m ³ /s)
Carignan en amont de la confluence avec la Karikouïé	25	260	350	600
Karikouïé en amont de la confluence avec la Carignan	29	295	400	650
Karikouïé en aval de la confluence avec la Carignan	54	445	600	1050
Katiramona au droit de la SAV	13.7	110	150	300
Ondémia au droit de la RT1	3.9	25	35	75

Tableau 4 : Débit théoriques injectés dans le modèle – SOGREAH - 2009

La condition limite aval appliquée correspond au niveau de plus haute marée (1.10 m NGNC pour les crues quinquennale et décennale et 1.40 m NGNC pour la crue centennale).

II.2. RESULTATS

Les lignes d'eau et les vitesses d'écoulement ont été calculées pour les crues de périodes de retour 5, 10 et 100 ans.

La modélisation a fait apparaître un fonctionnement hydraulique particulier avec un déversement de la Karikouï vers la Katiramona qui déverse elle-même vers son affluent en rive gauche.

Les hauteurs d'eau ont été reportées sur le fond de plan cartographique disponible (1/2000^{ème} et 1/10000^{ème} en fonction des zones) afin de délimiter les contours de zones inondables.

Les cartes des aléas ont été établies à partir des cartes des hauteurs d'eau en croisant les paramètres hauteur d'eau et vitesse moyenne d'écoulement.

Vitesse Hauteur d'eau	Faible à modérée	Forte à très forte
	$\leq 1\text{m/s}$	$> 1\text{m/s}$
$H \leq 1\text{ m}$	Moyen	Fort
$1 < H \leq 1,5\text{ m}$	Fort	Très fort
$H > 1,5\text{ m}$	Très fort	

Les cartes résultantes sont présentées en Annexe 1 du présent document.

III. PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE

III.1. PRESENTATION DES COURS D'EAU

Le secteur d'étude, présenté sur la Planche 1 de l'atlas cartographique joint au présent rapport, concerne les cours d'eau suivants :

- La Katiramona, de la confluence de l'amont de la RT1 jusqu'à l'embouchure en mer dans la baie de Port Laguerre, sur un linéaire de 10 km ;
- La Carignan, de l'amont de la RT1 jusqu'à la confluence avec la Karikouïé, sur un linéaire de 1.3 km ;
- La Karikouïé, de l'amont de la RT1 jusqu'à l'embouchure en mer, sur un linéaire d'environ 5.8 km.

Le linéaire total de cours d'eau à étudier représente environ 17 km.

A noter que par rapport à la commande initiale, le secteur d'étude initial a été étendu vers l'aval, afin de bien représenter toute la baie de Port Laguerre, comprenant les apports de l'Ondémia et de la Siombéba, pour tenir compte de l'éventuel effet de contrôle de la section située à l'embouchure de la baie.

Un reportage photographique au format numérique (.kmz), réalisé lors des visites de terrain est joint au présent rapport.

Carignan (en aval de la RT1)		
Lit majeur	La Carignan est bordée en rive gauche par le lotissement Bernard, depuis la RT1 jusqu'à sa confluence avec la Karikouie. Le lit majeur est donc fortement urbanisé en rive gauche, tandis qu'il est bien végétalisé en rive droite, constitué de végétation arbustive. Aux abords du cours d'eau, sur les deux berges, la ripisylve est haute, dense et arborée. D'une manière générale, les conditions d'écoulement en lit majeur sont moyennement favorables, du fait soit de la présence de clôtures et d'habitations, soit d'une végétation relativement dense.	
Lit mineur	Le lit mineur de la Carignan est bien marqué et assez étroit, de l'ordre de quelques mètres. Il est très sinueux et des zones d'érosion sont à noter, notamment au niveau de la passerelle piétonne, attestant de la présence de fortes vitesses d'écoulement. Des enrochements libres ont été mis en place pour protéger l'habitation voisine. Les berges du lit mineur sont relativement abruptes. D'une manière générale, sur ce tronçon, les conditions d'écoulement seront bonnes.	
Ouvrages	Une arche de 10 m par 4m environ permet le franchissement de la Carignan par la RT1. Une passerelle d'une seule travée, récemment reconstruite et transparente en crue (sauf si des embâcles viennent l'obstruer), permet le franchissement au niveau du lotissement Bernard.	
Enjeux	Les habitations du lotissement Bernard, en rive gauche de la Carignan constituent les principaux enjeux de la zone. Les voiries du lotissement Bernard sont également des enjeux potentiels.	

Karikouie (avant la confluence avec la Carignan)

Lit majeur	Le lit majeur de la Karikouie est constitué de zones de végétation arbustive et de quelques zones agricoles. Deux affluents de la Karikouie confluent en amont de la confluence avec la Carignan. L'un est bordé en rive droite par le lotissement Bernard et en rive gauche par quelques habitations, l'autre est situé entre ce dernier et la Karikouie et présente le même type de lit majeur que la Karikouie, faiblement urbanisé et avec une végétation arbustive assez éparse. Un bras de décharge est présent en rive gauche de la Karikouie. Il se crée en amont de la RT1, coupant le méandre de la Karikouie et se rejette dans la Karikouie environ 400 m en aval. Il est encombré d'herbes hautes. Aux abords du cours d'eau, sur les deux berges, la ripisylve est haute, dense et arborée. Les conditions d'écoulement en lit majeur sont assez favorables, hormis aux abords du lotissement Bernard.	 Bras de coupure RG 
Lit mineur	Le lit mineur du bras principal de la Karikouie est bien marqué et large de quelques mètres. Ses affluents en revanche sont peu marqués et encombrés autour du lotissement Bernard (taros, sorghos)... D'une manière générale, les conditions d'écoulement dans le lit mineur sont bonnes dans la Karikouie et moyennes sur les affluents.	
Ouvrages	Quatre ouvrages permettant le franchissement de la Karikouie et de ses affluents, dont trois sur la RT1 et une passerelle dans le lotissement Bernard ont été recensés : • Un pont de trois travées de 2.9m x 2.3m permet le franchissement de l'affluent en rive gauche de la Karikouie, par la RT1, • Un pont à deux travées de 6.85m x 5m permettant le franchissement de la Karikouie par la RT1.	 

	• Un pont cadre de 4m x 3m sur l'affluent rive droite longeant le lotissement. • Une passerelle sur ce même affluent, plus en aval, permettant le passage dans le lotissement.	
Enjeux	Les habitations du lotissement Bernard en rive droite, ainsi que le lycée Anova, le Mc Donald's et le projet de centre commercial en rive gauche, constituent les principaux enjeux de la zone. Les voiries (voie de raccordement entre la VE2 et la RT1 et voiries du lotissement Bernard) sont aussi des enjeux potentiels.	
Karikouie (de la confluence avec la Carignan à la SAV Express)		
Lit majeur	Le lit majeur de la Karikouie est constitué de serres en rive gauche (Fraisiers de Païta) et d'une pépinière en rive gauche, ainsi que de parcelles agricoles (élevage de chevaux) en rive droite. Aux abords du cours d'eau, sur les deux berges, la ripisylve est haute, dense et arborée. Les conditions d'écoulement en lit majeur sont assez défavorables.	
Lit mineur	Le lit mineur s'élargit sur ce tronçon, il est de l'ordre d'une dizaine de mètres. Il est relativement rectiligne et présente des signes d'érosion et des atterrissements. D'une manière générale, les conditions d'écoulement dans le lit mineur sont bonnes sur ce tronçon de la Karikouie.	

Ouvrages	Un ouvrage à trois travées, de 10m x 8.5m permet le franchissement sur la SAV Express de la Karikouie. Les deux ouvertures côté rive droite sont effectives, les deux autres étant encombrées par des atterrissements en amont et en aval de l'ouvrage. Les remblais de la SAV Express constituent des obstacles pour les écoulements dans le champ d'expansion de crue. La route est en effet surélevée de 2 à 3 m environ par rapport au niveau des terrains environnants sur le secteur d'étude.	
Enjeux	L'Arène du Sud en rive gauche, les Fraisiers de Païta et la pépinière, ainsi que quelques habitations en rive droite constituent les principaux enjeux de la zone. Les voiries (voie de raccordement entre la VE2 et la RT1 et SAV Express) sont aussi des enjeux potentiels.	

Karikouie (de la SAV Express à l'embouchure)

Lit majeur	Le lit majeur de la Karikouie de l'aval de la SAV Express jusqu'à 1 km en aval est constitué principalement de savane, tandis qu'aux abords du cours d'eau, la ripisylve est plus haute, dense et arborée. Plus en aval s'étend une vaste zone de mangrove dense. D'importants travaux de terrassement ont été réalisés en lit majeur rive gauche après 2011. Les conditions d'écoulement en lit majeur sont assez favorables jusqu'à la zone de mangrove puis deviennent défavorables.	
Lit mineur	Le lit mineur de la Karikouie et bien marqué, il s'élargit et est large de quelques dizaines de mètres. Des plages de dépôt sont à noter dans les méandres, ainsi que des zones d'érosion dans les extrados de méandres. D'une manière générale, les conditions d'écoulement dans le lit mineur sont bonnes.	
Enjeux	Le lotissement Paddon en rive gauche et des exploitations agricoles en rive droite (élevage porcin, abattoirs) constituent les principaux enjeux de la zone.	

Katiramona (en amont de la RT1)		
Lit majeur	Sur sa partie amont, la Katiramona est encaissée. La végétation du lit majeur est principalement de type arbustif, mais des arbres plus hauts longent le lit mineur. Les conditions d'écoulement restent bonnes. Plus vers l'aval, la ripisylve est principalement constituée d'herbes hautes. En rive gauche, la RT1 longe la rivière, tandis qu'en rive droite, quelques habitations éparses sont présentes.	
Lit mineur	Le lit mineur est large de quelques mètres, marqué et relativement propre. Il alterne entre tronçons rectilignes et méandres et est constitué de blocs rocheux. Les conditions d'écoulement en lit mineur sont assez favorables. Toutefois, la présence de végétation dense et peu entretenue aux abords du cours d'eau peut constituer un risque important d'embâcle.	
Ouvrages	Trois ouvrages cadre ont été recensés en amont de la RT1 : - En amont du secteur d'étude, un ouvrage cadre de 3 ouvertures de 6m x 3.5m, transparent en crue. - Au niveau des lotissements des Trois Vallées et Nogouta, un radier avec 4 ouvertures de 2m par 1 m, qui est impraticable à chaque pluie soutenue. - Un ouvrage cadre de 6m x 2m en amont de la RT1.	
		
		
Enjeux	Les habitations situées dans les lotissements Nogouta (en rive droite) et Trois Vallées (en rive gauche), quelques habitations éparses, ainsi que le collège constituent les principaux enjeux de la zone. La RT1 constitue également un enjeu, longeant à proximité en rive gauche la Katiramona.	

Katiramona (de la RT1 à la SAV Express)		
Lit majeur	La végétation en rive droite de la Katiramona est assez dense et arbustive. En rive gauche, la route de Gadji longe le lit mineur, suivi du lotissement Georges. Les conditions d'écoulement sont moyennes. Plus vers l'aval, la ripisylve est principalement constituée d'herbes hautes.	
Lit mineur	Le lit mineur est large de quelques mètres, marqué et relativement propre. Il est assez rectiligne. Les conditions d'écoulement en lit mineur sont assez favorables. Toutefois, la présence de végétation dense et peu entretenue aux abords du cours d'eau peut constituer un risque important d'embâcle.	
Ouvrages	- Un ouvrage cadre permet le franchissement de la Katiramona par la RT1. Il est constitué de 3 ouvertures de 5m par 3.3m. - Plus en aval, un radier constitué de 5 cadres de 1.5m par 1m permet le franchissement de la Katiramona par la VU67, permettant l'accès à la ZIZA.	
		
Enjeux	Les habitations situées dans le lotissement Georges en rive gauche et les installations de football en aval constituent les principaux enjeux. La RT1, la route de Gadji longeant à proximité en rive gauche la Katiramona et la VU67 constituent également des enjeux.	

Katiramona (de la SAV Express à l'embouchure)		
Lit majeur	Le lit majeur de la Katiramona de l'aval de la SAV Express jusqu'à 2 km en aval est constitué principalement de savane. En rive droite s'étend le lotissement Paddon et la ZIPAD, et en rive gauche la Katiramona longe la route de Gadji et la ZICO. Plus en aval s'étend une vaste zone de mangrove dense. D'importants travaux de terrassement ont été réalisés en lit majeur rive droite après 2011. Les conditions d'écoulement en lit majeur sont assez favorables jusqu'à la zone de mangrove puis deviennent défavorables.	
Lit mineur	Le lit mineur de la Katiramona est bien marqué, il s'élargit et est large de quelques dizaines de mètres à l'embouchure. D'une manière générale, les conditions d'écoulement dans le lit mineur sont bonnes.	
Ouvrages	- Un ouvrage cadre permet le franchissement de la Katiramona par la SAV Express, constitué de deux ouvertures de 10m x 7m. Les remblais routiers de la SAV Express constituent des obstacles pour les écoulements dans le champ d'expansion de crue, le niveau de la route étant environ 2 m plus hauts que les terrains environnants. - En rive gauche, la SAV Express franchit un petit affluent par une arche de 2m x 1.5m environ. - Plus en aval, un ouvrage cadre de deux ouvertures de 12m x 5m environ permet l'accès au lotissement Paddon. Des remblais d'accès à l'ouvrage de l'ordre de 1 à 4 m de haut en rive droite barrent le lit majeur droit sur 200 m pour permettre l'accès au lotissement Paddon. Les remblais d'accès à l'ouvrage en rive gauche sont plus réduits et s'étendent sur un linéaire de 50 m.	
		
Enjeux	Le lotissement Paddon et la ZIPAD en rive droite, ainsi que la ZICO en rive gauche constituent les principaux enjeux de la zone. La SAV Express, ainsi que la route de Gadji, et la route d'accès au lotissement Paddon sont également des enjeux.	

Affluent Gadji (RG de la Katiramona)		
Lit majeur	Le lit majeur de l'affluent est constitué de hautes herbes principalement en amont et de quelques arbres épars. La végétation se densifie vers l'aval. Les conditions d'écoulement en lit majeur sont assez favorables.	
Lit mineur	Le lit mineur est peu marqué et est large de quelques mètres. D'une manière générale, les conditions d'écoulement dans le lit mineur sont bonnes.	
Ouvrages	- Un radier avec deux buses $\Phi 1000$ permet le franchissement de l'affluent par la VU67. - Une arche de 3m x 2.5m permet le franchissement de l'affluent par la SAV Express. Les remblais de la SAV Express constituent des obstacles pour les écoulements dans le champ d'expansion de crue. La route est en effet surélevée de 2 à 3 m environ par rapport au niveau des terrains environnants aux abords de l'ouvrage. - Plus en aval, la route de Gadji franchit l'affluent par un ouvrage cadre de 3m x 1.75m. Le lit y est très encombré par la végétation.	
		
		
Enjeux	La ZIZA et la ZICO constituent les enjeux de la zone, avec les voiries (SAV Express, route de Gadji et VU67).	

Affluent ZIZA (RG de la Katiramona)		
Lit majeur	Le lit majeur de l'affluent est bien urbanisé (ZIZA, ZICO). La végétation se densifie vers l'aval. Les conditions d'écoulement en lit majeur sont assez favorables.	
Lit mineur	Le lit mineur est peu marqué et étroit. D'une manière générale, les conditions d'écoulement dans le lit mineur sont bonnes.	
Ouvrages	- Un radier avec deux buses $\Phi 1000$ permet le franchissement de l'affluent par la VU67. - Un ouvrage cadre de 2m x 1.5m permet le franchissement de l'affluent par la SAV Express. - Plus en aval, dans la ZICO, deux ouvrages cadres successifs de 2m x 3m permettent le franchissement de l'affluent.	
		
		

	La route de Gadji franchit l'affluent par un ouvrage cadre de 3m x 2. Le lit y est encombré par la végétation.	
Enjeux	La ZIZA et la ZICO constituent les principaux enjeux de la zone, avec les voiries (SAV Express, route dans la ZICO, route de Gadji et VU67).	

III.2. DESCRIPTION DES BASSINS VERSANTS ETUDIES

Les bassins versants étudiés sont présentés sur la Planche 2. Ils présentent les caractéristiques suivantes :

BV	Katiramona	Karikouïé
Surface drainée (km ²)	19	56
Plus long chemin hydraulique (km)	11.4	15.3
Altitude maximale (m NGNC)	180	970
Altitude minimale (m NGNC)	0	0
Pente pondérée du plus long chemin hydraulique (%)	0.1	0.8
Pente moyenne du bassin versant (%)	24	38

Tableau 5 : Caractéristiques des bassins versants étudiés

- **Katiramona**

Le bassin versant de la Katiramona présente des pentes relativement faibles dans son ensemble. Sa limite haute se situe au niveau du col de Katiramona. Il est traversé par la RT1 et la SAV Express. Le remblai routier de la SAV Express constitue un obstacle important pour les écoulements dans le champ d'expansion de crue de la Katiramona puisque le niveau de la plate-forme routière est calé entre 2 et 3 m au-dessus du niveau des terrains environnants.

La topographie de la vallée est assez étendue et très plate.

Sur la quasi-totalité du bassin versant de la Katirama, la végétation est de type arbustive, avec quelques zones de forêts. Entre la RT1 et la SAV Express, la végétation est plus éparse et se caractérise par des zones de savanes et de prairies.

Le secteur est en pleine expansion depuis 10 ans. De nombreux projets de lotissements ont vu le jour, comme le lotissement Durango, Vayleina ou les 3 Vallées. Des habitations sont recensées le long de la Katiramona (lotissement Georges en rive gauche). De nombreuses infrastructures sont présentes sur le secteur d'étude : établissements scolaires, ZIZA, bâtiments industriels, ZICO...

- **Karikouïé**

Le bassin versant de la Karikouïé présente des pentes très fortes en tête de bassin (>15%). Dans les vallées, les pentes sont faibles.

Sur le haut des versants, la végétation est de type forêt et arbustive. Aux abords des cours d'eau, elle est assez dense et arborée, notamment en amont de la RT1. En aval de la RT1, la végétation est plus éparse, de type savane.

Le remblai routier de la SAV Express constitue un obstacle important pour les écoulements dans le champ d'expansion de crue de la Karikouïé puisque le niveau de la plate-forme routière est calé entre 2 et 3 m au-dessus du niveau des terrains environnants. Deux affluents en rive droite de la Karikouie confluent avec la Karikouie en aval de la RT1, au niveau du lotissement Bernard. Une digue, haute de 50cm à 1.5m longe en rive droite un affluent sur un linéaire de 500m.

Un canal de décharge, qui se crée en amont immédiat de la RT1 en rive gauche, coupe le méandre de la Karikouie sur un linéaire de 400m environ.

L'urbanisation et les aménagements se sont très fortement développés depuis 10 ans. Les habitations sont concentrées entre la Carignan et la Karikouié (Plaine aux Cailloux en amont et Village de Païta à proximité de la RT1, lotissement Bernard en aval). De nombreuses infrastructures sont présentes sur le secteur d'étude (habitations, futur centre commercial, Mc Donald's, Arène du Sud, commerces, docks, bâtiments industriels, établissements scolaires...). Tous ces aménagements représentent des enjeux importants.

Les enjeux sont localisés sur la Planche 3.

→ Cf. Planche 2 : Localisation du bassin versant

→ Cf. Planche 3 : Localisation des enjeux

IV. ANALYSE HYDROLOGIQUE

IV.1. PLUVIOMETRIE

IV.1.1. Contexte pluviométrique

Comme illustré sur la carte ci-dessous la pluviométrie moyenne annuelle sur le bassin versant étudié varie entre environ 1000 mm en plaine et 1500 mm sur les sommets.

Le gradient pluviométrique est faible sur les bassins versants de la zone d'étude.

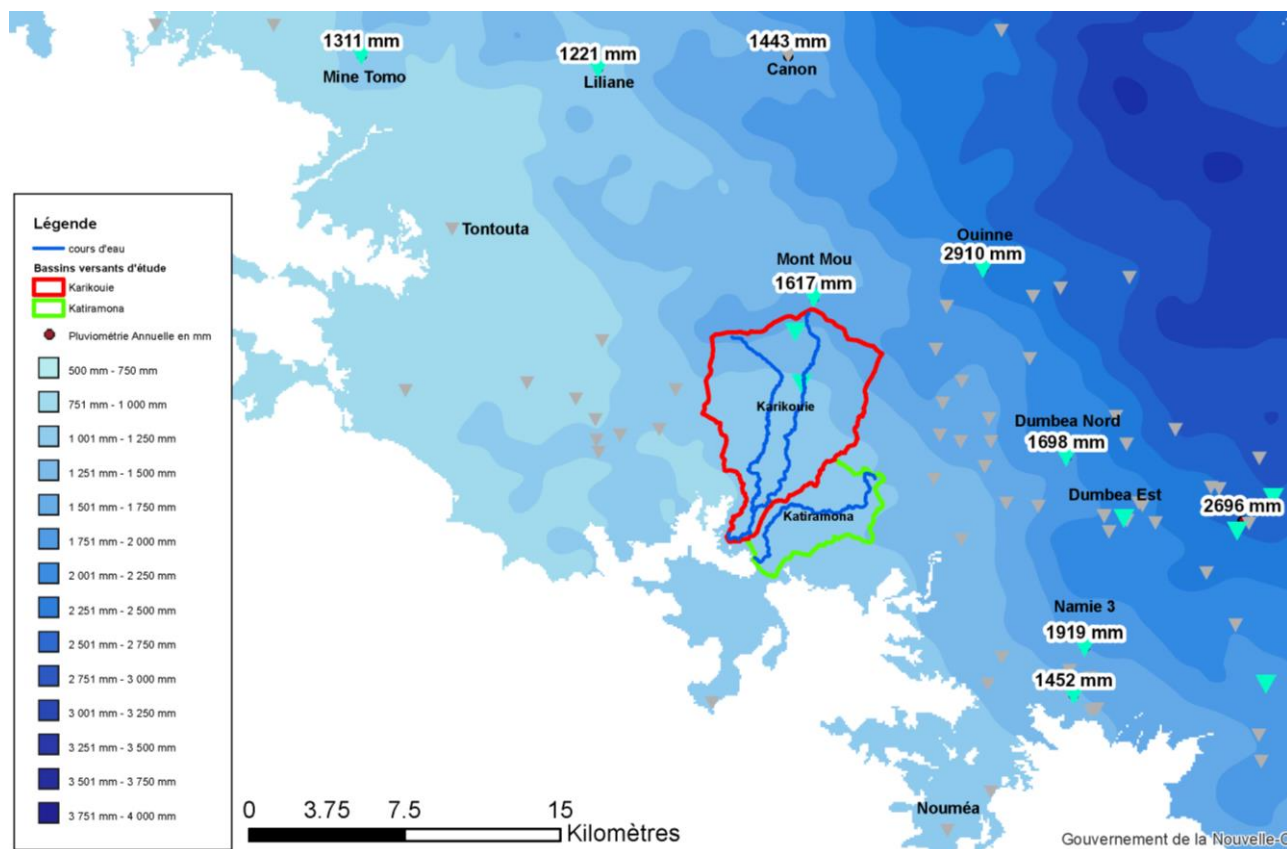


Figure 1 : Précipitations moyennes annuelles (source Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie)

IV.1.2. Données pluviométriques disponibles

Les postes pluviométriques ci-dessous (au pas de temps d'acquisition 6 min pour ceux de Météo France et à chaque basculement d'auget pour ceux de la DAVAR) se situent à proximité des secteurs étudiés (cf. Figure 1). Les postes pluviométriques journaliers situés sur les bassins versants d'étude, de la Karikouie amont et la Karikouie aval enregistrent les pluies depuis 2003 et 2009 et sont donc trop récents pour être utilisés.

Les dates de début de mesures des précipitations 6 min sont récapitulées dans le tableau suivant :

Poste pluviométrique	Début de mesures des précipitations 6 min	Altitude (m NGNC)	Poste pluviométrique	Début de mesures des précipitations 6 min	Altitude (m NGNC)
Dumbéa Nord	1989	50	Ouinne	1990	910
Namié 3	1997	420	Mont Mou	1987	910
Montagne des Sources	1989	773	Nouméa	1950	60
Tontouta	1996	36			

Tableau 6 : Stations de mesures pluviométriques

La plupart de ces postes présentent des échantillons de l'ordre de 20 à 25 ans, à l'exception de la station de Nouméa qui dispose de plus de 60 années de mesure et qui fait office de référence sur la Côte Ouest.

IV.1.3. Analyse statistique

Une comparaison des intensités pluviométrique centennales entre les différentes stations précisées dans le paragraphe précédent est proposée ci-après.

Pour information le temps de concentration des bassins versants de la Karikouie et la Katiramona est de l'ordre de 100 minutes.

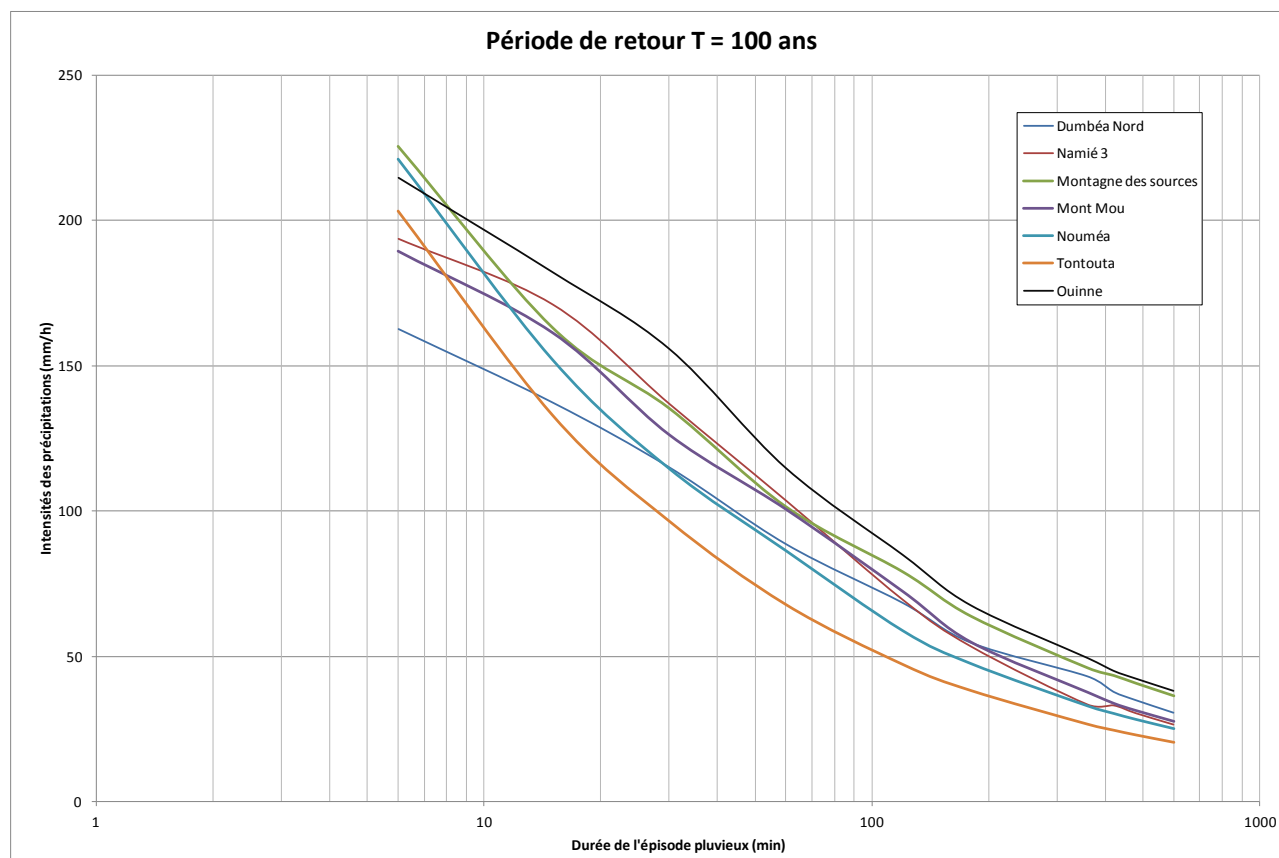


Figure 2 : Intensités centennales de précipitations en fonction de la durée de l'épisode pluvieux sur différentes stations

Ce graphe illustre :

- Pour les épisodes de durée inférieure à 15 min, la station de Dumbéa Nord présente les intensités les plus faibles.
- Pour les épisodes de durée supérieure à 15 min, la station de Tontouta présente les intensités les plus faibles.
- La station de Ouinne présente les intensités pluviométriques les plus fortes par rapport aux autres stations étudiées.
- Les stations de Namié 3, Montagne des Sources et Mont Mou présentent des valeurs moyennes par rapport à celles étudiées. La station de Montagne des Sources présente des intensités légèrement supérieures aux deux autres pour les épisodes de durée supérieure à 100 min.
- La station de Nouméa, située à proximité du littoral, présente des intensités relativement faibles pour des épisodes de durées supérieures à 30 min, comparables à celles de Tontouta.

Il est proposé de retenir la station de Mont Mou comme station de référence, celle-ci étant située à proximité des bassins versants de Païta, qui présentent une pluviométrie moyenne globalement inférieure aux bassins versants voisins.

IV.2. CALCUL DES TEMPS DE CONCENTRATION DES BASSINS VERSANTS ETUDIÉS

Différentes approches empiriques pour le calcul du temps de concentration ont été appliquées et comparées afin de retenir, sur chaque cours d'eau étudié, la valeur qui paraît la plus pertinente.

Les formules utilisées ci-après sont précisées en Annexe 2.

⇒ Formule de Kirpich

Cette formule a été calée sur des petits bassins versants du Tennessee. Elle est généralement utilisée pour des bassins versants de superficie inférieure à 1 km². Cette méthode est donnée à titre indicatif dans la mesure où les bassins versants étudiés ont une superficie beaucoup plus importante.

⇒ Formule de Meunier-Mathys

Cette formule est adaptée pour les bassins versants de montagne naturels ou anthropisés. Elle prend en compte la dégradation du bassin versant.

⇒ Méthode des transferts

Cette méthode est issue d'une analyse réalisée par la DAVAR dans le cadre de la détermination des courbes enveloppes des débits spécifiques maximaux de crues pour le quart sud ouest de la Nouvelle-Calédonie.

Le temps de concentration est estimé en considérant une vitesse de transfert de l'ordre de 2 m/s (4 m/s si la pente est supérieure à 15%) appliquée au drain hydraulique le plus long. Cette méthode semble donner des résultats cohérents, sur la base des observations menées en Nouvelle-Calédonie.

L'application de ces différentes formules empiriques conduit aux résultats suivants :

Nom_BV	Surface (km ²)	Pente pondérée (m/m)	Pente moyenne BV (%)	Chemin hydraulique (m)	Longueur tronçon pente < 15%	Vitesse sur le tronçon (m/s)	Longueur tronçon pente > 15%	Vitesse sur le tronçon (m/s)
BV Katiramona	18.9	0.0009	24.30	11400	11400	2.0	0	4.0
BV Karikouie	55.7	0.0083	38.10	15016	12688	2.0	2328	4.0

Nom_BV	Kirpich			Méthode des transferts			Meunier Mathys		
	Tps concentration (min)	Tps concentration (h)	Vitesse transfert (m/s)	Tps concentration (min)	Tps concentration (h)	Vitesse transfert (m/s)	Tps concentration (min)	Tps concentration (h)	Vitesse transfert (m/s)
BV Katiramona	381	6.3	0.5	95	1.6	2.0	102.2	1.7	1.9
BV Karikouie	203	3.4	1.2	115	1.9	2.2	108.1	1.8	2.3

Tableau 7 : Temps de concentration calculés par différentes méthodes

Les valeurs obtenues par la méthode de Kirpich diffèrent très sensiblement des valeurs obtenues par les autres méthodes. Cette méthode est écartée car elle repose sur des analyses de comportement bassins versants des Etats-Unis de surface inférieure à 1 km², composés de sols argileux, dont la pente moyenne du chemin hydraulique est comprise entre 3 et 10% (contre 0.1% et 0.8% pour les bassins versants de l'étude). La méthode des transferts et celle de Meunier-Mathys donnent des résultats similaires, la « méthode des transferts » présente l'avantage d'avoir été validée sur des conditions hydrologiques locales.

La « méthode des transferts » est donc retenue par la suite et conduit aux valeurs suivantes des temps de concentration :

Bassin versant	Temps de concentration retenu (h)
BV Katiramona	1.6
BV Karikouie	1.9

Tableau 8 : Temps de concentration retenus pour les différents bassins versants

IV.3. ESTIMATION DES DEBITS DE POINTE THEORIQUES

IV.3.1. Méthodologie

Trois approches sont utilisées pour l'estimation des débits de crue :

- La méthode rationnelle,
- L'utilisation de la loi d'ajustement des débits centennaux réalisée à partir des observations des stations hydrométriques de la côte Ouest de la Nouvelle Calédonie (source DAVAR),
- Une transposition depuis les stations hydrométriques voisines.

IV.3.1.1. Méthode rationnelle

La méthode rationnelle est généralement adaptée aux petits bassins versants, même si certains auteurs suggèrent son utilisation pour des superficies de bassins versants allant jusqu'à 250 km².

Cette méthode se fonde sur l'hypothèse que les débits maximaux de crue d'un bassin versant sont directement proportionnels aux intensités pluviométriques calculées sur son temps de concentration. Le coefficient de proportionnalité, ou coefficient de ruissellement (C), est rattaché à l'occupation du sol du bassin versant. Il varie également en fonction de sa superficie, de sa pente et de l'intensité des précipitations. Basée sur une connaissance de la pluviométrie locale et des caractéristiques du bassin versant, l'équation s'écrit comme suit :

$$Q = \frac{1}{3,6} C.i(tc).A$$

Avec :

- C, le coefficient de ruissellement

- i (tc), l'intensité pluviométrique associée à la période de retour de l'événement pluvieux et au temps de concentration du bassin (mm/h) (cf. §IV.1.3)
- A , la superficie du bassin versant (km²)
- Q , le débit de pointe (m³/s)

⇒ **Coefficient de ruissellement**

L'estimation des débits de crue nécessite de plus une évaluation du coefficient de ruissellement du bassin (C). Ce paramètre traduit l'aptitude du sol à ruisseler et représente la portion de pluie tombée qui rejoint effectivement l'exutoire du bassin versant par un écoulement superficiel.

Le coefficient de ruissellement varie en fonction de l'intensité de la pluie, de la pente des versants et de l'occupation des sols.

Les coefficients de ruissellement retenus sur le secteur par la suite sont les suivants :

Période de retour	Pente <15 %	Pente > 15 %
5 ans	0,5	0,7
10 ans	0,6	0,8
100 ans	0,8	1,0

Tableau 9 : Coefficients de ruissellement utilisés

IV.3.1.2. Méthode de transposition

Il s'agit d'une méthode qui utilise une simple transposition des données hydrométriques d'un bassin versant connu (de débit Q_2 et de surface S_2) à un bassin versant inconnu (de débit Q_1 et de surface S_1) :

$$Q_1 = \left(\frac{S_1}{S_2} \right)^n \cdot Q_2$$

Le coefficient de transposition « n », généralement compris entre les valeurs 0,6 et 0,8, est pris égal à 0,75. Cette valeur a été calée en Nouvelle Calédonie à l'aide des ajustements de Gumbel effectués pour les débits centennaux utilisant les 22 stations hydrométriques de la Nouvelle Calédonie.

Le secteur d'étude dispose de quatre stations hydrométriques de référence : Dumbéa Nord Cote 80, située sur la branche nord de la Dumbéa, Dumbéa Est Amont, située sur la branche est, et Couvelée Haute Cote 30 située sur la Couvelée et Tontouta, située sur la Tontouta. A noter que le limnimètre de Karikouie nord, situé sur le secteur d'étude et mis en service en 2004 est trop récent pour être exploité.

Les quatre stations servent de référence pour estimer les débits des bassins versants de la Karikouie et la Katiramona.

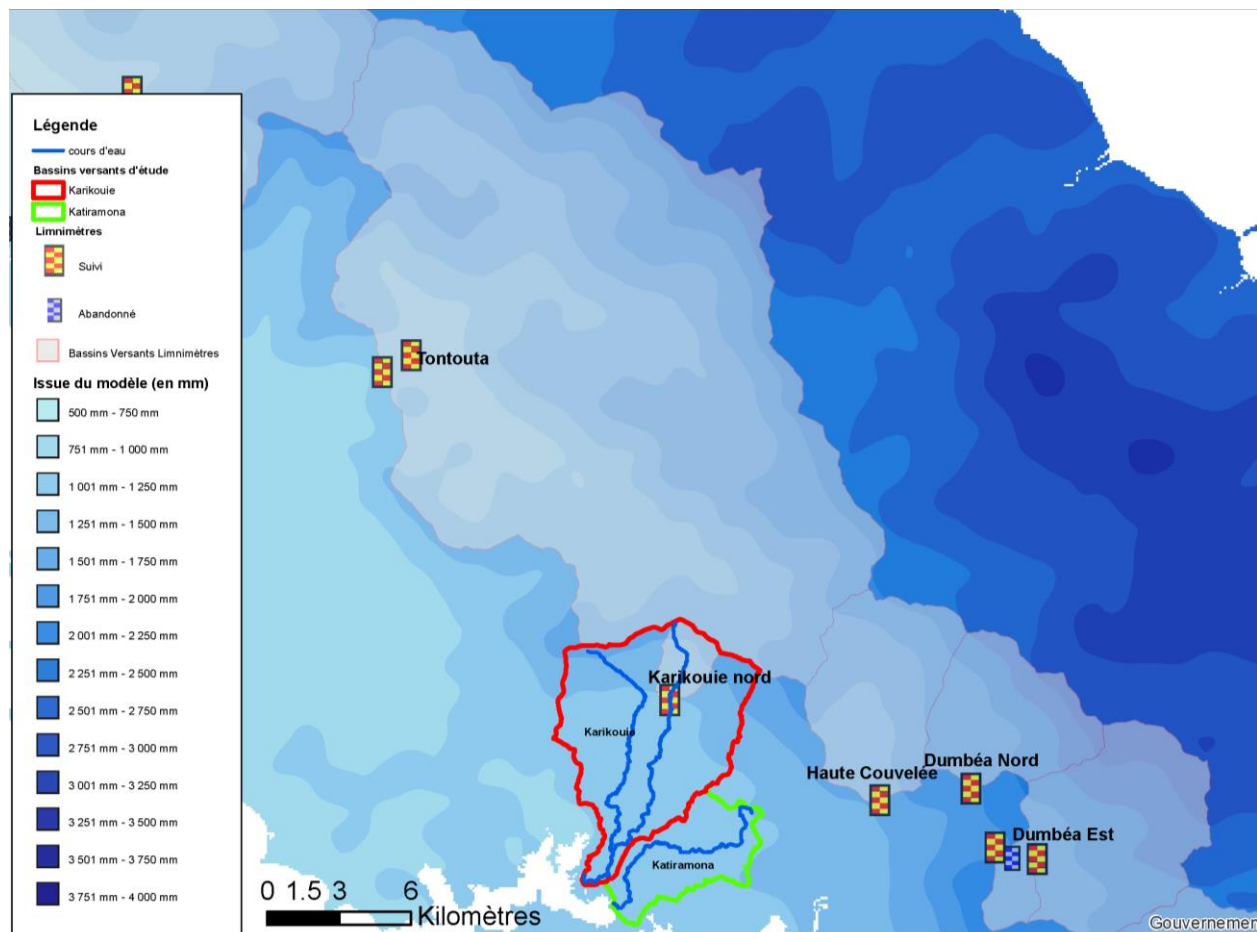


Figure 3 : Localisation des limnimètres

Les caractéristiques de ces stations sont les suivantes (cf. Annexe 3) :

Station hydrométrique	Superficie drainée (km ²)	Altitude moyenne du bassin versant (mNGNC)	Durée d'observations	Débit max jaugé (m ³ /s)
Dumbéa Nord Cote 80	32	570.9	38 ans	32.8
Dumbéa Est Amont	51	512.7	31 ans	236
Couvelée Cote 30	40	488	38 ans	232
Tontouta	380	530	41 ans	1600

Tableau 10 : Caractéristiques des stations hydrométriques

Les débits de crues théoriques calculés à ces stations sont les suivants :

Station hydrométrique	Crue 5ans (m ³ /s)	Crue 10 ans (m ³ /s)	Crue 100 ans (m ³ /s)
Dumbéa Nord	310	415	744
Dumbéa Est Amont Gumbel	492	639	1097
Dumbéa Est Amont GEV	488	699	1772
Couvelée	277	394	758
Tontouta	1770	2520	4870

Tableau 11 : Débits de crue théoriques des stations hydrométriques

Les différentes méthodologies utilisées dans l'analyse statistique des débits « observés » aux stations hydrométriques pouvant conduire à des valeurs théoriques sensiblement différentes, il est pertinent de présenter les deux ajustements statistiques réalisés sur les débits issus de la station hydrométrique de Dumbéa Est.

	Période de Retour T (années)							Paramètre loi		
	1	2	5	10	20	50	100	Gd	P0	
Qmax (m³/s) Gumbel	200	271	492	639	779	961	1097	195	200	
Qmax (m³/s) GEV	200	247	488	699	952	1371	1772	200	200	-0.20

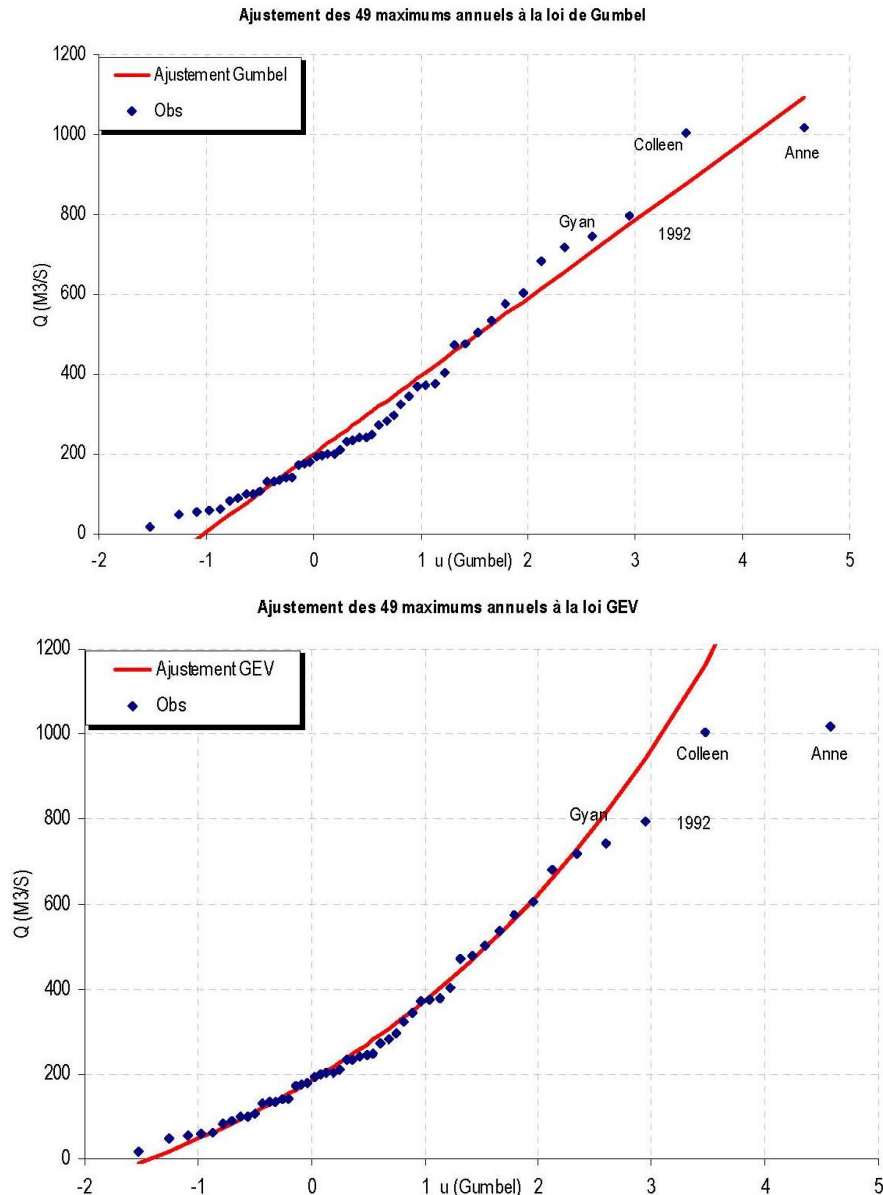


Figure 4 : Ajustement statistiques au droit de la station de Dumbéa Est

IV.3.1.3. Méthode d'analyse régionale (source DAVAR)

La méthode proposée ci-après repose sur une analyse plus globale, à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie réalisée par la DAVAR (Source : *Courbes enveloppes des débits spécifiques maximums de crues pour le quart sud-ouest de la Nouvelle Calédonie La Foa La Coulée – DAVAR – février 2006*)

La DAVAR a établi un certain nombre de fiches techniques relatives aux caractéristiques de stations hydrométriques dont elle a la gestion. Par le biais des mesures réalisées sur ces stations hydrométriques, des ajustements statistiques

ont permis la détermination des débits théoriques de crues. La synthèse des ajustements de Gumbel pour la crue centennale sur l'ensemble des 22 stations hydrométriques de la Nouvelle Calédonie est présentée ci-après. Il ressort de ces corrélations que les débits de crue centennale des cours d'eau de la côte Ouest peuvent être estimés par la loi suivante :

$$Q_{100} = 55.051 \cdot S^{0.75}$$

Où $Q_T/S^{0.75}$ sera nommé par la suite coefficient régional de l'occurrence T.

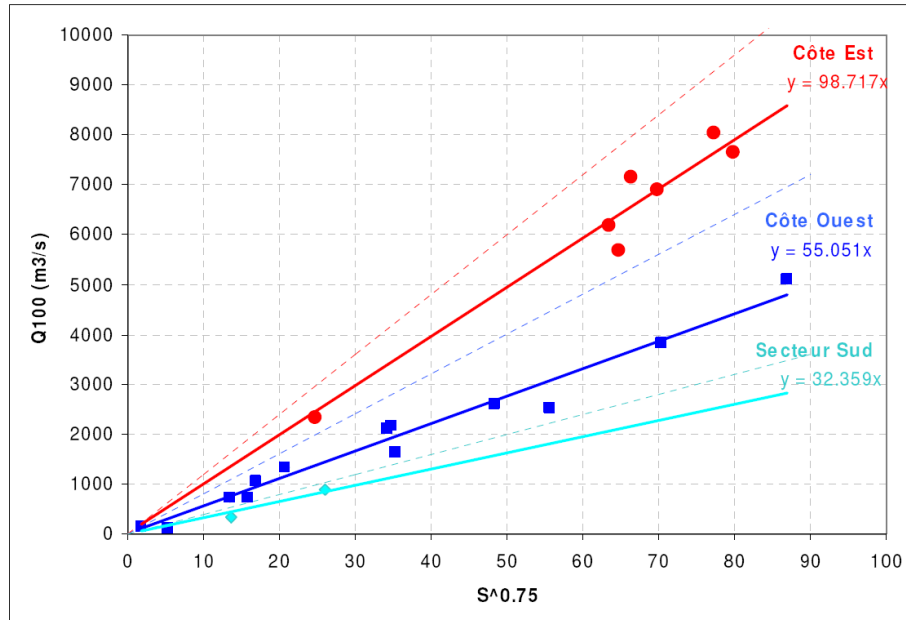


Figure 5 : Synthèse des ajustements de Gumbel pour la crue centennale sur l'ensemble des 22 stations hydrométriques de la Nouvelle Calédonie, source DAVAR

Les débits caractéristiques de crue pour différentes périodes de retour peuvent se déduire facilement via des coefficients de proportionnalité relativement stables à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie (Ajustements réalisés par la DAVAR, cf. graphique suivant).

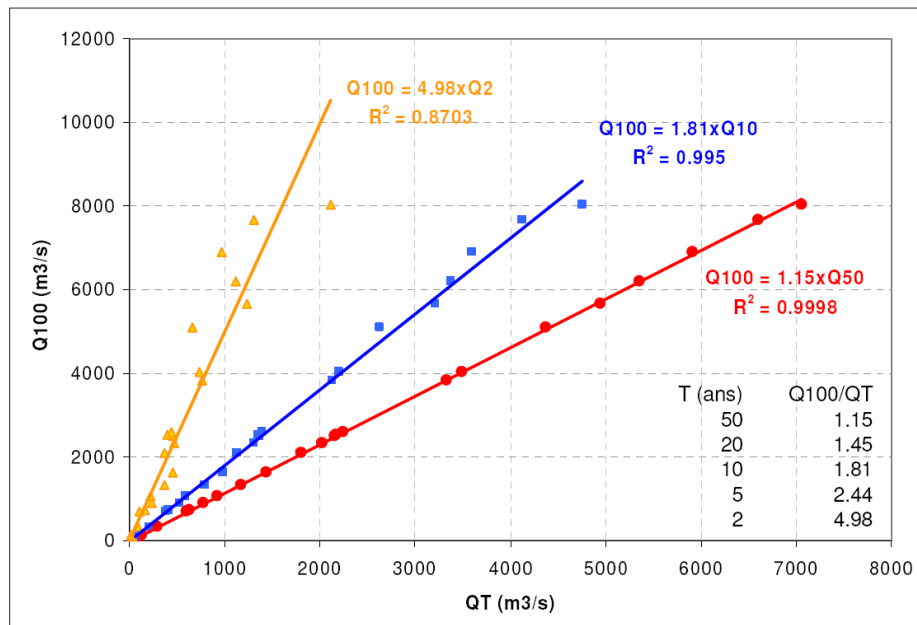


Figure 6 : Rapport Q100/QT défini à partir des ajustements Gumbel sur l'ensemble des 22 stations hydrométriques de la Nouvelle Calédonie, source DAVAR

IV.3.2. Résultats

Les débits caractéristiques de crue ont été estimés sur la Karikouie et la Katiramona. Les résultats sont présentés ci-dessous.

Pour rappel, les caractéristiques du bassin versant sont les suivantes :

Bassin versant	Surface (km²)	Temps de concentration (h)	Période de retour	Intensité pluviométrique Mont Mou (mm/h)	Coefficient de ruissellement
Karikouie	55,7	1,9	5 ans	43	0,6
			10 ans	50	0,7
			100 ans	71	0,9
Katiramona	18,9	1,6	5 ans	48	0,6
			10 ans	55	0,7
			100 ans	78	0,9

Tableau 12 : Rappel des caractéristiques des bassins versants de Païta

Les résultats obtenus par les différentes méthodes utilisées sont présentées dans le tableau et le graphe ci-dessous :

Bassin versant	Rationnelle Mont Mou	Analyse régionale (DAVAR)	Transposition depuis Dumbéa Nord	Transposition depuis Dumbéa Est Gumbel	Transposition depuis Dumbéa Est GEV	Transposition depuis Couvelée	Transposition depuis Tontouta
Karikouie	427	460	467	524	520	355	419
	571	620	625	681	745	505	597
	1028	1123	1120	1169	1888	972	1154
Katiramona	155	205	207	233	231	158	187
	208	276	278	303	331	225	266
	376	499	498	520	840	432	513

Tableau 13 : Débits calculés en m³/s sur les bassins versants de la Karikouie et la Katiramona

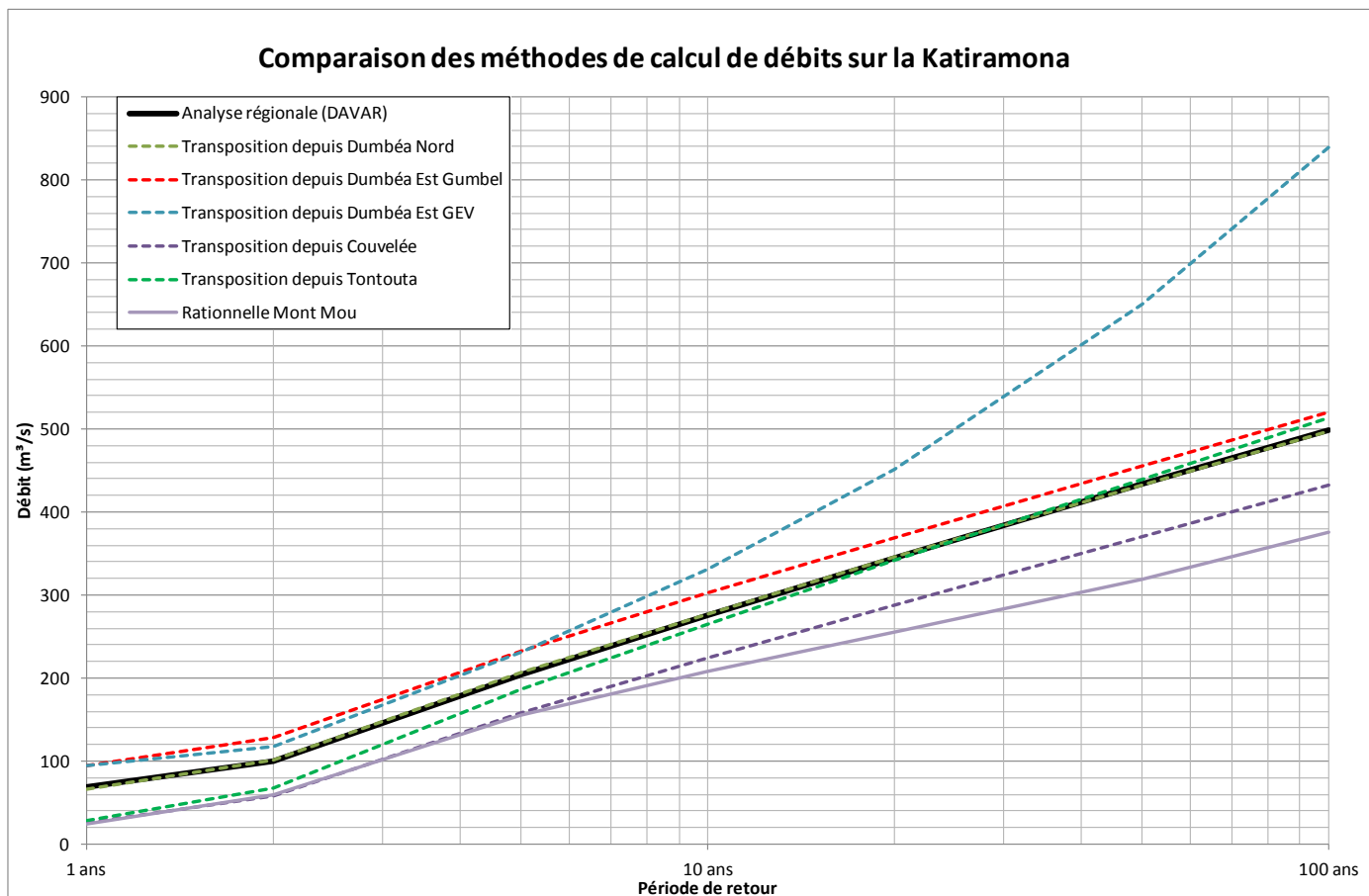
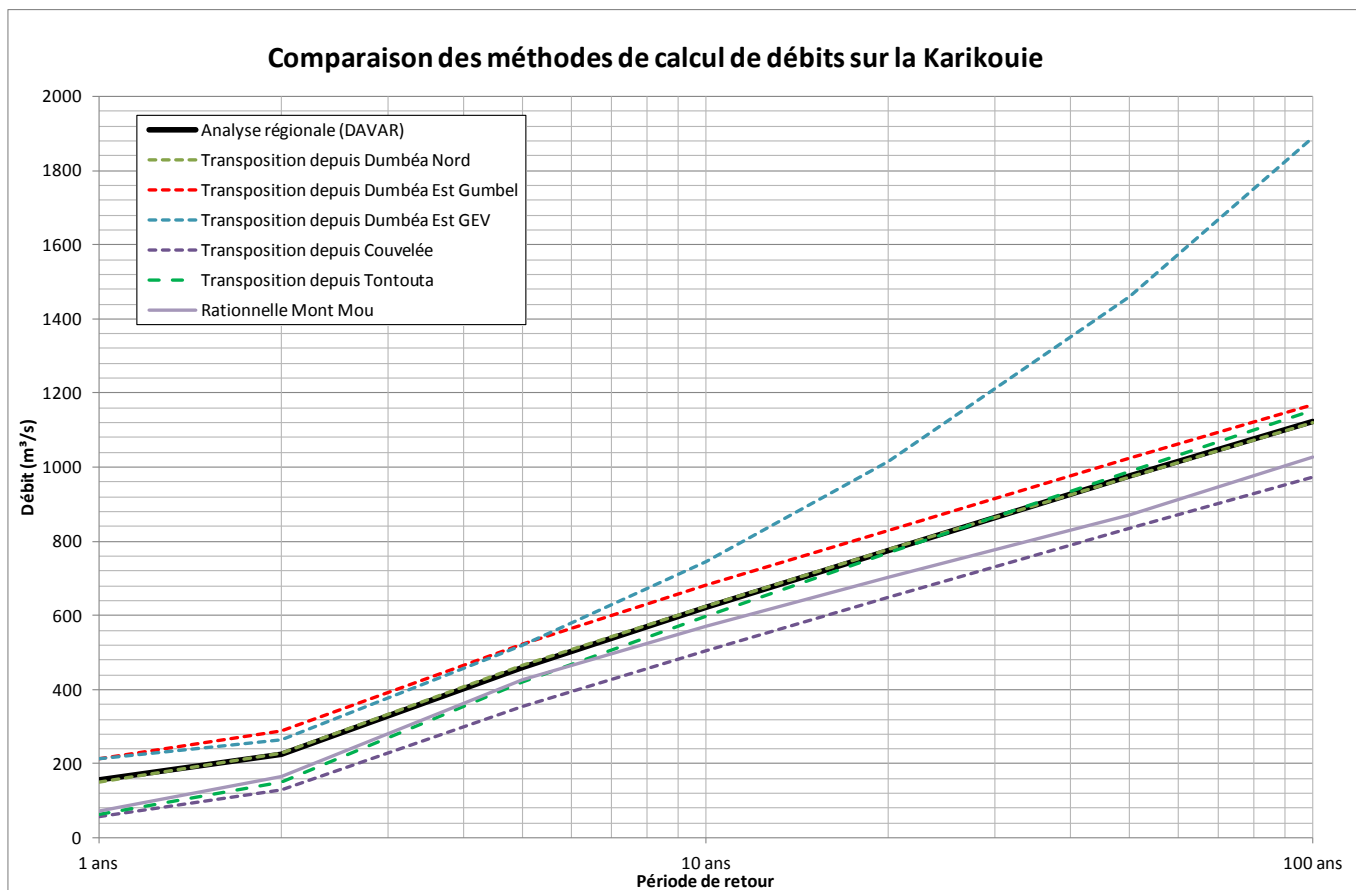


Figure 7 : Débits calculés sur la Karikouie et la Katiramona

IV.3.3. Analyse des résultats

L'analyse des différentes méthodologies employées conduit aux constats suivants :

- La méthode de transposition depuis La Couvelée aboutit aux résultats les plus faibles parmi les méthodes de transposition. Le bassin versant de la Couvelée est le plus proche, géographiquement, en termes de pluviométrie moyenne et de superficie des bassins versants d'étude. La transposition à partir des trois autres stations a tendance à surestimer les débits de crue.
- En effet, la méthode de transposition depuis Dumbéa Est avec des ajustements issus de la loi des extrêmes généralisés (GEV) fournit les débits les plus forts. Les débits résultants de cette méthode semblent être surestimés pour les épisodes les plus rares.
- Les méthodes de transposition depuis Dumbéa Est avec des ajustements de Gumbel, depuis Dumbéa Nord et depuis Tontouta fournissent des débits similaires, médians dans la fourchette de débits obtenue, très proches des résultats issus de la méthode d'analyse régionale de la DAVAR.
- Pour les périodes de retour supérieures à 10 ans sur la Karikoué et quelle que soit la période de retour sur la Katiramona, les débits calculés par la méthode rationnelle (valeurs d'intensités pluviométriques calculées à partir de la station de Mont Mou) correspondent à la fourchette basse et sont proches des débits calculés par la méthode de transposition depuis la Couvelée.

Au vu de la faible pluviométrie moyenne du secteur d'étude, comparée aux bassins versants voisins (Tontouta, Dumbéa), les valeurs de débit issues de la méthode rationnelle depuis les intensités pluviométriques du poste de Mont Mou semblent être les plus représentatives. Ce constat est confirmé par l'analyse du modèle SHYREG, dont les résultats sont mis à disposition de la DDR par Météo France, qui montre que pour la pluie de période de retour 2 ans, sur des durées de l'ordre du temps de concentration des bassins versants étudiés (2h), la pluviométrie sur le secteur d'étude est bien moindre comparé au secteur de Dumbéa.

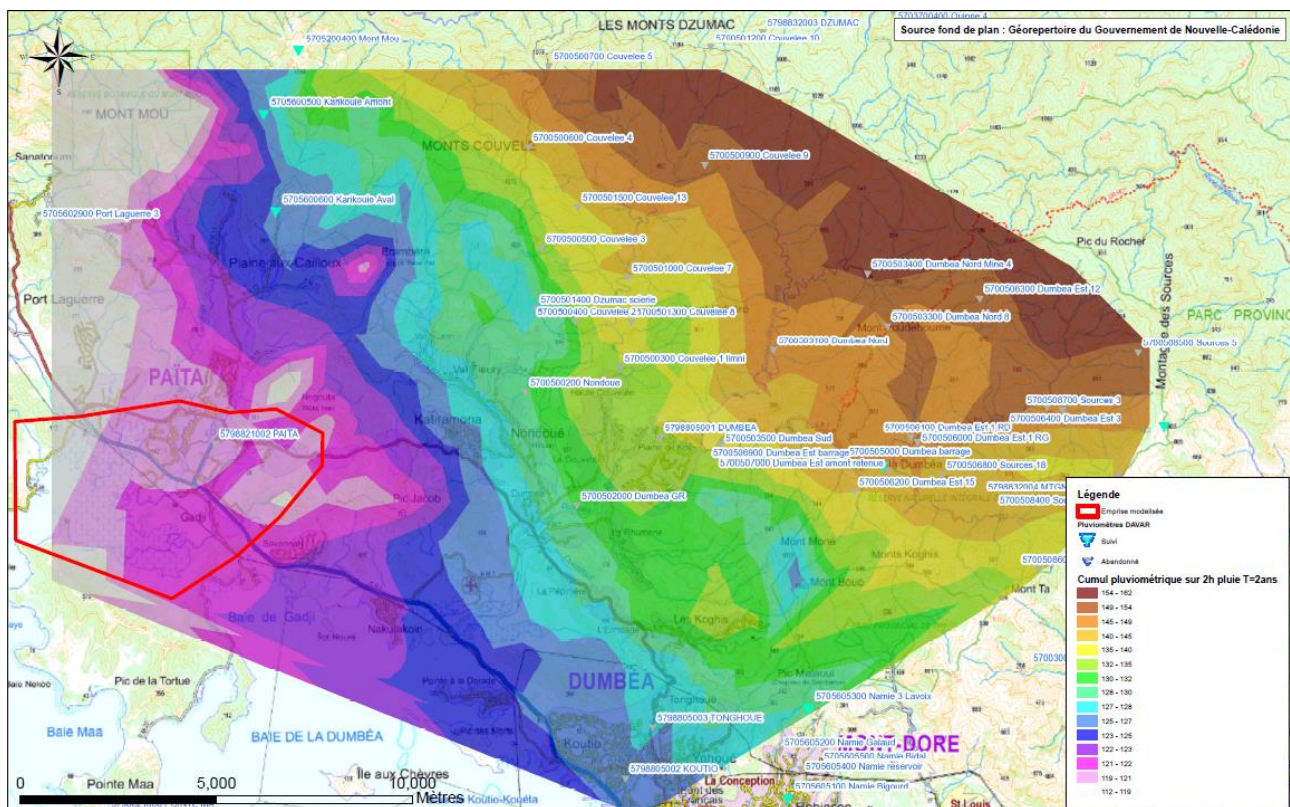


Figure 8 : Extrait du modèle SHYREG de Météo-France (source DDR)

IV.3.4. Comparaison avec valeurs obtenues dans l'étude SOGREAH

Les graphes et tableau suivants comparent les débits de crue théoriques calculés à partir de la méthode rationnelle depuis les intensités pluviométriques du Mont Mou avec la fourchette de débits de l'étude SOGREAH de 2009 transposés, les surfaces des bassins versants étant légèrement différentes.

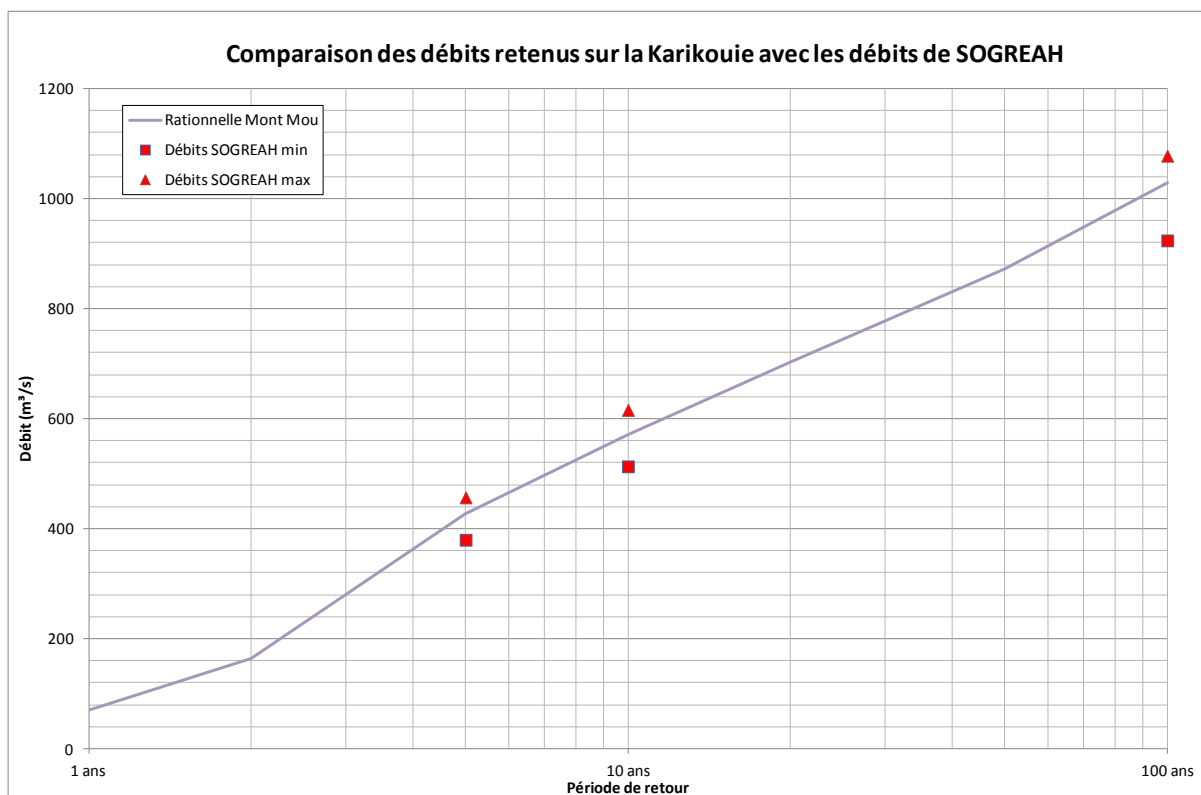


Figure 9 : Comparaison des débits de crue calculés avec ceux de l'étude SOGREAH sur la Karikouïé

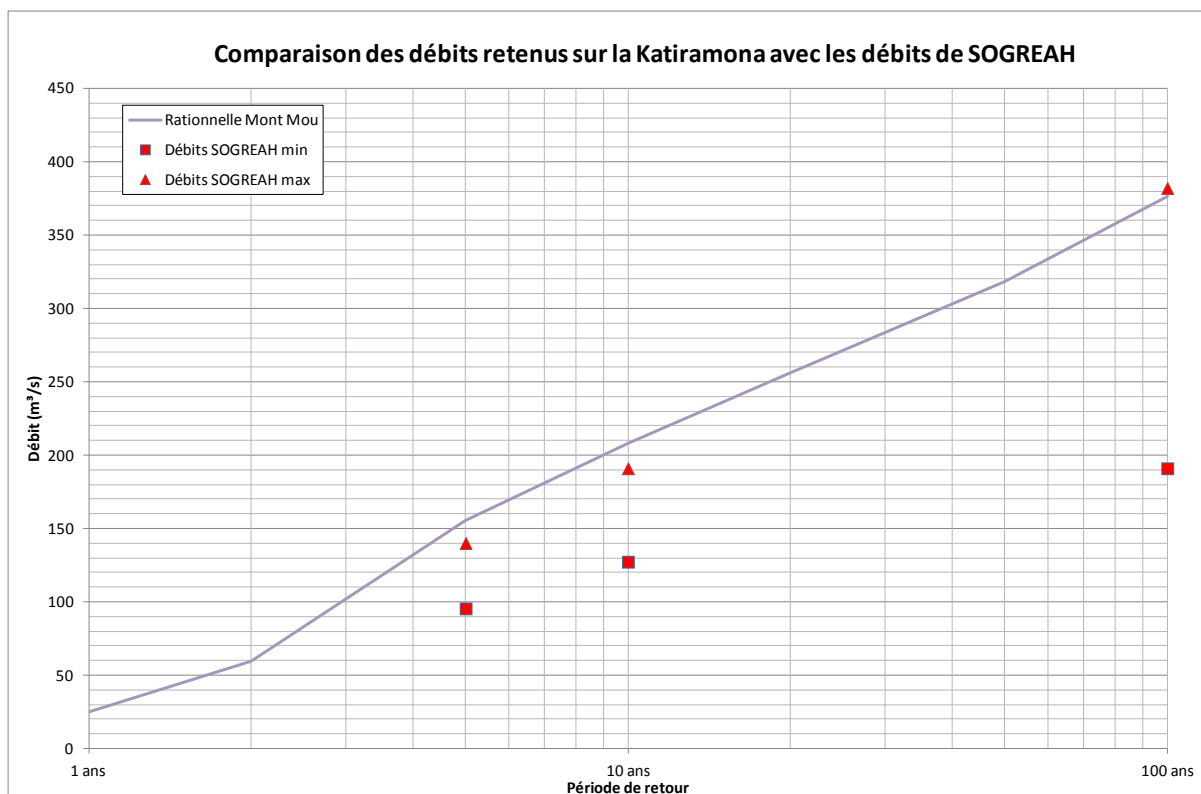


Figure 10 : Comparaison des débits de crue calculés avec ceux de l'étude SOGREAH sur la Katiramona

	Katiramona				Karikouie			
	S (km ²)	T=5ans (m3/s)	T=10ans (m3/s)	T=100ans (m3/s)	S (km ²)	T=5ans (m3/s)	T=10ans (m3/s)	T=100ans (m3/s)
Débit SOGREAH valeurs basses	13.7	75	100	150	53.8	370	500	900
Débits SOGREAH valeurs hautes	13.7	110	150	300	53.8	445	600	1050
Débits SOGREAH transposés valeurs basses (m ³ /s)	18.9	100	130	190	55.7	380	510	920
Débits SOGREAH transposés valeurs hautes (m ³ /s)	18.9	140	190	380	55.7	460	620	1100
Débit depuis Méthode rationnelle Mont Mou (m ³ /s)	18.9	155	210	380	55.7	430	570	1030

Tableau 14 : Comparaison des débits de crue calculés avec ceux de l'étude SOGREAH (2009)

Les débits retenus dans l'étude SOGREAH pour la fourchette haute sont similaires aux débits calculés avec la méthode rationnelle depuis les intensités pluviométriques du Mont Mou.

IV.3.5. Synthèse de l'estimation des débits de pointe théoriques

Les débits de pointe théoriques retenus dans le cadre de cette étude correspondent aux débits de pointe calculés par SOGREAH en fourchette haute.

Les débits théoriques des bassins versants de Païta sont donc les suivants :

Bassin versant	Superficie (km ²)	Débit (m ³ /s)			Débit spécifique (m ³ /s/km ²)		
		T=5 ans	T=10 ans	T=100 ans	T=5 ans	T=10 ans	T=100 ans
Karikouie	56	460	620	1100	8.3	11.1	19.7
Katiramona	19	140	190	380	7.4	10.1	20.1

Tableau 15 : Débits théoriques retenus sur la Karikouie et la Katiramona

Les débits de pointe des sous bassins versants seront transposés depuis ces débits par l'application de la formule suivante :

$$Q_{SousBV} = \left(\frac{S_{SousBV}}{S_{Exutoire}} \right)^{0.75} \cdot Q_{Exutoire}$$

Cette méthode permet d'avoir une indication sur la valeur du débit de pointe sur chaque sous bassin versant.

De plus, sur les rivières Siombéba et Ondémia, des injections de débit sont opérées en aval de la SAV Express, pour modéliser correctement les apports dans la baie de Port Laguerre. Les débits de pointe ont été calculés par transposition depuis le bassin versant voisin de la Karikouie.

Bassin versant	Superficie (km ²)	Débit (m ³ /s)			Débit spécifique (m ³ /s/km ²)		
		T=5 ans	T=10 ans	T=100 ans	T=5 ans	T=10 ans	T=100 ans
Siombeba	7	90	130	220	14.1	19.0	33.8
Ondemia	19	200	270	480	10.9	14.7	26.1

Tableau 16 : Débits théoriques retenus sur la Siombeba et l'Ondemia

IV.4. DETERMINATION DES DEBITS DES CRUES HISTORIQUES

L'objectif de cette partie est de fournir une évaluation de la période de retour de différents événements réels (et donc leur débit) pour lesquels des témoignages sont disponibles. Ces événements seront modélisés en vue d'effectuer le calage du modèle hydraulique.

Sur le secteur d'étude, de nombreuses laisses de crue ont été répertoriées, elles correspondent aux événements suivants :

- Anne (1988),
- Erica (2003).

La démarche proposée ci-après repose sur deux approches différentes :

- **L'analyse de la période de retour de l'évènement considéré aux stations hydrométrique de référence** (La Couvelée, Dumbéa Nord, Dumbéa Est et Tontouta lorsque les données sont disponibles). Les hydrogrammes enregistrés lors de ces événements sont présentés en Annexe 4.
- **L'analyse de la période de retour des événements pluvieux** correspondant sur les stations disposant d'enregistrements, pour des durées encadrant les temps de concentration des bassins versants considérés.

Toutefois cette seconde méthode reste approximative. En effet, la période de retour d'un événement pluvieux n'implique pas forcément une période de retour similaire de la crue générée. D'autres paramètres, notamment l'état de saturation du bassin versant, interviennent également. Les hyétogrammes (en cumul horaire) de ces événements aux stations retenues sont présentés en Annexe 4.

Pour le cyclone Anne, seules les données pluviométriques de la station du Mont Mou sont disponibles.

Pour le cyclone Erica, les données pluviométriques des postes suivants sont disponibles :

- Namié 3,
- Mont Mou,
- Liliane,
- Ouinné,
- Dumbéa Nord.

IV.4.1. Cyclone Erica (Mars 2003)

Le cyclone Erica atteint son intensité maximale avec des vents moyens estimés à 215 km/h, alors qu'il ne se situe qu'à 160 km au nord-ouest de Koumac. Sa vitesse de progression n'est alors que de 15 km/h. Sa trajectoire s'incurve ensuite vers l'est, le cyclone se dirige plus rapidement vers la côte Ouest. Il touche Koné le 13 mars 2003 et longe ensuite toute la côte ouest avec une vitesse assez rapide (30 à 50 km/h). Il atteint Nouméa à 12h le 13 mars avant de quitter la Grande Terre et de toucher l'Île des Pins.

Ce cyclone est principalement caractérisé par la force des vents observés, mais aussi par l'étendue des zones affectées. Les pluies observées ont aussi été très importantes mais le cyclone se déplaçant rapidement, elles ont été de courte durée.

Les dégâts, considérables sur la Grande Terre et l'Île des Pins, ont concerné aussi bien l'agriculture, les routes et bâtiments que les réseaux électriques et télécommunications.

⇒ **Analyse hydrométrique**

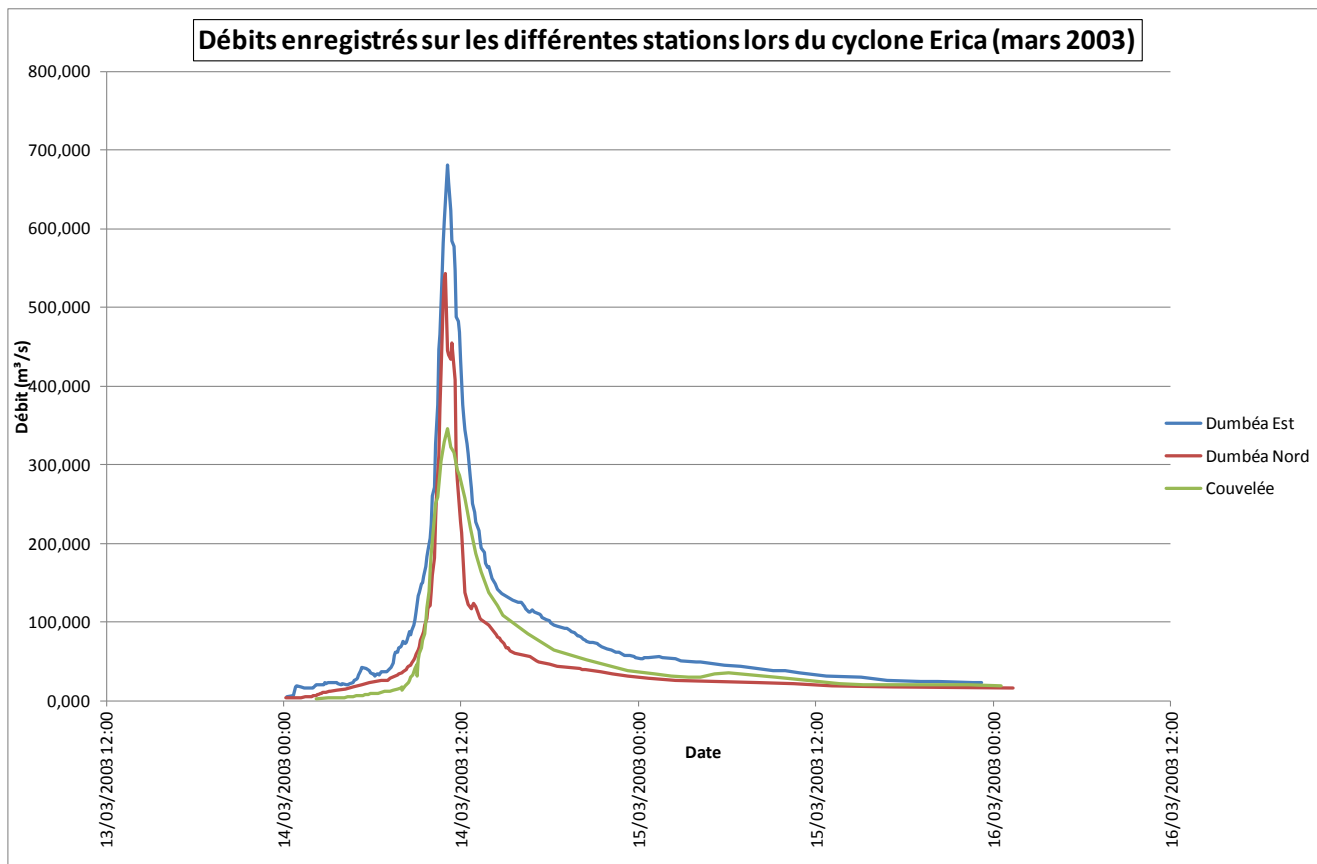


Figure 11 : Hydrogrammes enregistrés aux différentes stations limnimétriques pour le cyclone Erica

Les débits observés aux stations de référence présentent les périodes de retour suivantes :

Station	Débit observé (m ³ /s)	Période de retour
Couvelée	346	5 - 10 ans
Dumbéa Nord	543	20 - 50 ans
Dumbéa Est	681	Gumbel : 10-20 ans
		GEV : 5 - 10 ans
Tontouta	3200	20 ans

Tableau 17 : Analyse hydrométrique pour le cyclone Erica

⇒ Analyse Pluviométrique

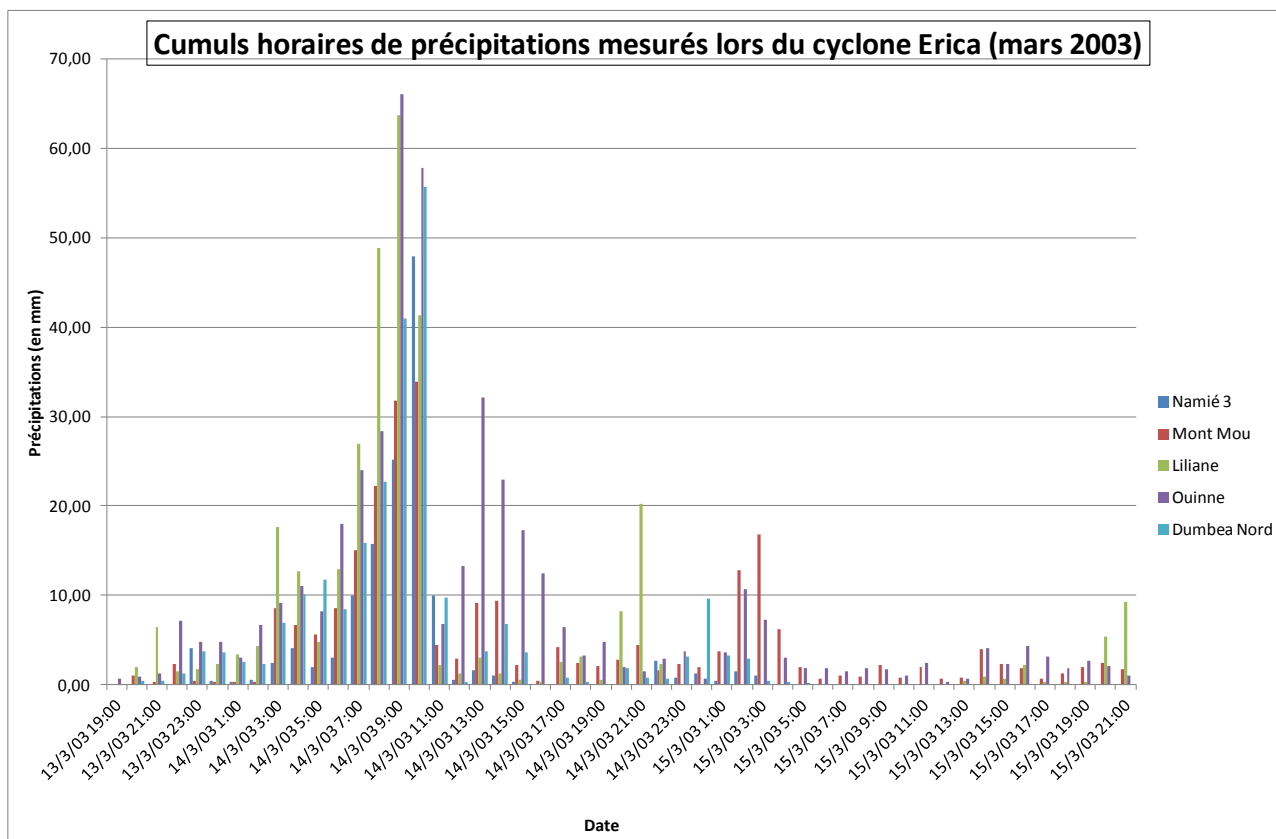


Figure 12 : Cumuls horaires aux différentes stations pluviométriques mesurés lors du cyclone Erica

Pour rappel, le temps de concentration des bassins versants de Païta sont estimés à environ 100 minutes.

Les périodes de retour des pluies enregistrées lors du cyclone Erica ont été estimées aux valeurs suivantes :

Durée Pluviomètre	Durée	
	1 - 4 h	5 - 9 h
Namié 3	2 - 5 ans	
Mont Mou	2 - 5 ans	
Liliane	2 - 5 ans	
Ouinne	10 - 20 ans	
Dumbéa Nord	10 ans	5 - 10 ans

Tableau 18 : Analyse pluviométrique pour le cyclone Erica

⇒ Synthèse

Les données disponibles sont assez variables d'une station à l'autre.

Il est vraisemblable que ce cyclone présente **une période de retour de l'ordre de 10 ans** sur Païta. Le débit de pointe pour cet épisode est estimé au niveau des bassins versants d'étude, à partir de la méthode rationnelle appliquée aux

intensités pluviométriques du Mont Mou (maximum des cumuls glissants sur des durées correspondant au temps de concentration). Le débit de pointe calculé avec la méthode rationnelle est similaire au débit de pointe estimé par SOGREAH. Le débit de pointe estimé par SOGREAH est donc retenu comme débit de pointe pour Erica.

	KARIKOUIE	KATIRAMONA
Tc (min)	115	95
S BV (km ²)	55,7	18,9
Cr	0,75	0,75
i _{max} sur Tc (mm/h)	33,5	35,2
Q (m ³ /s)	400	140
Q _{Erica} SOGREAH retenus (m ³ /s)	420	120
Q _{Erica} SOGREAH transposés (m ³ /s)	430	150

Q_{Karikouie, Erica} = 430 m³/s et Q_{Katirama, Erica} = 150 m³/s

IV.4.2. Cyclone Anne (Janvier 1988)

Le cyclone Anne a principalement touché le sud de la Nouvelle Calédonie. Il a longé la côte Est de la Calédonie tout en restant à une cinquantaine de kilomètres des côtes, a ensuite bifurqué à la hauteur de Thio et a ainsi traversé le sud de la Grande Terre.

Ce cyclone se caractérise également par la force de ses vents (en moyenne 130 km/h avec un maximum à 166 km/h) et l'importance des précipitations enregistrées. En effet, entre le 11 et 13 janvier 1988, des quantités journalières significatives ont été observées sur le secteur d'étude avec 911 mm/j sur le poste de Canon, 908 mm/j sur Dumbéa Nord ou encore 478 mm/j à Kongouhaou. Le nord a été beaucoup moins arrosé.

⇒ Analyse hydrométrique

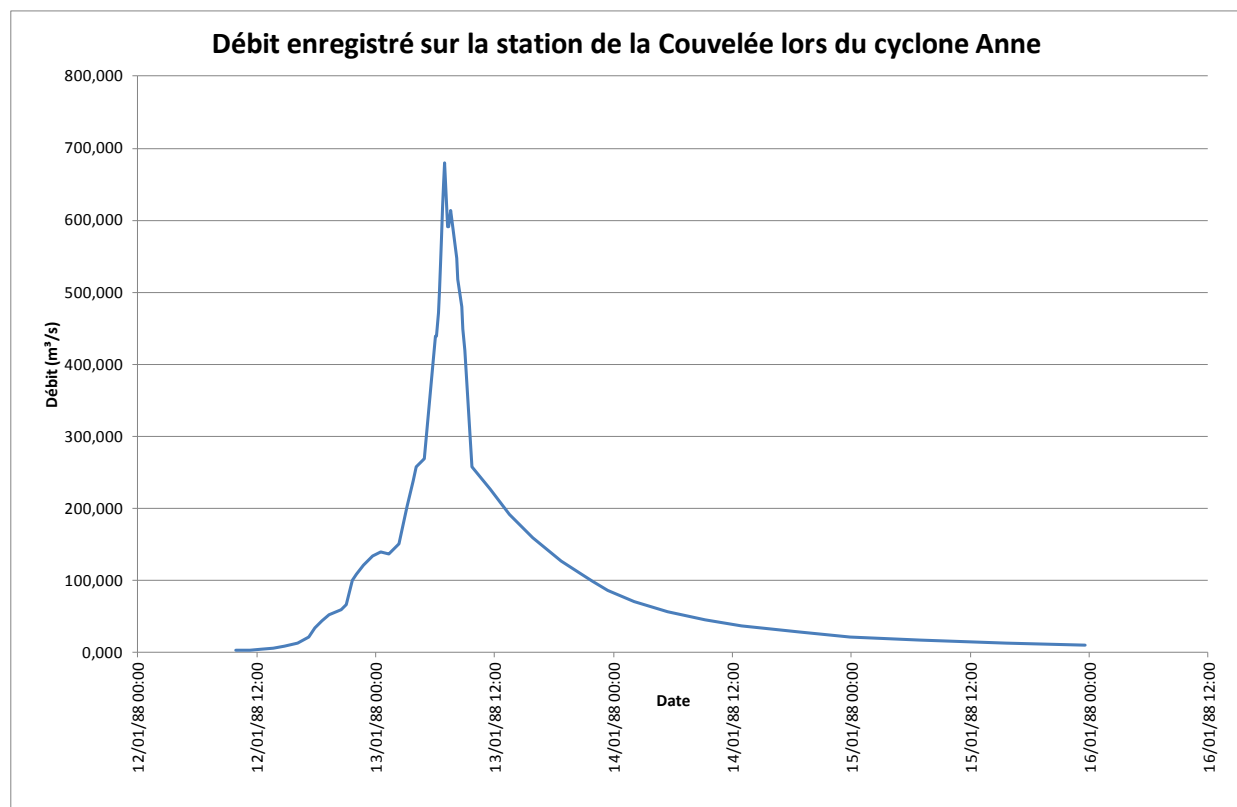


Figure 13 : Hydrogramme enregistré à la station de la Couvelée pour le cyclone Anne

Les débits observés aux stations de référence présentent les périodes de retour suivantes :

Station	Débit observé (m³/s)	Période de retour
Couvelée	680	~50 ans
Tontouta	4600	100 ans
Dumbéa Nord	735	100 ans
Dumbéa Est	1000	50 – 100 ans

Tableau 19 : Analyse hydrométrique pour le cyclone Anne

⇒ Analyse Pluviométrique

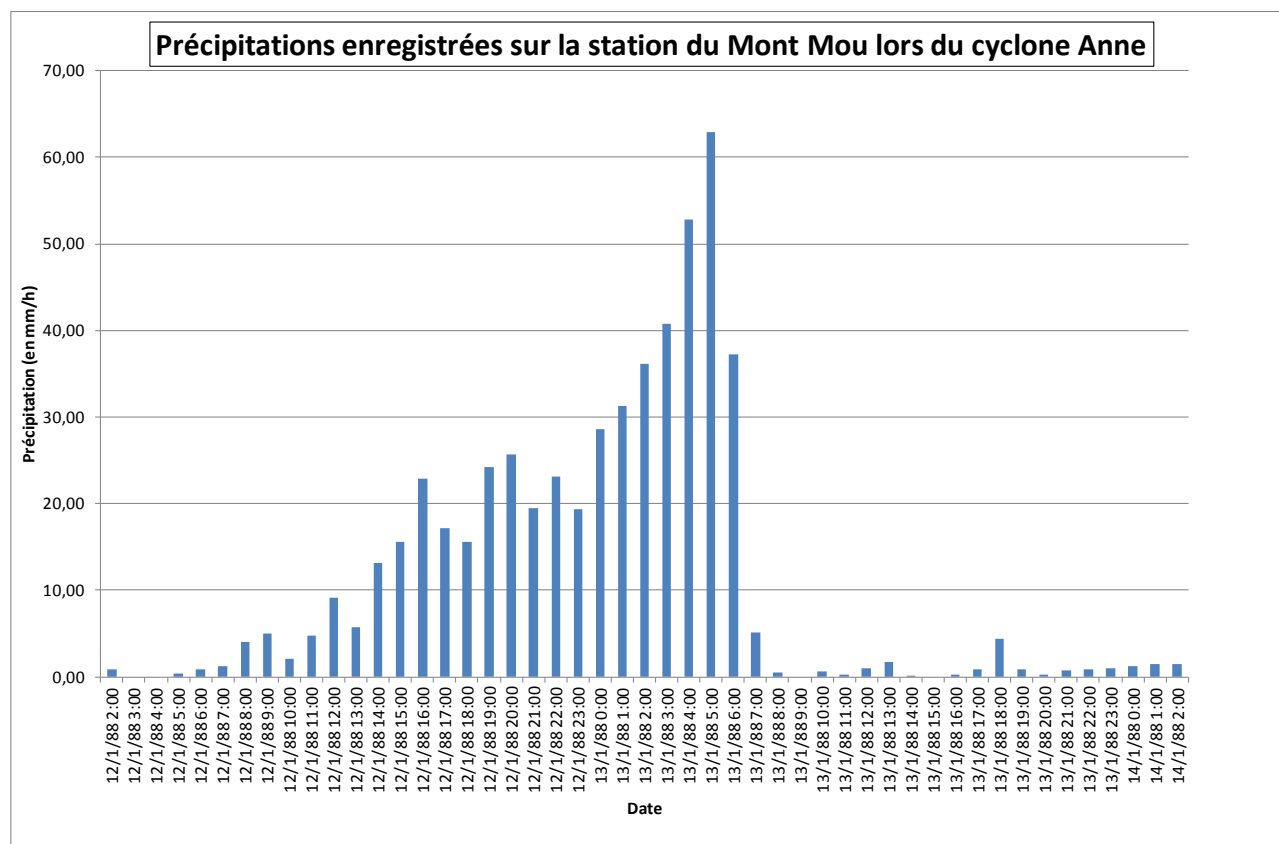


Figure 14 : Cumuls horaires à la station du Mont Mou mesurés lors du cyclone Anne

Les périodes de retour des pluies enregistrées lors du cyclone Anne ont été estimées aux valeurs suivantes :

Durée	2-3h	4-9h
Pluviomètre		
Mont Mou	20 - 100 ans	> 100 ans

Tableau 20 : Analyse pluviométrique pour le cyclone Anne

⇒ Synthèse

Pour ce cyclone les données disponibles sont peu nombreuses, d'où la difficulté d'estimer de manière fiable la période de retour de cet événement.

Il est vraisemblable que ce cyclone présente **une période de retour comprise entre 50 et 100 ans** sur Païta.

Le débit de pointe pour cet épisode est donc estimé au niveau des bassins versants d'étude, à partir de la méthode rationnelle appliquée aux intensités pluviométriques du Mont Mou (maximum des cumuls glissants sur des durées correspondant au temps de concentration). Le débit pointe calculé avec la méthode rationnelle est similaire au débit de pointe valeur haute estimé par SOGREAH. Le débit de pointe estimé par SOGREAH en valeur haute est donc retenu.

	KARIKOUIE	KATIRAMONA
Tc (min)	115	95
S BV (km²)	55,7	18,9
Cr	0,9	0,9
i_{max} sur Tc (mm/h)	60.9	63.9
Q (m³/s)	850	300
Q_{Anne} SOGREAH retenus (m³/s)	800	270
Q_{Anne} SOGREAH transposés (m³/s)	820	340

Q_{Karikouie, Anne} = 820 m³/s et Q_{Katirama, Anne} = 340 m³/s

IV.4.3. Synthèse

Les débits de pointe retenus pour les épisodes Anne et Erica sont les suivants :

Evénement	Q pointe Katirama aval Surface BV Katirama = 18.9 km²	Q pointe Karikoué aval Surface BV Karikoué= 55.7 km²
ANNE (T=50-100 ans)	340	820
ERICA (T=10 ans)	150	430

Tableau 21 : Tableau récapitulatif des débits de pointe retenus pour Anne et Erica

V. EXPLOITATION DES DONNEES TOPOGRAPHIQUES

V.1. SYNTHÈSE DES DONNEES TOPOGRAPHIQUES EXISTANTES

V.1.1. Etat actuel tenant compte de tous les projets actuels et/ou à venir

Le secteur d'étude est le siège d'un développement urbain très important depuis les années 2007-2008. De nombreux projets ont vu le jour, comme l'Arène du Sud, le Mc Donald's, les lotissements PADDON, les 3 Vallées... A l'heure actuelle, des projets sont également en cours, comme le futur centre commercial situé à côté du Mc Donald's.

Afin que les données topographiques utilisées pour la modélisation soient les plus récentes et les plus précises possibles, les projets d'aménagements ont été ajoutés au 1/2000^{ème} quand ils n'étaient pas pris en compte dans le 1/2000^{ème}.

Plusieurs données topographiques de différentes sources ont donc été fournies dans le cadre de cette étude :

- La base de données topographiques au 1/2000^{ème} transmise par la DFA. Ces données datent au plus tard de 2014, puisque les données sur les communes sont actualisées tous les 2 ans. Cette donnée est issue d'une restitution photogrammétrique à partir de prises de vues aériennes. De plus, des « patchs » au 1/500^{ème} correspondant à des plans de récolement plus récents ont été intégrés par la DFA, pour les besoins de l'étude. Ainsi, tous les projets sur le secteur antérieurs à 2014 sont intégrés dans le 1/2000^{ème}.
- Des plans d'état des lieux et de récolement des différents projets qui ont eu lieu sur le secteur d'étude, transmis par la mairie ou les promoteurs.

L'ensemble des projets considéré dans le cadre de cette étude est présenté dans le tableau suivant :

Projet	Commentaire
Arène du Sud	Intégré dans le 1/2000 ^{ème}
Boulevard Sud	Encore en stade projet, non pris en compte dans la modélisation car l'avancement du projet est insuffisant au moment de l'étude hydraulique.
Collège de Païta	Intégré dans le 1/2000 ^{ème}
Projet Vaylena Park	Encore au stade projet au moment de l'étude. Le plan projet transmis n'étant pas exploitable en l'état (non géoréférencé), le projet n'a pas été intégré à la topographie.
Mc Donald's	Intégré dans le 1/2000 ^{ème}
Centre Commercial – SARL NOVA	Encore au stade projet au moment de l'étude. Le plan projet transmis (permis de construire) n'étant pas exploitable en l'état (en 2D et non géoréférencé), le projet n'a pas été intégré à la topographie.
Stade de foot	Intégré dans le 1/2000 ^{ème}
ZIZA	Intégré dans le 1/2000 ^{ème}
Quarantaine	Intégré dans le 1/2000 ^{ème}

Laboratoire de la DAVAR	Non pris en compte dans la modélisation car ce projet, situé à une altimétrie importante, est en dehors de la zone inondable.
Lotissement les 3 Vallées	Intégré dans le 1/2000 ^{ème}
Lotissement Durango	Non pris en compte dans la topographie car situé en dehors de l'emprise de la zone inondable.
ZICO	Intégré dans le 1/2000 ^{ème}
Lotissement PADDON – ZIPAD	Intégré dans le 1/2000 ^{ème} Un état des lieux, sous forme de restitution photogramétrique datant de 2007, avant les projets du lotissement Paddon et de la ZIPAD est également disponible.
Lotissement ZIMA et Baie Maa	Les données « état des lieux » sont intégrés dans le 1/2000 ^{ème} . Les projets sont situés en dehors du secteur d'étude.

La localisation des différents projets est reportée sur la Planche 4.

→ **Cf. Planche 4 : Localisation des projets intégrés dans la modélisation**

V.1.2. Etat antérieur aux projets d'aménagement (2007)

Pour les besoins du calage sur les crues historiques (événements cycloniques datant de 1988 et 2003), des données topographiques antérieures ont également été fournies par la DFA. Les données les plus anciennes qu'il a été possible de récupérer sont issues des archives de la BDTPO au 1/2000^{ème} datant de 2007 sur le secteur en amont de la SAV Express. Sur le secteur en aval de la SAV Express (Paddon), la restitution photogrammétrique de 2007 réalisé par le cabinet de N. Garrido complète ces données, restituant la topographie « naturelle », avant l'aménagement des projets du lotissement Paddon et de la ZIPAD.

Une comparaison des topographies de « 2007 » et « 2016 » est présentée sur la Planche 5 et la Planche 6. Elle a pour objectif d'évaluer les modifications topographiques générées par les différents aménagements qui ont vu le jour sur ce secteur

→ **Cf. Planche 5 : Comparaison des topographies de 2007 et 2016 – secteur en amont de la SAV Express**

→ **Cf. Planche 6 : Comparaison des topographies de 2007 et 2016 – secteur en aval de la SAV Express**

- ✓ En amont de la SAV Express, cette comparaison montre des différences qui relèvent surtout de la précision des différents levés puisque la topographie de 2016, principalement au 1/2000^{ème} (précision P4/A4, soit une classe de précision de l'ordre de 20 cm en planimétrie et 10 cm en altimétrie) est plus précise que celle de 2007, (P5/A5 soit une classe de précision de l'ordre de 50 cm en planimétrie et 20 cm en altimétrie). Certaines données topographiques de 2007 sont en 2D (par exemple le lit mineur de la Katiramona). Les écarts sont de l'ordre de +/- 25 cm à 50 cm en lit majeur, atteignant ponctuellement jusqu'à 1m voire 2m. Les aménagements ont quant à eux peu modifié la topographie, exception faite du remblai en amont de la SAV en rive gauche de la Katiramona (en aval du terrain de football) et des remblais de l'Arène de Païta.
- ✓ En aval de la SAV Express en revanche, les différences sont sensibles sur le secteur de Paddon - ZIPAD. D'importants travaux de terrassement ont été réalisés.

V.2. PROGRAMME DES LEVES TOPOGRAPHIQUES

Les profils en travers sont des levés topographiques réalisés perpendiculairement à l'écoulement de la rivière. Ils doivent décrire la géométrie du lit mineur et du lit majeur. Implantés à intervalles plus ou moins réguliers, cette série de profils à lever, représentatifs du cours d'eau, doit également permettre de préciser les singularités hydrauliques (ruptures de pente, variations de sections..).

Une fois toutes les données pouvant influencer sur le positionnement des profils prises en compte (urbanisations actuelle et future, profils existants), les profils ont été implantés lors de visites de terrain et par l'observation de la cartographie 3D en fonction des singularités hydrauliques constatées sur place.

Le plan des levés topographiques prévus à l'issue de la phase 1 sont présentés en **Annexe 5**.

Au total, ont été levés :

- 33 profils en travers, dont 11 en zone de mangrove, 3 en lit mineur et majeur en aval de la SAV Express, 17 en lit mineur et 2 à l'embouchure dans la baie de Port Laguerre.
- 4 ouvrages.
- de la bathymétrie en aval de la mangrove, sur 90ha, avec un semis de points tous les 50m. En effet, le secteur d'étude initial a été étendu vers l'aval par rapport à la commande initiale, afin de bien représenter toute la baie de Port Laguerre, avec les apports de l'Ondémia et de la Siombéba, pour tenir compte de l'éventuel effet de contrôle de la section située à l'embouchure de la baie.

V.3. MODELES NUMERIQUES DE TERRAIN

Deux modèles numériques de terrain ont été réalisés pour les besoins de l'étude : l'un représentant la topographie actuelle, sur lequel les crues théoriques ont été simulées, et l'autre représentant un état antérieur aux récents projets sur le secteur, utilisé pour caler le modèle sur les crues historiques Anne (1998) et Erica (2003).

V.3.1. Modèle Numérique de Terrain « Etat actuel »

Le Modèle Numérique de Terrain représentant la topographie actuelle est constitué à partir des données topographiques et bathymétriques disponibles, à savoir :

- Données topographiques au 1/500^{ème} et au 1/2000^{ème} existantes sur la zone d'étude (Province Sud - DFA) incluant les plans de récolement sur le lotissement des Trois Vallées, les plans de récolement ZIPAD et PADDON, ainsi que les levés topographiques réalisés sur le secteur de l'Arène – ZIZA mis à disposition par la Mairie de Païta, réalisés par N. Garrido – 2011-2012 ;
- Levés topographiques des profils en travers et des ouvrages réalisés dans le cadre de l'étude SOGREAH par le cabinet de géomètre Laurent Vautrin (avril 2007).

Les plans des ouvrages ont été réutilisés. Les levés de profils en travers ont permis de valider les données topographiques au 1/500^{ème} et au 1/2000^{ème} et de réaliser le programme de levés topographiques complémentaires.

- Données topographiques au 1/10000^{ème} (DITTT, Gouvernement de la Nouvelle Calédonie) en complément, dans les zones où aucune donnée plus précise n'est disponible ;
- Levés topographiques complémentaires des profils en travers et des ouvrages réalisés dans le cadre de la présente étude par le cabinet de géomètres Bourail Topo, levés bathymétriques dans la baie de Port Laguerre.

- En amont de la SAV Express, les hauteurs d'eau en lit mineur sont faibles, ainsi le fond du lit est bien représenté dans la topographie au 1/2000^{ème}, qui est confondue avec les profils levés. Les données topographiques au 1/500^{ème} et 1/2000^{ème} ont donc été conservées en lit mineur en amont de la SAV Express.
- En aval de la SAV Express en revanche, les hauteurs d'eau sont importantes en lit mineur, les données topographiques au 1/500^{ème} et au 1/2000^{ème} ne sont pas représentatives du fond du lit mais correspondent au niveau d'eau. Ainsi, les levés topographiques et bathymétriques ont été intégrés, en remplacement des données au 1/500^{ème} et au 1/2000^{ème} sur cette zone. Les profils en travers, de forme relativement triangulaire en lit mineur, ont été simplifiés par rapport aux levés topographiques et le fond du lit mineur a été décrit à l'aide de trois polygones 3D : deux polygones de pied de berge et une polygone du fil d'eau. Elles ont été tracées en planimétrie en fonction des hauts de berges du 1/2000^{ème} et des profils en travers et les altitudes ont été interpolées linéairement sur la base des levés topographiques. L'avantage de cette méthode par rapport aux interpolations de profils en travers est que les hauts de berges présents dans le 1/2000^{ème} sont conservés.

V.3.2. Modèle numérique de Terrain utilisé pour le calage

Suite à l'analyse comparative des données topographiques de l'état actuel et de l'état antérieur aux projets (cf. §V.1.2), le Modèle Numérique de Terrain utilisé pour le calage est constitué :

- sur la base de la topographie de l'état actuel tenant compte des projets (cf. §V.3.1),
- à laquelle des zones de topographie ont été effacées pour être remplacées par la topographie antérieure aux projets :
 - sur la zone remblayée en amont de la SAV Express, en rive droite de la Katiramona,
 - au niveau de l'actuel échangeur des fraisiers, autour de la SAV Express, entre la Katiramona et la Karikouie,
 - en aval de la SAV Express au niveau du lotissement Paddon.

→ Cf. Planche 7 : Topographie utilisée pour le calage sur les crues historiques

VI. METHODOLOGIE GENERALE POUR LA MODELISATION HYDRAULIQUE

VI.1. METHODOLOGIE

Le cours d'eau est modélisé à l'aide de l'outil Infoworks ICM développé par Innovyze. L'ensemble du secteur d'étude est modélisé en 2D (lit mineur des cours d'eau + lit majeur / champ d'expansion de crue). La modélisation en 2D permet de prendre en compte de manière fine la topographie et les ouvrages structurants, ainsi que d'appréhender au mieux les différents phénomènes de stockage et d'écoulements bidirectionnels dans le champ d'expansion de crue.

Suite à sa construction, le modèle fait l'objet d'un « calage » réalisé à partir des données de crues historiques disponibles (laisses de crue, débits de crue), ainsi qu'une analyse de sensibilité aux différents paramètres, hypothèses et intrants du modèle. Ce calage permet de déterminer les décalages temporels des hydrogrammes aux différents points d'injection, ainsi que les zones de rugosité particulières (zones urbaines, végétation dense ou obstruction...) et les paramètres propres aux ouvrages.

La modélisation hydraulique est effectuée en régime transitoire, par injection d'hydrogrammes de crue historiques et théoriques de fréquence quinquennale, décennale et centennale.

Le maillage est réalisé sur la base des Modèles Numériques de Terrain décrits au paragraphe précédent.

Les caractéristiques du maillage sont les suivantes :

- Taille maximale d'un triangle : 200 m² ; Le triangle est un « sous-élément » de construction : à chaque sommet du triangle est associée une altimétrie (issue du MNT).
- Taille minimale d'un élément : 50 m² ; Un élément est constitué d'un ou plusieurs triangles. Le calcul hydraulique se base sur ces éléments : les résultats sont déterminés pour chaque élément.
- La différence maximale d'altimétrie sur un élément est de 30 cm dans la mesure du possible (le critère précédent pour la taille minimale sera respecté en priorité).
- La bordure du maillage est de type « Mur Vertical » : l'eau ne peut pas s'écouler en dehors du maillage. Les limites de la zone 2D sont dans tous les cas suffisamment éloignées de la zone inondable. La condition limite « Mur Vertical » ne s'applique pas là où la condition de marée est appliquée, c'est la condition limite aval qui prévaut.

Les routes principales (RT1, SAV Express, voie de raccordement entre la RT1 et la SAV Express) sont définies comme des zones spécifiques où le maillage est plus fin que sur l'ensemble de la zone afin de mieux représenter l'altimétrie des voiries, et également comme des zones de rugosité particulières (coefficient de rugosité de Strickler de 40, supérieure à la rugosité générale du lit majeur).

Les ouvrages principaux de la SAV Express et de la RT1 ont été modélisés par des ouvrages 2D (« Bridge Linear Structures » associées à des « Base Linear Structures »).

Les ouvertures des ouvrages de faible capacité (qui surversent pour des débits de crue de période de retour inférieure à 1 an) n'ont pas été prises en compte, elles sont considérées comme obstruées et seul le tablier et les remblais routiers sont représentés dans le modèle numérique de terrain.

Au global, ce sont 360 000 triangles et 300 000 éléments qui ont été créés.

Les coefficients de Strickler appliqués en lit mineur et sur la zone 2D ont été ajustés dans la phase de calage, ils sont donc précisés dans le paragraphe VI.3.

La géométrie ainsi construite est représentée sur la Planche 8.

→ Cf. Planche 8 : Synoptique hydraulique

L'Annexe 9 détaille, pour chaque modélisation réalisée, les fichiers associés (MNT, géométrie, hydrogrammes, conditions aux limites aval, conditions initiales, maillage...) et les hypothèses faites.

→ Cf. Annexe 9 : Mémento de modélisation

VI.2. HYPOTHESES HYDROLOGIQUES

VI.2.1. Points d'injection

Les simulations hydrauliques sont réalisées en régime transitoire, des hydrogrammes de crue sont donc injectés dans le modèle. Les apports sont répartis en :

- 3 injections de débit sur la Katiramona (une en amont pour une superficie de bassin versant de 12.5 km², une à la RT1 pour une superficie complémentaire 1.3 km² et une en aval de la SAV pour une superficie complémentaire de 1.3 km²);
- 1 injection de débit pour l'affluent traversant la ZIZA pour une superficie de bassin versant de 1.5 km² ;
- 1 injection de débit pour l'affluent traversant Gadji pour une superficie de bassin versant de 1.5 km² ;
- 1 injection de débit pour la Carignan pour une superficie de bassin versant de 24.6 km² ;
- 2 injections de débit sur la Karikouie (une en amont pour une superficie de bassin versant de 29.2 km² et une en aval de la confluence avec la Carignan pour une superficie complémentaire de bassin versant de 1.9 km²) ;
- 1 injection de débit pour l'Ondémia, en aval de la SAV Express (pour une superficie de bassin versant de 6.5 km²) ;
- 1 injection de débit pour la Siombebe, en aval de la SAV Express (pour une superficie de bassin versant de 18.2 km²).

La localisation de ces différents points est présentée sur la Planche 8.

→ Cf. Planche 8 : Synoptique hydraulique

VI.2.2. Méthode de construction des hydrogrammes

La démarche suivie pour définir les hydrogrammes de crue (de calage et théoriques) est la suivante :

⇒ **Etape 1 :**

✓ **Pour les crues historiques :**

- Choisir l'hydrogramme sur 24h à la station hydrométrique la plus représentative du secteur d'étude (critère de proximité géographique, similitudes altimétrique, morphologique, de la surface et la forme des bassins versants, pluviométrique...);

✓ **Pour les crues théoriques :**

- Construire les hydrogrammes de crues théoriques (de période de retour 5 ans, 10 ans et 100 ans) à partir des données QDF fournies par la DAVAR à la station hydrométrique la plus pertinente.

Durée (mn)	Période de Retour T (année)							Paramètres de Gumbel			Observations	
	1	2	5	10	20	50	100	Gd	P0	R ²	Valeur Max	Durée(ans)
15	187	253	457	592	722	889	1015	180	187	0.991	905	37.00
30	185	246	433	557	676	830	945	165	185	0.991	892	37.00
60	175	233	414	533	648	796	907	159	175	0.991	846	37.00
90	167	224	399	515	626	770	878	155	167	0.990	799	37.00
120	160	214	381	492	598	736	839	148	160	0.987	748	37.00
180	150	199	351	451	547	672	766	134	150	0.982	654	37.00
360	130	173	304	392	475	584	665	116	130	0.982	560	37.00
1440	68	92	166	215	262	322	368	65	68	0.954	269	37.00
2880	35	50	98	129	159	198	227	42	35	0.921	156	37.00
5760	18	27	54	73	90	113	129	24	18	0.941	93	37.00

Figure 15 : QDF de la station de Dumbéa Est (source DAVAR)

Les hypothèses sont :

- ❖ Les volumes correspondant aux débits sur des durées de 6, 15, 30, 60, 90, 120, 180, 360 et 1440 minutes sont pris en compte.
- ❖ Les hydrogrammes sont construits sur 24h, 1/3 du temps correspond à la montée de crue, 2/3 du temps à la décrue.
- ❖ La pointe de crue a été « étendue » (durée de la pointe considérée de 6 minutes) de sorte que cette valeur de débit de pointe soit bien prise en compte dans la simulation. Le volume excédentaire écoulé sur cette durée de 6min du fait de cette hypothèse, représente environ 100 000 m³. Ce volume est donc peu significatif au regard du volume total de la crue qui représente plusieurs millions de m³.

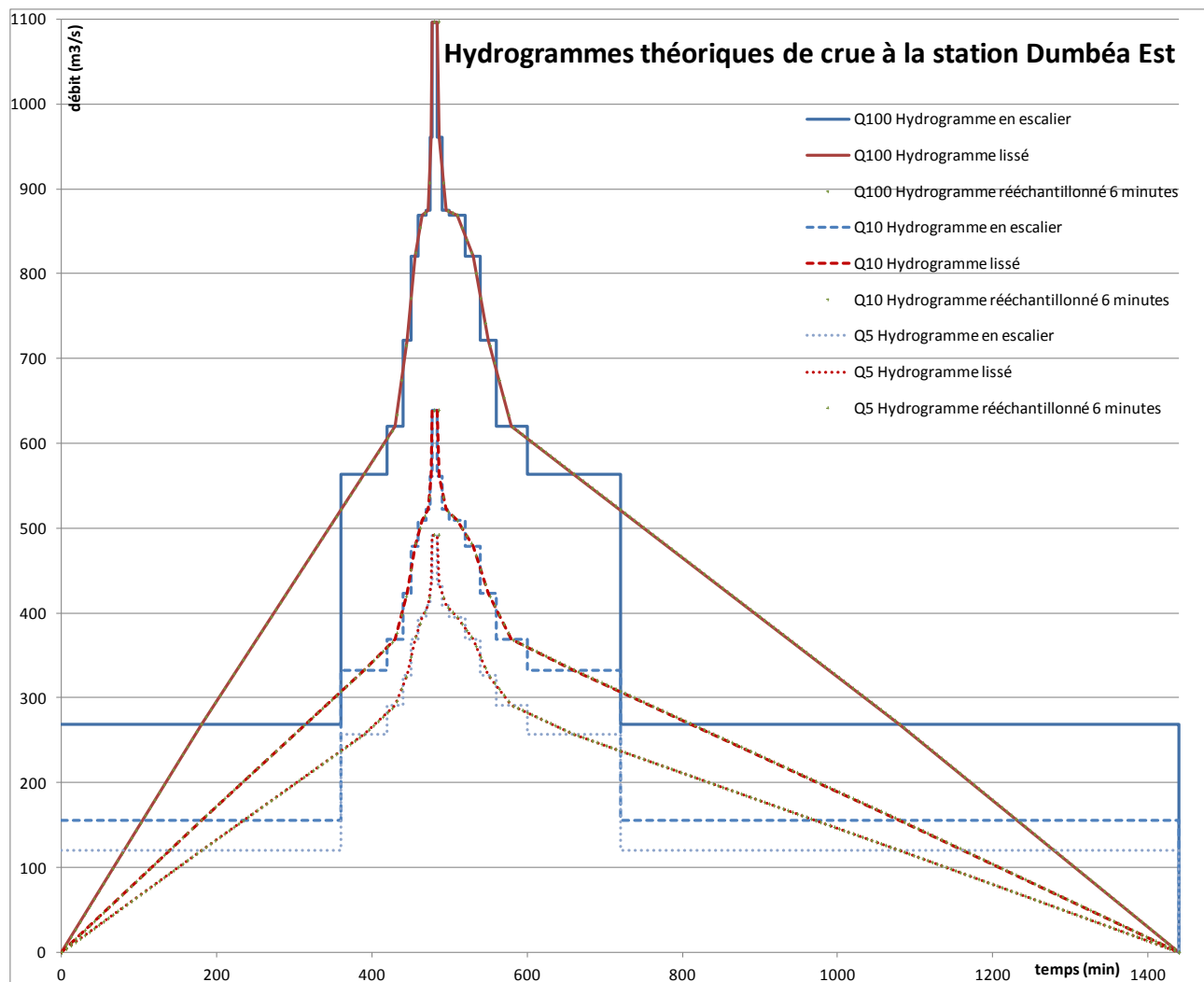


Figure 16 : Hydrogrammes de crue théorique (T= 5, 10 et 100 ans) au droit de la station hydrométrique de Dumbéa Est

⇒ **Etape 2 :** Pour chaque rivière, définir l'hydrogramme à l'exutoire. Pour cela, à chaque pas de temps, multiplier par un coefficient multiplicateur l'hydrogramme de la station hydrométrique pour obtenir le débit de pointe à l'exutoire du bassin versant, précédemment calculé pour chaque crue historique.

⇒ **Etape 3 :** Déterminer le volume global de crue à l'exutoire sur 24h sur la base de l'hydrogramme à l'exutoire et définir les apports en volume pour chacun des sous bassins versants au prorata de la surface du sous bassin versant;

$$Volume_{sousBV} = \frac{Surface_{sousBV}}{Surface_{BV\ exutoire}} Volume_{BV\ exutoire}$$

⇒ **Etape 4 :** Pour chacun des sous bassins versants, définir un hydrogramme par transposition de l'hydrogramme à l'exutoire au prorata des surfaces des sous bassins versants. Les volumes obtenus par cette simple transposition sont sensiblement plus importants que ceux déterminés à l'étape 2.

$$Q_{sousBV} = \frac{S_{sousBV}}{S_{BV\ exutoire}}^{0.75} Q_{BV\ exutoire}$$

- ⇒ **Etape 5 :** Adapter les hydrogrammes obtenus à l'étape 3 jusqu'à obtenir le volume de crue recherché pour chaque sous bassin versant. Pour cela, les pas de temps de construction sont artificiellement diminués, ce qui permet notamment de réduire les temps de réponse des petits sous bassins versants. A l'issue de cette étape, les hydrogrammes à injecter en chaque point sont définis.
- ⇒ **Etape 6 :** Caler dans le temps les différentes injections afin qu'au niveau de chaque point d'injection les débits de pointe restent cohérents. Pour cela les différents temps de transfert entre les points d'injection sont pris en compte. Cette étape est itérative :
- En 1^{ère} approche, les débits de pointe théoriques aux jonctions obtenus par transposition depuis le débit de pointe calculé à l'exutoire sont recherchés. Les vitesses de transfert sont de l'ordre de 2 m/s. A l'issue de cette première simulation, il apparaît que les débits aux jonctions sont plus faibles que ceux attendus et les niveaux d'eau calculés au-dessous des cotes observées.
 - En 2^{ème} approche, suite aux résultats de la première simulation, les débits aux jonctions ont été artificiellement augmentés en jouant sur le décalage dans le temps des injections. Précisons que les hydrogrammes injectés ne sont pas modifiés, ils sont juste décalés dans le temps. Les injections des débits des bassins versants des affluents (ZIZA, Gadji) et de la Siombéba et Ondémia sont calées dans le temps de sorte que leur pointe vient gonfler la pointe de la Karikouie et Katiramona.

A titre d'exemple les temps de concentration de la Karikouie et la Katiramona sont similaires. Ainsi, il y aura concomitance des pointes de crue.

VI.2.3. Hydrogrammes de crues historiques

VI.2.3.1. Cyclone Erica du 14 mars 2003 (T= 10 ans)

Pour le cyclone Erica, des hydrogrammes ont été enregistrés aux stations de La Couvelée, Dumbéa Nord, Dumbéa Est et Tontouta. Les hydrogrammes aux exutoires des rivières Katiramona, Karikouie, Ondémia et Siombéba sont obtenus par transposition et décalage temporel depuis la station de Dumbéa Est. Cette station a été retenue dans la mesure où elle fournit les données les plus fiables, est proche de la zone d'étude et a une superficie similaire à celle du bassin versant de la Karikouie.

Pour le cyclone Erica, les différents résultats de la démarche détaillée dans le paragraphe précédent sont les suivants :

Bassin versant	Surface drainée (km ²)	Volume de la crue Erica (Mm ³)	Débit de pointe (m ³ /s)
Station limnimétrique de Dumbéa Est	51	11.1	681
BV Karikouie	56	7	430
SBV Karikouie amont	29.2	3.7	264
SBV Carignan	24.6	3.2	232
SBV Karikouie aval	1.9	0.2	34
BV Katiramona	19	2.5	150
SBV Katiramona amont	12.5	1.6	110
SBV Katiramona intermédiaire	1.3	0.2	20
SBV Katiramona aval	2.2	0.3	30
SBV Gadji	1.4	0.2	21
SBV ZIZA	1.5	0.2	22
BV Siombéba	18.2	2	111
BV Ondémia	6.5	1	51

Tableau 22 : Caractéristiques de la crue Erica aux exutoires des cours d'eau et aux différents points d'injection du modèle

Pour la crue Erica, les différents hydrogrammes injectés dans le modèle sont indiqués sur la figure suivante :

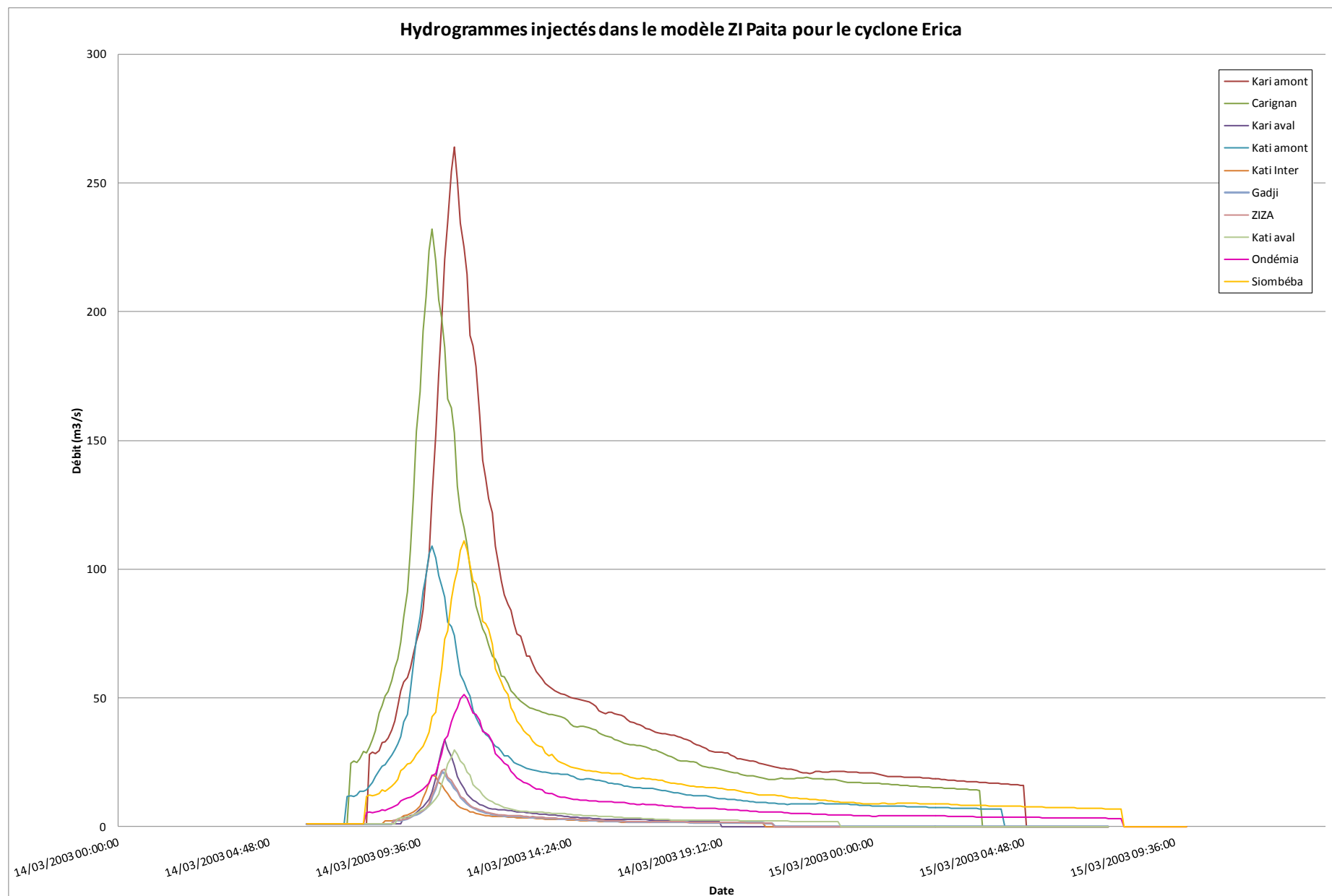


Figure 17 : Hydrogrammes de crue définis pour la crue de calage Erica

VI.2.3.1. Cyclone Anne du 12 janvier 1988 (T= 50-100 ans)

Pour le cyclone Anne, seule la station de La Couvelée a enregistré un hydrogramme. La station de Dumbéa Est n'a enregistré qu'un débit de pointe.

Les hydrogrammes aux exutoires des rivières Katiramona, Karikouie, Ondémia et Siombéba sont obtenus par transposition et décalage dans le temps depuis la station de la Couvelée.

Pour le cyclone Anne, les différents résultats de la démarche détaillée dans le paragraphe précédent sont les suivants :

Bassin versant	Surface drainée (km ²)	Volume de la crue Erica (Mm ³)	Débit de pointe (m ³ /s)
Station limnimétrique de la Couvelée	40	19.7	680
BV Karikouie	56	24	820
SBV Karikouie amont	29.2	12.4	503
SBV Carignan	24.6	10.4	443
SBV Karikouie aval	1.9	0.8	65
BV Katiramona	19	10	340
SBV Katiramona amont	12.5	6.5	248
SBV Katiramona intermédiaire	1.3	0.7	46
SBV Katiramona aval	2.2	1.1	68
SBV Gadji	1.4	0.7	48
SBV ZIZA	1.5	0.8	51
BV Siombéba	18.2	3	103
BV Ondémia	6.5	6	222

Tableau 23 : Caractéristiques de la crue Anne aux exutoires des cours d'eau et aux différents points d'injection du modèle

Pour la crue Anne, les différents hydrogrammes injectés dans le modèle sont indiqués sur la figure suivante :

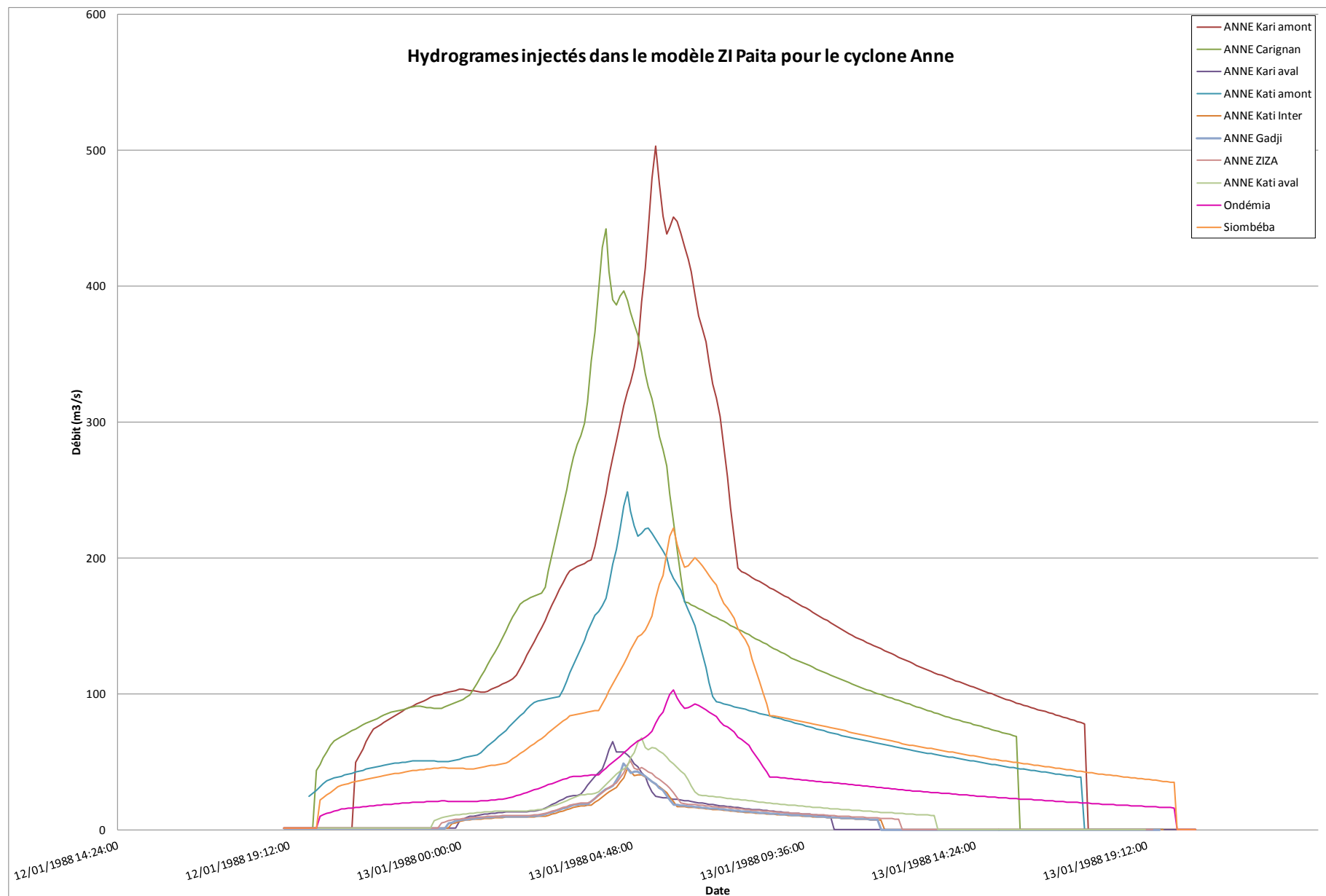


Figure 18 : Hydrogrammes de crue définis pour la crue de calage Anne

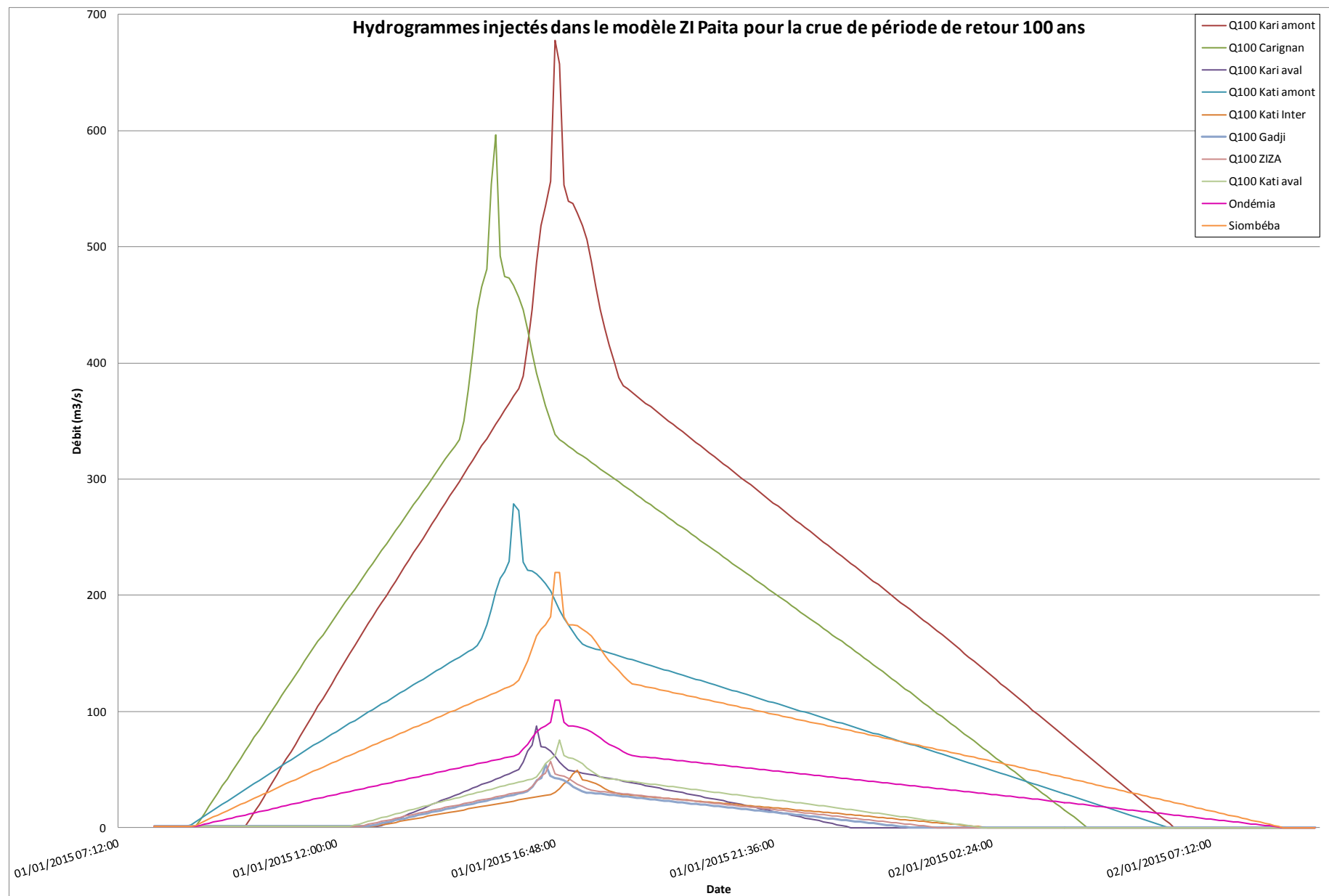
VI.2.4. Hydrogrammes de crues théoriques

Pour chaque crue théorique, les décalages temporels entre les différentes injections sont identiques aux décalages temporels entre les différentes injections des hydrogrammes des crues de calage.

Les hydrogrammes théoriques en chaque point d'injection sont présentés en Annexe 6 : Débits théoriques injectés ainsi que sur la Planche 8 : Synoptique hydraulique.

→ **Cf. Planche 8 : Synoptique hydraulique**

Pour les crues de période de retour $T = 5, 10$ et 100 ans, les différents hydrogrammes injectés dans le modèle sont les suivants :



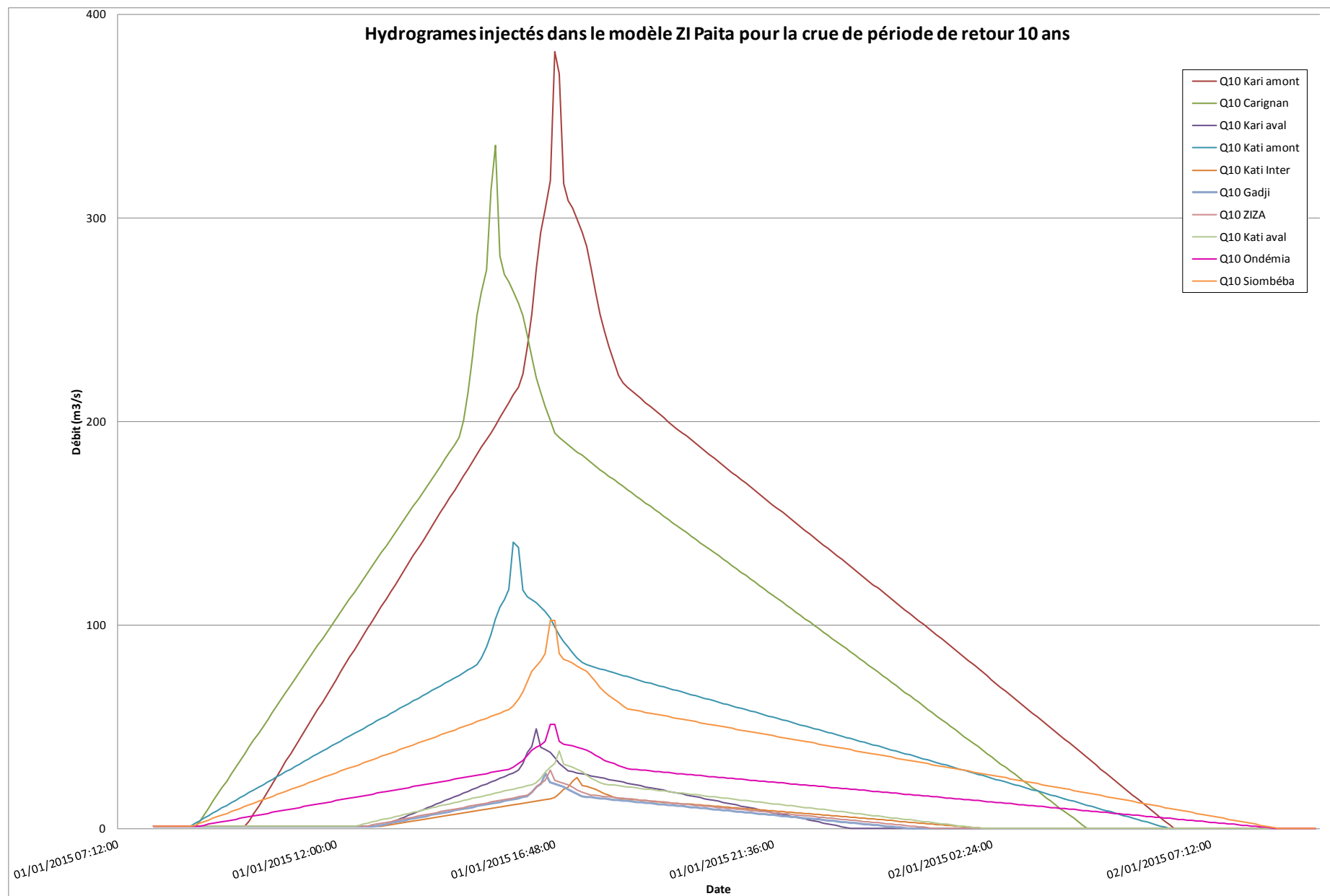


Figure 20 : Hydrogrammes de crue définis pour la crue de période de retour 10 ans

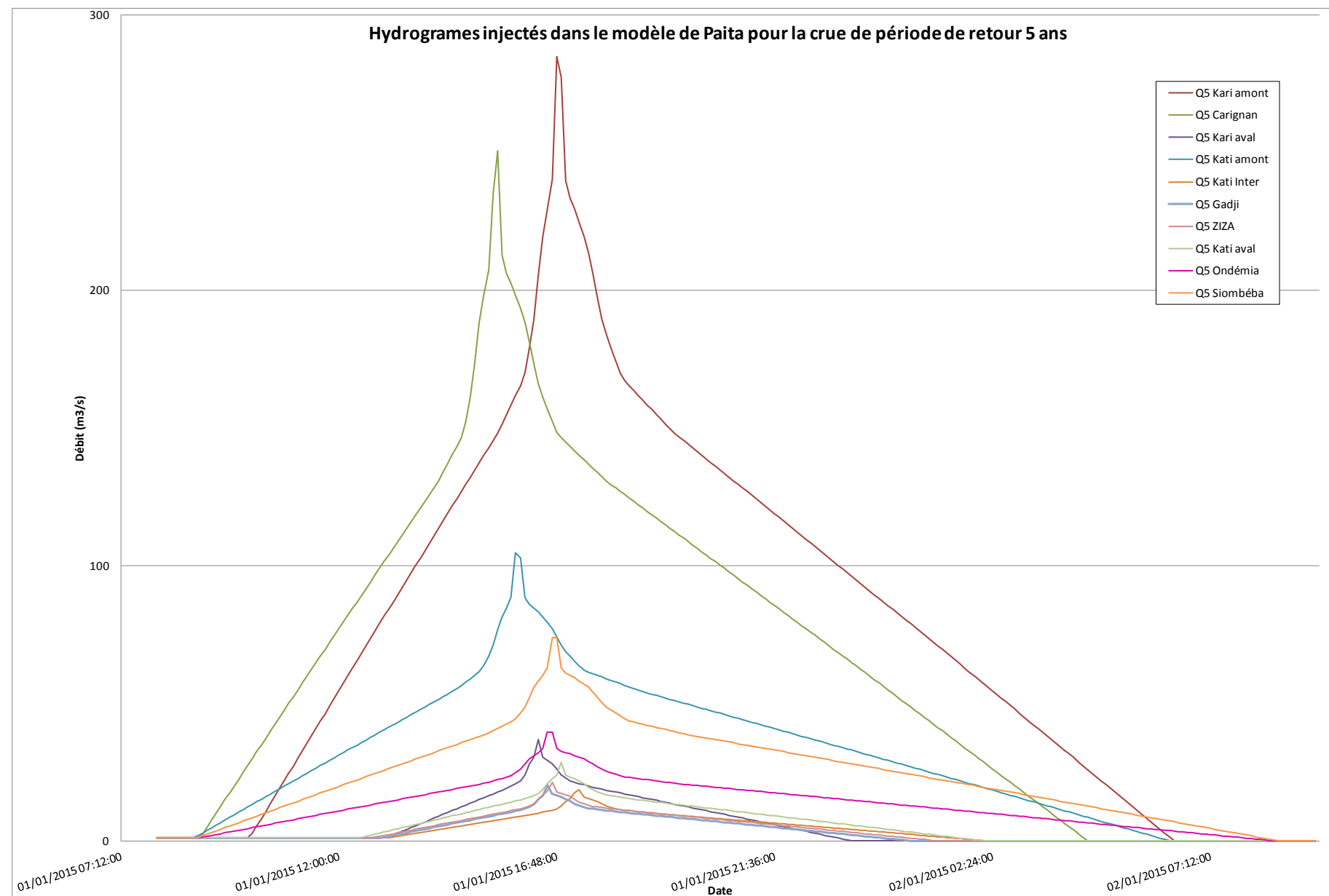


Figure 21 : Hydrogrammes de crue définis pour la crue de période de retour 5 ans

VI.3. CONDITION LIMITE AVAL

La condition limite aval intervient sous la forme d'un niveau imposé en aval du modèle, dans la baie de Port Laguerre.

VI.3.1. Crues historiques

Pour les crues historiques, les conditions limites aval correspondent à des données précises enregistrées lors des crues au niveau du marégraphe de Ouinné appartenant au SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine, Gouvernement de la Nouvelle Calédonie) et qui ont été récupérées auprès du REFMAR (site des réseaux de référence des observations marégraphiques).

Dans le modèle, afin d'être sécuritaire en termes de niveaux d'eau maximums lors des crues, le niveau de marée maximal enregistré lors des épisodes cycloniques (Anne : 0.62 m NGNC et Erica : 0.67 m NGNC) a été appliqué pendant toute la durée de la crue. Compte tenu de cette hypothèse, les durées de décrue peuvent être légèrement surestimées par rapport à la réalité.

VI.3.2. Crues théoriques

Pour les simulations des crues de référence de période de retour 5, 10 et 100 ans, un niveau fixe dans le temps a été appliqué. Il s'apparente aux valeurs usuellement utilisées dans les études hydrauliques en Nouvelle-Calédonie et correspond à une valeur de marée haute majorée par une surcote cyclonique, à savoir :

- 1,1 m NGNC pour les crues de période de retour 5 et 10 ans ;
- 1,4 m NGNC pour les crues de période de retour 100 ans.

L'influence de la condition limite aval a fait l'objet d'une analyse de sensibilité dans un prochain chapitre.

VII. CALAGE SUR LES CRUES HISTORIQUES

VII.1. METHODOLOGIE

Le calage a porté sur les deux évènements décrits précédemment :

- Le cyclone Erica (Mars 2003), qui correspond à un épisode de période de retour d'environ 10 ans ;
- Le cyclone Anne (Janvier 1988), qui correspond à un épisode de période de retour d'environ 50 à 100 ans ;

Le calage des modèles hydrologique et hydraulique s'est limité à ces deux épisodes de crue.

Pour rappel, les simulations de calage sont réalisées sur la base :

- ✓ du Modèle Numérique de Terrain utilisé pour le calage et décrit au §V.3.2,
- ✓ des hydrogrammes de crues historiques décrits au §VI.2.3,
- ✓ des conditions aux limites aval décrits au §VI.3.1.

Le calage du modèle a été réalisé en deux temps :

- **Ajustement des hypothèses hydrologiques**, en particulier des temps de décalage entre les différents points d'injection. Cette phase a abouti aux hydrogrammes définis au §VI.2.3.
- **Calage du modèle géométrique** : ajustement de la taille des éléments du maillage, des paramètres propres aux ouvrages hydrauliques et de la rugosité, caractérisée par les coefficients de Strickler, aussi bien en lit mineur que dans le champ d'expansion des crues. Cette phase est décrite dans le paragraphe suivant.

Les paramètres ont été ajustés de manière itérative afin que les résultats de simulations soient les plus proches possibles des observations effectuées lors d'évènements réels (laisses de crue, échelles de crue, enquêtes de terrain).

VII.2. AJUSTEMENT DES PARAMETRES

Le modèle a été calé principalement sur le cyclone Anne, qui présente une période de retour de 50 à 100 ans, épisode qui se rapproche le plus de la crue centennale. Les paramètres retenus suite à ce calage ont ensuite été appliqués au cyclone Erica (période de retour 10 ans) pour validation.

VII.2.1. Historique des ajustements effectués pour le calage du modèle sur l'épisode Anne

VII.2.1.1. Raffinage du maillage

Le maillage a été suffisamment raffiné pour bien représenter les lits mineurs des cours d'eau, les routes et les singularités comme les digues. Raffiner le maillage en lits mineur et majeur permet globalement d'abaisser les niveaux d'eau de 10 cm maximum.

Dans la baie de Port Laguerre le maillage est plus lâche.

VII.2.1.2. Analyse critique des relevés de niveaux

De nombreux relevés de niveaux ont été recensés lors de la crue Anne sur le secteur d'étude (17 laisses de crue et 30 enquêtes).

Il est apparu que certaines laisses de crue initialement communiquées par la DAVAR présentaient des incohérences, avec notamment un décalage spatial par rapport aux études précédentes (HYDREX, SOGREAH). Il semble que ces décalages pourraient provenir d'une erreur sur le système de coordonnées de référence pour le positionnement. En concertation avec la DDR et la DAVAR, certaines de ces laisses ont été écartées. La Planche 9 présente les observations de niveaux d'eau écartées et celles retenues. Au final, 11 laisses de crue et 22 enquêtes ont été utilisées pour le calage sur l'évènement Anne.

→ **Cf. Planche 9 : Laisses de crue ANNE**

VII.2.1.3. Test sur les ouvrages hydrauliques de la SAV Express

Malgré ce tri dans les laisses de crue, la laisse A105 est nettement plus haute que les valeurs calculées.

De plus, les répartitions de débits lit mineur/lit majeur ne sont pas les mêmes que dans l'étude SOGREAH, 2009. En effet, pour l'épisode Anne dans la Katiramona, les débits qui transitent sous l'ouvrage de la SAV Express sont 20% plus faibles que dans l'étude SOGREAH.

Pour ces deux raisons, des tests ont été réalisés en modifiant les paramètres des ouvrages de la SAV Express.

→ Paramètres propres aux ouvrages

Avec une simulation bidimensionnelle, aussi bien en lit mineur qu'en lit majeur, les paramètres propres aux ouvrages (coefficients de pertes de charge, de frottement, type d'écoulement...) ont très peu d'influence sur la répartition des débits et les niveaux d'eau. Le remblai routier de la SAV Express constitue un réel obstacle aux écoulements et son effet est prépondérant sur les lignes d'eau et la répartition des débits devant les éventuels effets propres aux paramètres des ouvrages de la SAV.

→ Géométrie des ouvrages

La figure ci-dessous présente les lignes d'eau en lit mineur de la Katiramona autour de l'ouvrage de la SAV pour différentes simulations :

- Courbe bleue : simulation avec l'ouvrage sous la SAV, représenté selon les plans de l'ouvrage en l'état actuel.
- Courbe verte : simulation en diminuant de moitié la largeur de la voirie, pour simuler la SAV Express avant son doublement (largeur avant doublement de la voirie : 10 m).
- Courbe orange : les ouvertures de l'ouvrage sont élargies artificiellement (section sous ouvrage augmentée de 30%).

- Courbe rouge : ouvrages sous la SAV supprimés (remblais routiers conservés).

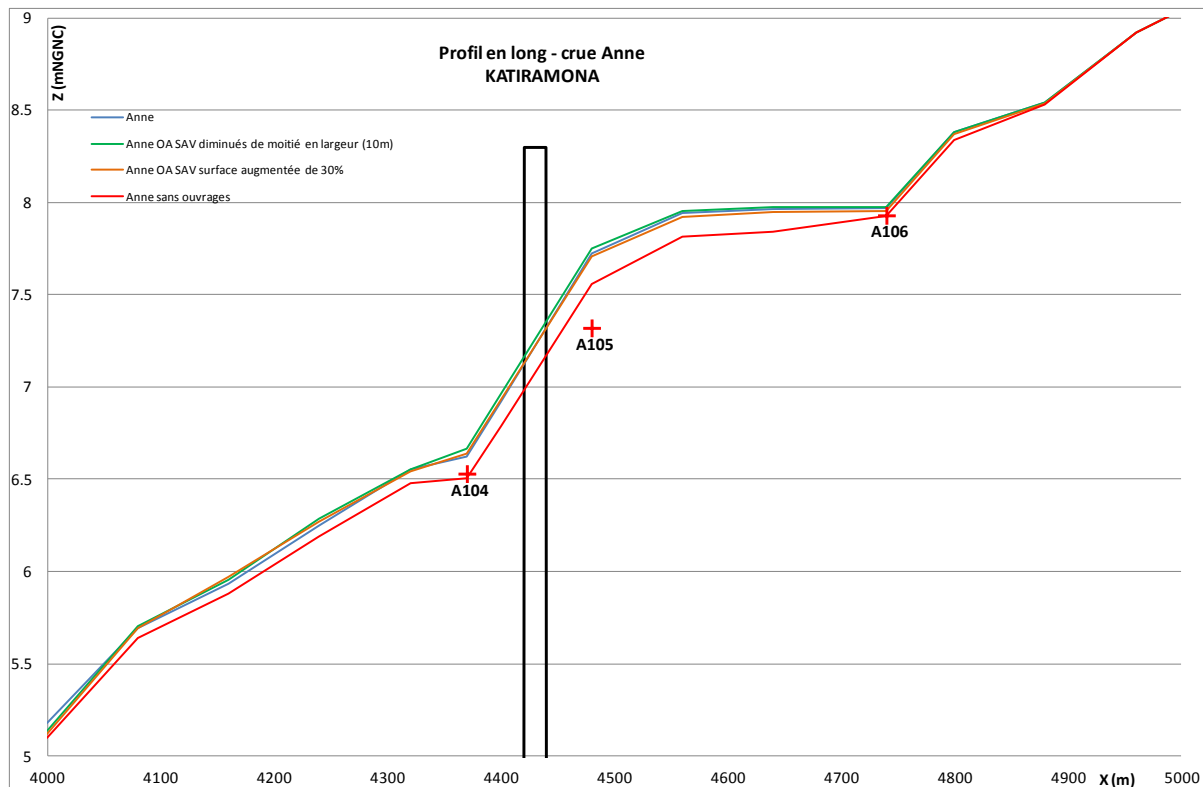


Figure 22 : Profil en long (niveaux maximaux atteints) autour de l'ouvrage de franchissement de la Katiramona sous la SAV – tests ouvrages

Ces simulations montrent que l'incidence de l'ouvrage est faible : le fait de réduire la largeur de voirie ou d'augmenter la section hydraulique de l'ouvrage de 30% a une incidence de quelques centimètres et le fait de retirer le tablier et les piles de l'ouvrage abaisse la ligne d'eau de 20 cm et augmente de 4% le débit en lit mineur. Même sans ouvrage, la ligne de crue A105 semble anormalement basse par rapport à la ligne d'eau calculée. La ligne d'eau correspondant bien avec les laisses de crue voisines A104 (100 m plus en aval) et A106 (300 m en amont), et étant 40 cm plus haute au niveau de la laisse A105, il est probable que cette laisse soit erronée, elle a donc été écartée pour la suite de l'analyse.

VII.2.1.4. Modification du Modèle Numérique de terrain

Initialement, la simulation de calage avait été réalisée sur la base du Modèle Numérique de Terrain « Etat actuel » (cf. §V.3.1). Les laisses de crue en aval étaient trop hautes (+40 cm) quels que soient les paramètres de rugosité retenus. Le Modèle Numérique de Terrain utilisé pour le calage a donc été construit, en intégrant la topographie antérieure au projet Paddon, à l'échangeur des Fraisiers et aux remblais en rive gauche de la Katiramona en amont de la SAV (cf. §V.3.2).

La figure suivante présente les écarts des lignes d'eau entre la simulation avec le MNT « Etat actuel », le MNT « Etat actuel sans remblai amont SAV » en enlevant le remblai en rive gauche de la Katiramona, en amont de la SAV Express et le MNT utilisé pour le calage (sans le remblai amont, sans les remblais de Paddon et sans l'échangeur des fraisiers).

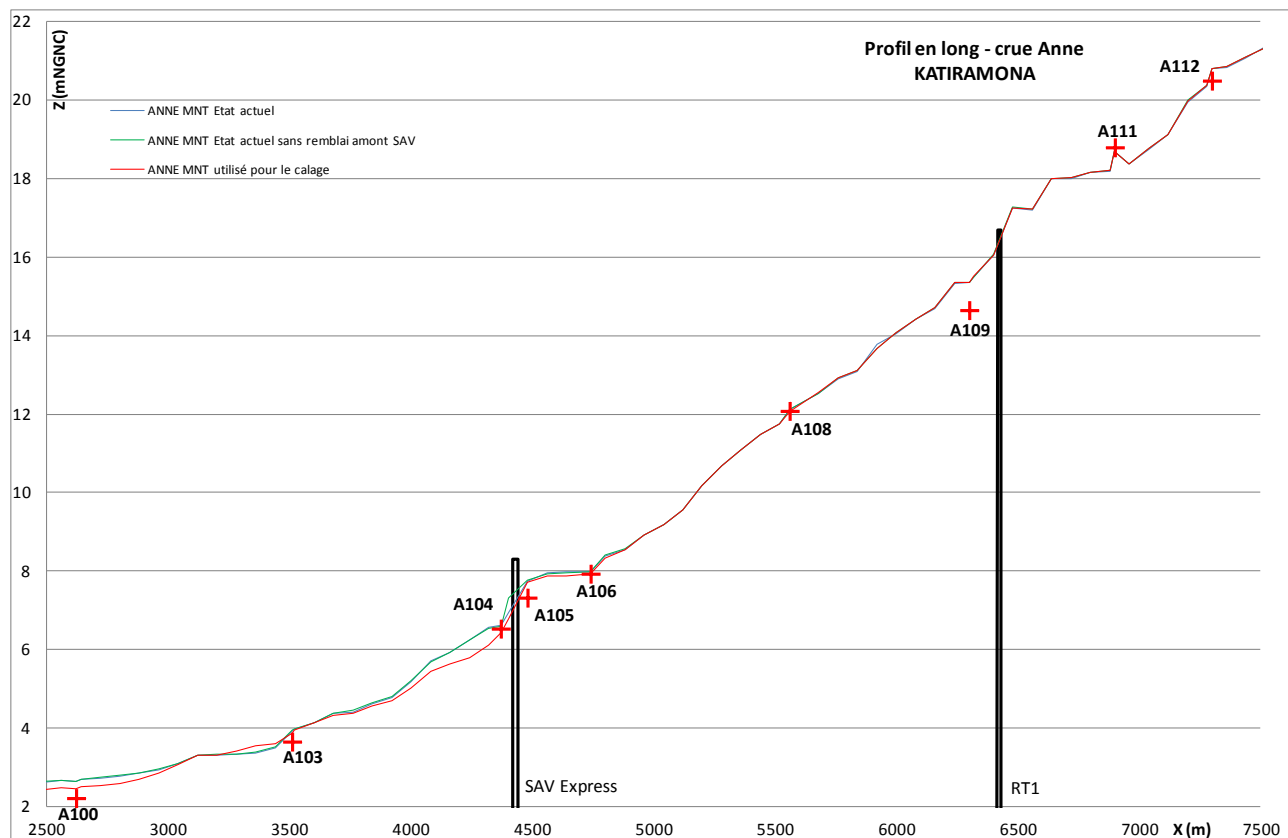


Figure 23 : Profil en long (niveaux maximaux atteints) sur la Katiramona pour la crue Anne – tests MNT

La suppression du remblai en amont de la SAV Express ne modifie quasiment pas les niveaux d'eau mais permet de déverser 20% plus de débit de la Katiramona vers son affluent en rive gauche Gadji (débit déversé de 115 m³/s sans les remblais amont au lieu de 95 m³/s avec le MNT « Etat actuel »).

L'intégration de la topographie pré-Paddon permet de se rapprocher des niveaux observés en aval de la SAV Express. On note un abaissement de 20 cm de la ligne d'eau autour de la laisse A100 par rapport à la simulation avec le MNT « Etat actuel ».

✓ **Modification des coefficients de rugosité**

La rugosité, caractérisée par les coefficients de Strickler (K), aussi bien en lit mineur que dans le champ d'expansion des crues, a fait l'objet d'un ajustement itératif, afin d'approcher par le calcul les cotes observées.

Des zones de rugosité particulière sont créées :

- pour les voiries (K=40),
- pour les zones urbanisées (K=8 dans le lotissement Bernard),
- pour la mangrove (K=15),
- pour la mer (K=27),
- pour le lit majeur en amont de la SAV Express (K=18),
- pour le lit majeur en aval de la SAV Express (K=25),
- pour le lit mineur K=35.

VII.2.2. Résultats du calage pour le cyclone Anne

Les comparaisons entre les niveaux de crue observés et les cotes calculées par la modélisation hydraulique sont présentées sur le tableau suivant ainsi que sur la Planche 10.

→ Cf. Planche 10 : Résultats de calage ANNE

La symbologie adoptée est la suivante :

- Valeur en rouge : Ecart négatifs supérieurs à 30 cm - La valeur calculée est beaucoup plus faible que celle observée ;
- Valeur en noir : Ecart entre valeurs observées et calculées compris entre -30 cm et 30 cm - Les valeurs modélisées sont proches de celles observées ;
- Valeur en vert : Ecart positifs supérieurs à 30 cm - La valeur calculée est beaucoup plus importante que celle observée ;

Nom	Riviere	Type	niveau observé (mNGNC)	niveau calculé (mNGNC)	Δ calculé- observé (m)
A006	Carignan	Enquete	11.04	11.14	0.10
A010	Carignan	Enquete	11.4	11.44	0.04
A011	Carignan	Enquete	12.04	11.37	-0.67
A012	Carignan	Enquete	11.78	11.74	-0.04
A014	Carignan	Enquete	12.9	12.43	-0.48
A015	Carignan	Enquete	12.8	12.63	-0.17
A016	Carignan	Enquete	13.38	12.99	-0.39
A017	Carignan	Enquete	13.03	13.08	0.05
A018	Carignan	Enquete	13.49	13.08	-0.41
A020	Carignan	Enquete	13.18	13.64	0.46
A021	Carignan	Enquete	13.66	13.76	0.10
A022	Carignan	Enquete	14.38	14.10	-0.28
A024	Carignan	Enquete	14.92	14.90	-0.02
A001	Karikouie	Laisse	4.1	3.86	-0.24
A005	Karikouie	Laisse	8.09	8.13	0.04
A002	Karikouie	Laisse	8.9	8.95	0.05
A009	Karikouie	Enquete	11.55	11.28	-0.27
A023	Karikouie	Enquete	14.71	14.82	0.11
A026	Karikouie	Laisse	17.96	17.76	-0.20
A100	Katiramona	Laisse	2.21	2.44	0.23
A101	Katiramona	Enquête	3.37	3.65	0.28
A103	Katiramona	Laisse	3.65	3.87	0.22
A104	Katiramona	Laisse	6.53	6.42	-0.11
A105	Katiramona	Laisse	7.32	7.70	0.38
A106	Katiramona	Laisse	7.93	7.93	0.00
A108	Katiramona	Laisse	12.08	12.07	-0.01
A109	Katiramona	Enquete	14.65	15.35	0.70
A111	Katiramona	Enquete	18.8	18.24	-0.56
A112	Katiramona	Enquete	20.5	20.90	0.40
Moyenne des valeurs absolues (m)					0.2
Ecart max (m)					0.70

Tableau 24 : Résultats de calage pour le cyclone Anne

D'une manière générale, pour la crue observée lors du cyclone Anne, les valeurs calculées présentent des écarts inférieurs à 20 cm en moyenne par rapport aux cotes observées.

- Concernant les laisses de crue, l'écart maximal se situe au niveau de la laisse suspicieuse A105 sur la Katiramona, qui a été écartée (cf. §VII.2.1.3). Toutes les autres laisses sont bien modélisées (à +/- 30 cm).

- Concernant les enquêtes de crue, les niveaux levés lors des enquêtes restent approximatifs. Par exemple dans le lotissement Bernard, on dispose de nombreuses enquêtes de terrain (13) qui présentent parfois des contradictions (A016 et A017), idem pour les deux enquêtes en amont de la Katiramona (A109 et A111 distantes de 400 m pour un différentiel de niveau d'eau de 4 m).

VII.2.1. Résultats du calage pour le cyclone Erica

Pour l'épisode Erica, 13 échelles de crue et 15 enquêtes de crue ont été relevées. Les comparaisons entre les niveaux de crue observés et les cotes maximales calculées par la modélisation hydraulique sont présentées sur le tableau suivant ainsi que sur la Planche 11.

→ Cf. Planche 11 : Résultats de calage ERICA

La symbologie adoptée est la suivante :

- Valeur en rouge : Ecart négatif supérieur à 30 cm - La valeur calculée est beaucoup plus faible que celle observée ;
- Valeur en noir : Ecart entre valeurs observées et calculées compris entre -30 cm et 30 cm - Les valeurs modélisées sont proches de celles observées ;
- Valeur en vert : Ecart positif supérieur à 30 cm - La valeur calculée est beaucoup plus importante que celle observée ;

Nom	Riviere	Type	niveau observé (mNGNC)	niveau calculé (mNGNC)	Δ calculé- observé (m)
E001	Karikouie	Echelle	4.95	4.45	-0.50
E002	Karikouie	Echelle	7.40	7.73	0.32
E003	Karikouie	Echelle	7.43	7.78	0.35
E004	Karikouie	Echelle	9.41	9.54	0.13
E005	Carignan	Enquete	9.88	10.26	0.38
E006	Karikouie	Enquete	11.28	11.44	0.16
E007	Carignan	Enquete	11.45	10.74	-0.71
E008	Carignan	Enquete	11.19	11.28	0.09
E009	Carignan	Enquete	12.22	11.72	-0.50
E010	Carignan	Enquete	11.60	11.75	0.15
E011	Karikouie	Enquete	14.70	14.20	-0.50
E012	Carignan	Echelle	14.70	15.17	0.47
E013	Karikouie	Echelle	18.82	18.90	0.08
E014	Karikouie	Enquete	19.31	19.18	-0.13
E101	Katiramona	Echelle	2.74	3.10	0.36
E102	Katiramona	Echelle	4.90	5.97	1.07
E103	Katiramona	Echelle	5.21	6.25	1.04
E104	Katiramona	Echelle	5.19	6.33	1.14
E105	Katiramona	Echelle	9.64	9.53	-0.12
E106	Katiramona	Echelle	9.81	9.59	-0.22
E107	Katiramona	Enquete	11.90	11.27	-0.63
E108	Katiramona	Echelle	13.56	13.47	-0.09
E109	Katiramona	Enquete	17.80	16.80	-1.00
E110	Katiramona	Enquete	18.20	17.60	-0.60
E111	Katiramona	Enquete	19.50	19.72	0.22
Moyenne des valeurs absolues (m)					0.4
Ecart max (m)					1.14

Tableau 25 : Résultats de calage pour le cyclone Erica

Pour Erica, l'écart moyen est de 40 cm et l'écart maximal est de 1.14 m au niveau de l'échelle de crue E104.

Sur les échelles de crue, les niveaux calculés sont globalement plus hauts.

Pour les enquêtes de crue, les niveaux calculés sont en général plus faibles que les niveaux indiqués, néanmoins, ce sont des enquêtes, pour lesquels les niveaux indiqués restent approximatifs.

Le calage du modèle n'est pas complètement satisfaisant sur cet épisode de récurrence décennale. Cependant les paramètres déterminés sur le calage de la crue du cyclone Anne sont quand même conservés, car ils permettront de bien représenter la crue centennale, qui servira de base à la cartographie des hauteurs d'eau et des aléas.

A noter que le modèle de l'étude précédente (SOGREAH, 2009) était mal calé sur cet événement dans la zone d'étude.

VII.2.2. Paramètres de Strickler retenus à l'issue du calage

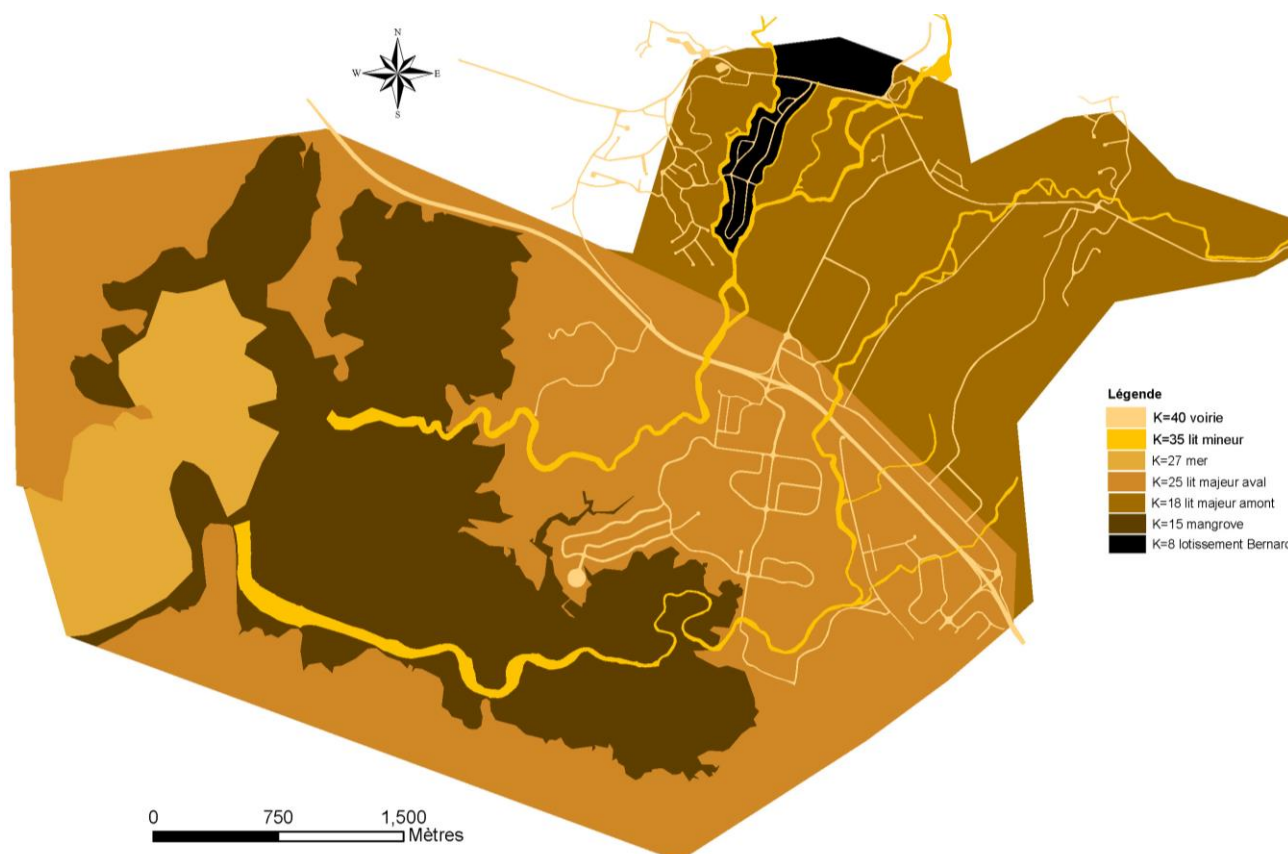


Figure 24 : Paramètres de rugosité retenus à l'issue du calage

A titre de comparaison, les coefficients de Strickler retenus lors de l'étude SOGREAH, 2009 (modèle filaire) étaient de 14 à 22 en lit mineur et 6 à 12 en lit mineur. Les valeurs retenues pour le modèle 2D sont cohérentes, et plus élevées que sur un modèle 1D.

VIII. MODELISATION DES CRUES THEORIQUES

Les crues de référence de périodes de retour 5, 10 et 100 ans ont été simulées sur la base du modèle hydraulique calé sur les crues Anne et Erica.

VIII.1. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE GENERAL : CHENAUX D'ÉCOULEMENT ET POINTS DE DEBORDEMENTS

Cette partie présente l'analyse générale des écoulements dans la Karikouie, Carignan et Katiramona, l'identification des chenaux secondaires et les points de débordements pour les crues de période de retour 5, 10 et 100 ans. Les ouvrages et les enjeux impactés par les inondations pour les crues de période de retour 5, 10 et 100 ans sont détaillés dans les paragraphes suivants. A noter que ce ne sont pas les résultats à un instant donné qui sont analysés, mais les résultats des niveaux d'eau maximaux atteints et des vitesses maximales atteintes, qui peuvent ne pas être concomitantes.

VIII.1.1. Crue centennale

- ➔ Cf. Planche 12 : Analyse des écoulements en crue centennale
- ➔ Cf. Planche 13 : Analyse des vitesses d'écoulement en crue centennale
- ➔ Cf. Annexe 7 : Résultats crues historiques et théoriques

La crue centennale est largement débordante sur l'ensemble du secteur d'étude. Se reporter à la Planche 12, la Planche 13, l'Annexe 7 et la Figure 26. A noter que sur les figures de profils en long, seules les positions des ouvrages de franchissement principaux ont été ajoutées à titre indicatif pour faciliter la lecture et le repérage. A cette échelle de représentation, les niveaux d'eau au droit des ouvrages ne sont pas représentés précisément.

- Sur la Katiramona :

En amont de la RT1, les hauteurs d'eau sont en majorité supérieures à 1.5m. Les vitesses en lit majeur sont de l'ordre de 0.5 à 0.8 m/s. Elles peuvent être supérieures à 1m/s localement. Les ouvrages sont tous submergés par 60 à 70 cm d'eau. Des déversements se produisent sur la RT1, au niveau de la Katiramona, au niveau du rond-point d'accès au lotissement Nogouta (chenal d'écoulement secondaire qui rejoint la Katiramona en amont du lotissement Georges) et au niveau du futur lotissement Durango, avec des lames d'eau de 0.5 m à 1.5 m. Les temps de submersion sont compris entre 5 et 12h30.

Sur la partie en amont de l'Arène du Sud, les vitesses en lit majeur de la Katiramona sont relativement faibles, inférieures 1 m/s. La majorité des écoulements (environ 70%) transite par le lit majeur.

En aval de l'Arène du Sud, un apport de débit représentant 60% du débit de la Katiramona, provenant de la Karikouie par submersion de la voie de raccordement VE2- RT1, transite vers la Katiramona.

En amont de la SAV Express, un transfert de débit, quasiment équivalent au débit transité depuis la Karikouie, se fait de la Katiramona vers l'affluent Gadji, en rive gauche.

Les ouvrages de la SAV Express sur les affluents Gadji et ZIZA sont largement submergés. L'ouvrage sur la Katiramona est en charge. La SAV Express est largement submergée entre la Katiramona et ses affluents (2/3 du débit total passe

sous les ouvrages pour 1/3 par surverse), avec des hauteurs sur voirie de l'ordre de 60 cm, des vitesses de 1.7 m/s et une durée de submersion de 3h environ.

En aval de la SAV Express, 15 m³/s transitent de la Karikouie vers la Katiramona, en amont immédiat du lotissement Paddon.

Les écoulements se font principalement en lit majeur (80% en aval de la SAV).

L'ouvrage permettant l'accès au lotissement Paddon n'est pas en charge. En revanche, la voie d'accès est submergée par 0.8 m d'eau en rive droite de la Katiramona, pendant 7h.

En aval du lotissement Paddon, un chenal secondaire de la Karikouie longe le lotissement Paddon et rejoint la Katiramona, dans la mangrove. L'écoulement de la Katiramona est ralenti dans la mangrove par la marée (vitesses en lit mineur inférieure à 0.5 m/s) puis se jette dans la baie.

- Sur la Carignan :

Sur la RT1, les ouvrages sur la Carignan et son affluent rive gauche sont largement submergés. Un tiers du débit passe sous les ouvrages et les deux tiers restants sur voirie. Sur la RT1, les déversements sont importants, avec une lame d'eau supérieure à 1 m et des vitesses fortes. Le lotissement Bernard est inondé par de fortes hauteurs d'eau (supérieures à 1.5m au sud du lotissement) avec des vitesses d'écoulement inférieures à 1 m/s.

- Sur la Karikouie :

Les deux ouvrages sous la RT1 sont submergés. En amont de la RT1, un bras de coupure en rive gauche de la Karikouie permet de décharger un tiers de l'écoulement. La moitié des écoulements surverse sur la RT1.

En aval de la RT1, un chenal secondaire se crée en rive droite. Sur la partie aval du lotissement Bernard, les bras secondaires et la Carignan rejoignent la Karikouie. Peu de transferts se font entre les différents bras, l'écoulement leur étant parallèle.

En aval de la confluence, la moitié de l'écoulement passe en lit mineur. Au niveau des Fraisiers de Païta, 16% du débit total de la Karikouie (soit 165 m³/s) est déversé vers la Katiramona, via la voie de raccordement entre la VE2 et la RT1.

L'ouvrage sur la Karikouie est en charge mais n'est pas submergé. En rive gauche, un déversement d'un cinquième du débit se produit sur la SAV Express.

En aval immédiat de la SAV Express, un transfert de 15 m³/s se produit vers la Katiramona, en amont du lotissement Paddon. La moitié de l'écoulement passe en lit mineur.

En aval du lotissement Paddon, un chenal secondaire transfère une partie de l'écoulement vers la Katiramona, puis la Karikouie rejoint la baie, dans la mangrove.

- Comparaison des hydrogrammes :

Afin de tenter de caractériser les échanges en lit majeur entre les principaux cours d'eau lors des épisodes de crues, une analyse comparative des hydrogrammes a été testée. La difficulté de cette analyse est liée au fait que le calcul d'un débit total sur une section d'un cours d'eau modélisé en 2D (lit mineur + lit majeur) repose sur l'intégration du champ de vitesse de tous les éléments intersectés par le tracé de la section. Ceci nécessite donc de sélectionner des sections particulières sur lesquelles le champ de vitesse présente a priori une direction relativement uniforme de sorte que le débit total soit représentatif et réaliste.

Le principe ainsi envisagé consiste à comparer sur une section particulière d'un cours d'eau, le débit total traversant cette section calculé par le modèle hydraulique (résultats) avec la somme cumulée des hydrogrammes injectés sur le même cours d'eau en amont de cette section (données conditions limites amont). L'objectif étant de tenter de caractériser les éventuels effets d'amortissements, d'échanges entre les différents cours d'eau, de propagation des ondes de crue,...).

Au vu du fonctionnement hydraulique du secteur, quatre sections pertinentes pour le calcul du débit total sur les cours d'eau ont été sélectionnées (→cf. Planche 12). Le cumul des hydrogrammes (somme) sur tous les points d'injection du modèle situés en amont de ces sections (→ cf. Planche 8) constituent les hydrogrammes « théoriques » qui sont

comparés aux hydrogrammes résultants calculés par le modèle. Ces différents hydrogrammes au droit de ces quatre sections sont présentés sur la figure suivante.

Ces hydrogrammes confirment les phénomènes transfert de débit de la Karikouie vers la Katiramona avec l'observation d'une augmentation des débits entre la section 1 et la section 2 sur la Katiramona et la réduction entre la section 3 et la section 4 sur la Karikouie.

L'analyse par sections confirme ce constat avec sur la Katiramona (section 2) où un débit de pointe résultant de 600 m³/s est à comparer avec le cumul injecté en amont de 430 m³/s, tandis que sur la Karikouie (section 4), le débit de pointe résultant de 850 m³/s est à comparer avec le cumul injecté en amont de 1070 m³/s.

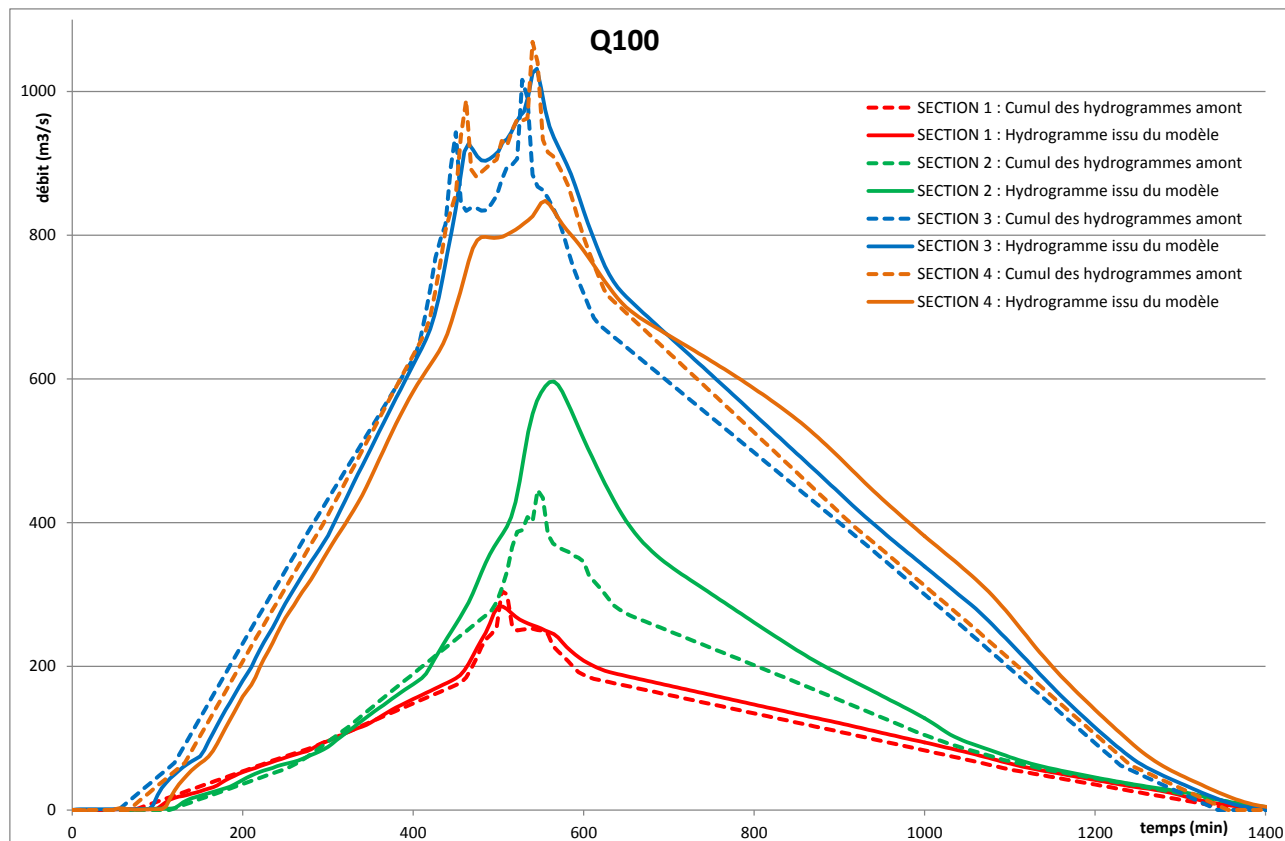


Figure 25 : Comparaison des hydrogrammes injectés et calculés en différentes sections en crue centennale

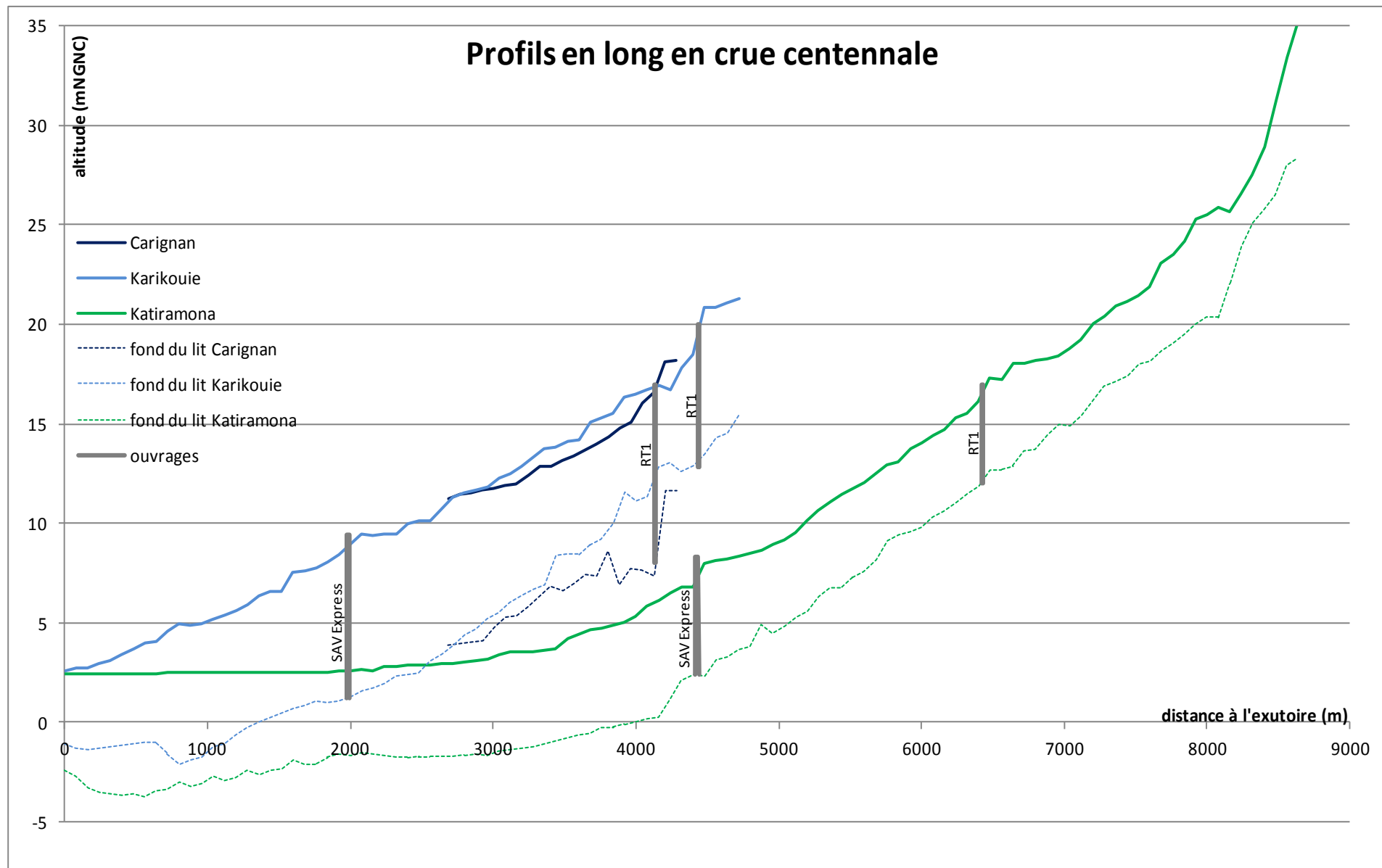


Figure 26 : Profil en long Carignan, Karikouie et Katiramona – T=100 ans - niveaux maximum atteints dans le lit mineur

VIII.1.2. Crue décennale

- Cf. Planche 14 : Analyse des écoulements en crue décennale
- Cf. Planche 15 : Analyse des vitesses d'écoulement en crue décennale
- Cf Annexe 7 : Résultats crues historiques et théoriques

La crue décennale est bien débordante sur l'ensemble du secteur d'étude. Se reporter à la Planche 14, la Planche 15, l'Annexe 7 et la Figure 28. A noter que sur les figures de profils en long, seules les positions des ouvrages de franchissement principaux ont été ajoutées à titre indicatif pour faciliter la lecture et le repérage. A cette échelle de représentation, les niveaux d'eau au droit des ouvrages ne sont pas représentés précisément.

- Sur la Katiramona :

En amont de la RT1, les vitesses en lit majeur sont de l'ordre de 0.5 à 0.8 m/s. Les ouvrages, au niveau de Durango et à la traversée de la RT1 sont en charge, l'ouvrage d'accès au lotissement Nogouta est largement submergé (lame d'eau de 2 m). Des déversements se produisent sur la RT1, au niveau de la Katiramona (25% du débit total surverse sur la RT1), avec une lame d'eau maximale de l'ordre de 20 cm, et au niveau du futur lotissement Durango, avec une lame d'eau maximale de 1.1 m environ. Les temps de submersion sont de 2h environ au niveau de la Katiramona, jusqu'à 22h au niveau de Durango.

Sur la partie en amont de l'Arène du Sud, les vitesses en lit majeur de la Katiramona sont relativement faibles, inférieures à 1 m/s. La moitié des écoulements transite par le lit majeur.

En aval de l'Arène du Sud, un petit apport de débit (représentant moins de 10% du débit de la Katiramona), provenant de la Karikouie par submersion de la voie de raccordement VE2- RT1, transite vers la Katiramona.

En amont de la SAV Express, il n'y a plus d'échange entre la Katiramona et l'affluent Gadji, en rive gauche. Le radier sur la VU 67 est largement submergé (3m d'eau sur le radier), ainsi que ceux des affluents, et l'ouvrage sous la SAV Express n'est plus submergé.

L'ouvrage de la SAV Express sur l'affluent Gadji n'est pas submergé, en revanche celui de l'affluent ZIZA est largement submergé. Au droit de l'affluent ZIZA, la SAV Express est localement submergé, avec des hauteurs sur voirie de l'ordre de 20 cm, de faibles vitesses et une durée de submersion de 1h environ.

Les écoulements se font principalement en lit majeur (70% en aval de la SAV).

L'ouvrage permettant l'accès au lotissement Paddon n'est pas en charge. En aval du lotissement Paddon, un chenal secondaire de la Karikouie longe le lotissement Paddon et rejoint la Katiramona, dans la mangrove. L'écoulement de la Katiramona est ralenti dans la mangrove par la marée (vitesses inférieures à 1 m/s en lit mineur, inférieures à 0.5 m/s en lit majeur) puis se jette dans la baie.

- Sur la Carignan :

Sur la RT1, l'ouvrage sur la Carignan est submergé et celui sur son affluent rive gauche est en charge. La moitié du débit passe sous les ouvrages et l'autre moitié sur voirie. Sur la RT1, les déversements sont importants, avec une lame d'eau de 70 cm et des vitesses fortes, pour une durée de submersion de l'ordre de 7h. Le lotissement Bernard est inondé par de fortes hauteurs d'eau (supérieures à 1m au sud du lotissement) et des vitesses moyennes (inférieures à 1 m/s).

- Sur la Karikouie :

Les deux ouvrages sous la RT1 sont en charge. En amont de la RT1, un bras de coupure en rive gauche de la Karikouie permet de décharger un tiers de l'écoulement. 15% des écoulements surverse sur la RT1.

En aval de la RT1, un chenal secondaire se crée en rive droite. Sur la partie aval du lotissement Bernard, les bras secondaires et la Carignan rejoignent la Karikouie. Peu de transferts se font entre les différents bras, l'écoulement leur étant parallèle.

En aval de la confluence, la moitié de l'écoulement passe en lit mineur. Au niveau des Fraisiers de Païta, 2% du débit total de la Karikouie (soit 13 m³/s) est déversé vers la Katiramona, via la voie de raccordement entre la VE2 et la RT1.

L'ouvrage sur la Karikouie est en charge mais n'est pas submergé. En rive gauche, un petit déversement se produit sur la SAV Express (30cm d'eau, de faibles vitesses, sur 2h environ).

En aval immédiat de la SAV Express également, la moitié de l'écoulement passe en lit mineur.

En aval du lotissement Paddon, un chenal secondaire transfère une partie de l'écoulement vers la Katiramona, puis la Karikouie rejoint la baie, dans la mangrove.

- Comparaison des hydrogrammes

La comparaison entre les hydrogrammes calculés avec les hydrogrammes cumulés injectés en amont des quatre sections sont présentés sur la figure suivante.

Sur toutes les sections considérées, les hydrogrammes injectés et modélisés sont relativement similaires, et montrent un léger effet d'amortissement et de propagation des ondes de crues.

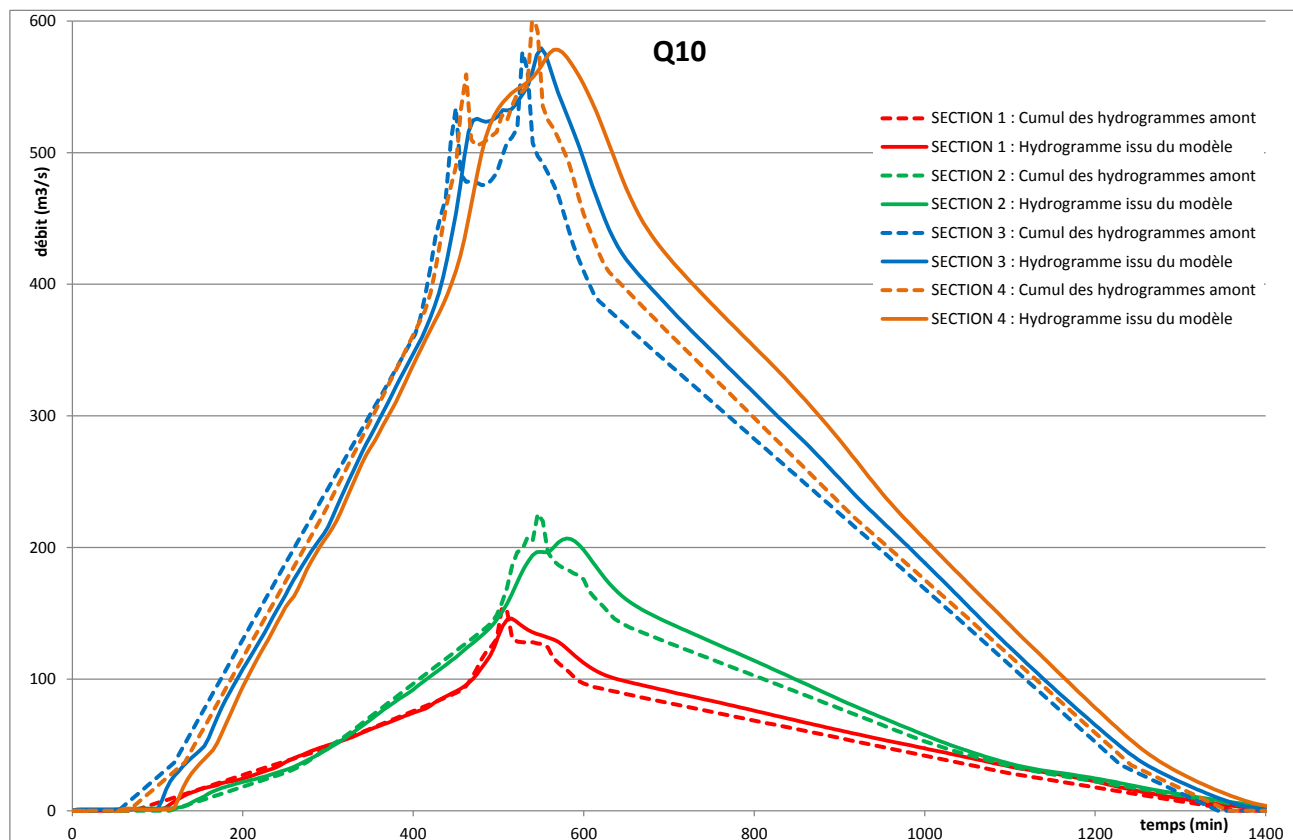


Figure 27 : Comparaison des hydrogrammes injectés et calculés en différentes sections en crue décennale

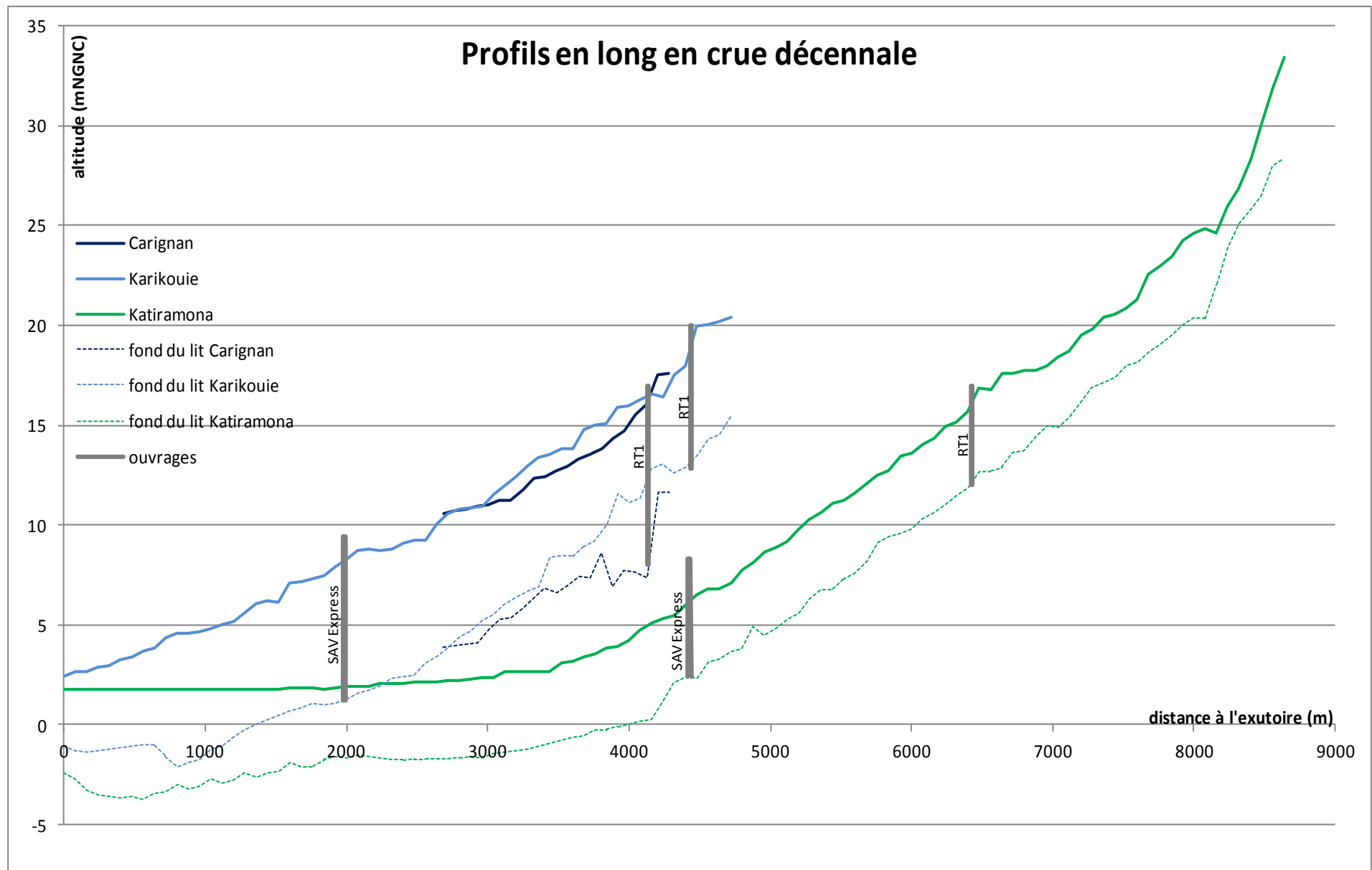


Figure 28 : Profil en long Carignan, Karikouie et Katiramona – T=10 ans– niveaux maximum atteints dans le lit mineur

VIII.1.3. Crue quinquennale

- ➔ Cf. Planche 16 : Analyse des écoulements en crue quinquennale
- ➔ Cf. Planche 17 : Analyse des vitesses d'écoulement en crue quinquennale
- ➔ Cf. Annexe 7 : Résultats crues historiques et théoriques

La crue quinquennale est débordante sur l'ensemble du secteur d'étude. Se reporter à la Planche 16, Planche 17, l'Annexe 7 et la Figure 30. A noter que sur les figures de profils en long, seules les positions des ouvrages de franchissement principaux ont été ajoutées à titre indicatif pour faciliter la lecture et le repérage. A cette échelle de représentation, les niveaux d'eau au droit des ouvrages ne sont pas représentés précisément.

- Sur la Katiramona :

En amont de la RT1, les vitesses en lit majeur sont de l'ordre de 0.5 à 0.8 m/s. Les ouvrages sont en charge et il n'y a pas de déversement sur la RT1, excepté au niveau du futur lotissement Durango, avec une lame d'eau maximale de 1m environ, sur une durée de 22h.

Sur la partie en amont de l'Arène du Sud, les vitesses en lit majeur de la Katiramona sont relativement faibles, de l'ordre de 0.2 à 1 m/s. La majorité des écoulements transite par le lit mineur (64%).

En aval de l'Arène du Sud, un petit apport de débit (représentant moins de 4% du débit de la Katiramona soit 4 m³/s), provenant de la Karikouie par submersion de la voie de raccordement VE2- RT1, transite vers la Katiramona.

En amont de la SAV Express, il n'y a pas d'échange entre la Katiramona et l'affluent Gadji, en rive gauche. Le radier sur la VU 67 est largement submergé (2m d'eau sur le radier), ainsi que ceux des affluents. En revanche, les ouvrages sous la SAV Express sur la Katiramona et l'affluent Gadji ne sont pas submergés, l'ouvrage sur l'affluent ZIZA est en charge.

La SAV Express n'est pas inondée.

En aval de la SAV Express, les écoulements se font principalement en lit majeur (63% en aval de la SAV Express).

L'ouvrage permettant l'accès au lotissement Paddon n'est pas en charge. En aval du lotissement Paddon, un chenal secondaire de la Karikouie longe le lotissement Paddon et rejoint la Katiramona, dans la mangrove. L'écoulement de la Katiramona est ralenti dans la mangrove par la marée (vitesses en lit mineur inférieure à 1 m/s) puis se jette dans la baie.

- Sur la Carignan :

Sur la RT1, l'ouvrage sur la Carignan est submergé et celui sur son affluent rive gauche est en charge. 60% du débit passe sous les ouvrages et les 40% restants sur voirie. Sur la RT1, les déversements sont modérés, avec une lame d'eau de 50 cm et des vitesses de l'ordre de 1.4 m/s, pour une durée de submersion de l'ordre de 3h. Le lotissement Bernard est inondé par des hauteurs d'eau inférieures à 50cm, localement (au sud du lotissement) proches de 1m, et de faibles vitesses (inférieures à 0.5 m/s).

- Sur la Karikouie :

Sous la RT1, l'ouvrage sur la Karikouie n'est pas submergé et celui sur son affluent en rive gauche est en charge. En amont de la RT1, un bras de coupure en rive gauche de la Karikouie permet de décharger un tiers de l'écoulement. La RT1 n'est pas inondée au droit de la Karikouie.

En aval de la RT1, un chenal secondaire se crée en rive droite. Sur la partie aval du lotissement Bernard, les bras secondaires et la Carignan rejoignent la Karikouie. Peu de transferts se font entre les différents bras, l'écoulement leur étant parallèle.

En aval de la confluence, la majorité de l'écoulement passe en lit mineur. Au niveau des Fraisiers de Païta, moins de 1% du débit total de la Karikouie soit 4 m³/s est déversé vers la Katiramona, via la voie de raccordement entre la VE2 et la RT1.

L'ouvrage sur la Karikouie est en charge mais n'est pas submergé. Aucun déversement ne se produit sur la SAV Express.

En aval immédiat de la SAV Express également, la majorité de l'écoulement passe en lit mineur.

En aval du lotissement Paddon, un chenal secondaire transfère une partie de l'écoulement vers la Katiramona, puis la Karikouie rejoint la baie, dans la mangrove.

- Comparaison des hydrogrammes

La comparaison entre les hydrogrammes calculés avec les hydrogrammes cumulés injectés en amont des quatre sections sont présentés sur la figure suivante.

Sur toutes les sections considérées, les hydrogrammes injectés et modélisés sont relativement similaires, et montrent un léger effet d'amortissement et de propagation des ondes de crues.

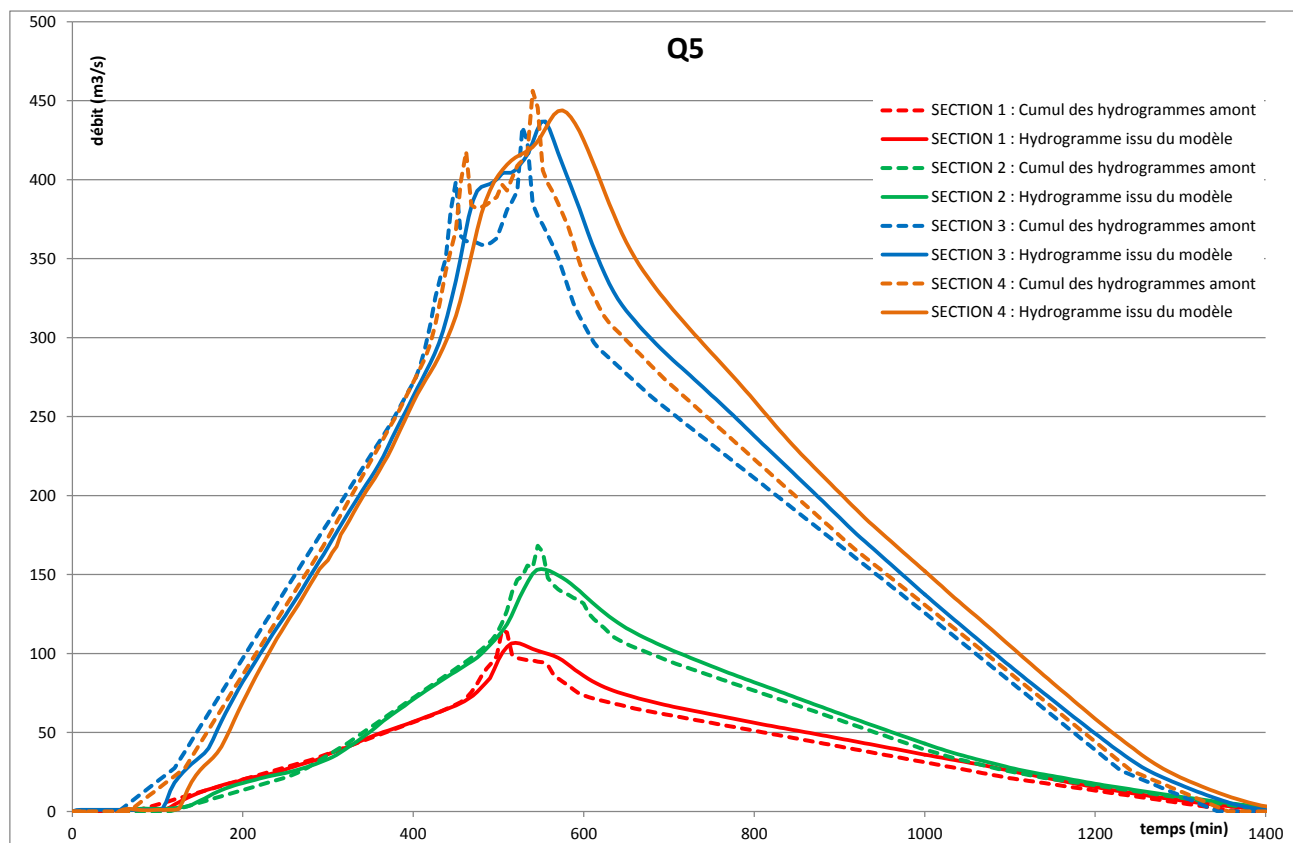


Figure 29 : Comparaison des hydrogrammes injectés et calculés en différentes sections en crue quinquennale

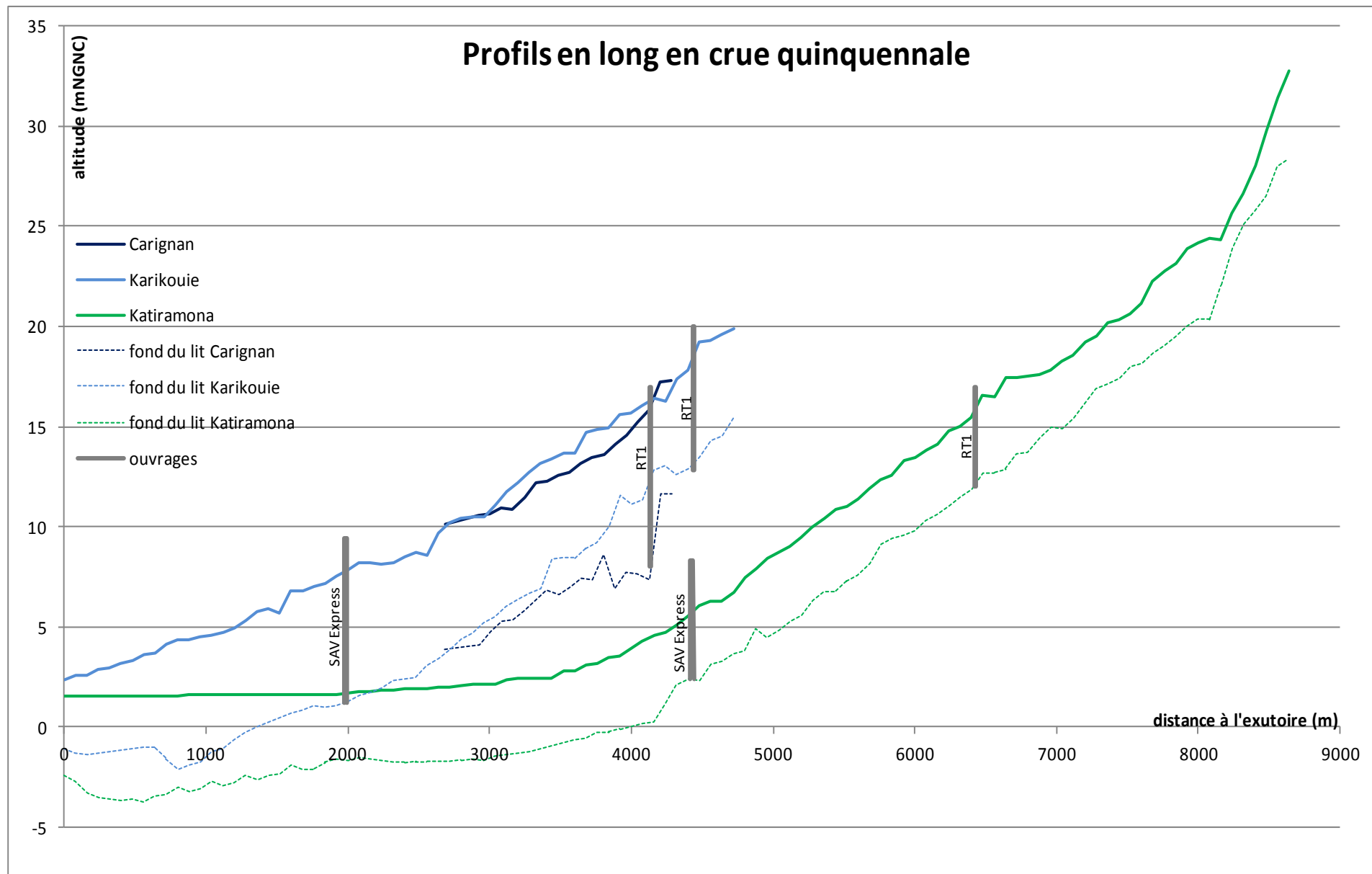


Figure 30 : Profil en long Carignan, Karikouie et Katiramona – T=5 ans – niveaux maximum atteints dans le lit mineur

VIII.2. OUVRAGES DE FRANCHISSEMENT

→ Cf. Planche 18 : Localisation des ouvrages, voiries et bâtis

Se reporter à la Planche 18 pour repérer les noms des ouvrages de franchissement, des voicadries et des bâtis.

Légende couleurs :
ouvrage non submergé
ouvrage en charge
ouvrage submergé

Rivière	Ouvrage	T = 5 ans				T = 10 ans				T = 100 ans			
		Débit dans l'ouvrage	Vitesse dans l'ouvrage	Débit déversé sur le tablier	Hauteur d'eau max sur le tablier	Débit dans l'ouvrage	Vitesse dans l'ouvrage	Débit déversé sur le tablier	Hauteur d'eau max sur le tablier	Débit dans l'ouvrage	Vitesse dans l'ouvrage	Débit déversé sur le tablier	Hauteur d'eau max sur le tablier
Katiramona	O2 cadre (3 ouvertures de 6m x 3.5m)	86 m3/s	4.1 m/s	0 m3/s	0 m	100 m3/s	4.7 m/s	0 m3/s	0 m	118 m3/s	5.5 m/s	96 m3/s	0.7 m
	O5 cadre (4 ouvertures de 2m x 1m)	largement submergé - non modélisé				largement submergé - non modélisé				largement submergé - non modélisé			
	O6 cadre de 6m x 2m	16 m3/s	3 m/s	0 m3/s	0 m	16 m3/s	3 m/s	30 m3/s	0.15 m	16 m3/s	3 m/s	52 m3/s	0.6 m
	O7 cadre (3 ouvertures de 5m x 3.3m)	90 m3/s	2.7 m/s	0 m3/s	0 m	99 m3/s	2.9 m/s	0 m3/s	0 m	100 m3/s	3 m/s	54 m3/s	0.7 m
	O14 radier (5 cadres de 1.5m x 1m)	largement submergé - non modélisé				largement submergé - non modélisé				largement submergé - non modélisé			
	O17 cadre (2 ouvertures de 10m x 7m)	97 m3/s	1.9 m/s	0 m3/s	0 m	137 m3/s	2.4 m/s	0 m3/s	0 m	258 m3/s	3.7 m/s	0 m3/s	0 m
	O1KT cadre (2 ouvertures de 12m x 5m)	51 m3/s	1.2 m/s	0 m3/s	0 m	56 m3/s	1.2 m/s	0 m3/s	0 m	97 m3/s	1.7 m/s	0 m3/s	0 m
Affluent Gadji	O15 radier (2 buses φ 1000)	largement submergé - non modélisé				largement submergé - non modélisé				largement submergé - non modélisé			
	O16 arche de 3m x 2.5m	13 m3/s	3.5 m/s	0 m3/s	0 m	15 m3/s	3.8 m/s	0 m3/s	0 m	18 m3/s	1.5 m/s	43 m3/s	7.7 m
	O20 cadre de 3m x 1.75m	7 m3/s	1.8 m/s	0 m3/s	0 m	7 m3/s	1.8 m/s	0 m3/s	0 m	4 m3/s	1.7 m/s	4 m3/s	0.9 m
Affluent ZIZA	O21 radier (2 buses φ 1000)	largement submergé - non modélisé				largement submergé - non modélisé				largement submergé - non modélisé			
	O22 cadre de 2m x 1.5m	3 m3/s	4.4 m/s	0 m3/s	0 m	3 m3/s	4.6 m/s	18 m3/s	0.1 m	3 m3/s	5.1 m/s	26 m3/s	0.5 m
	O3KT cadre de 3m x 2m	8.5 m3/s	1.8 m/s	0 m3/s	0 m	9 m3/s	1.8 m/s	0 m3/s	0 m	9 m3/s	1.9 m/s	8.8 m3/s	0.4 m
	O2KT cadre de 3m x 2m	15 m3/s	2.3 m/s	0 m3/s	0 m	16 m3/s	2.4 m/s	0 m3/s	0 m	10 m3/s	2.9 m/s	0 m3/s	0 m
	O23 cadre de 3m x 2m	11 m3/s	2.9 m/s	0 m3/s	0 m	12 m3/s	3 m/s	0 m3/s	0 m	11 m3/s	2.7 m/s	10 m3/s	0.05 m
Karikouie Carignan	O8 arche de 10m x 4m	139 m3/s	4.4 m/s	34 m3/s	0.2 m	142 m3/s	4.5 m/s	52 m3/s	0.5 m	146 m3/s	4.7 m/s	109 m3/s	0.7 m
	O9 cadre de 4m x 3m	8 m3/s	3.2 m/s	0 m3/s	0 m	9 m3/s	3.7 m/s	0 m3/s	0 m	9 m3/s	4 m/s	21 m3/s	0.4 m
	O10 cadre (2 ouvertures de 6.8m x 5m)	196 m3/s	6 m/s	0 m3/s	0 m	247 m3/s	7.7 m/s	0 m3/s	0 m	280 m3/s	7.8 m/s	50 m3/s	0.15 m
	O11 cadre (3 ouvertures de 2.9m x 2.3m)	57 m3/s	3 m/s	0 m3/s	0 m	63 m3/s	3.5 m/s	0 m3/s	0 m	69 m3/s	3.9 m/s	96 m3/s	0.7 m
	O19 cadre (3 ouvertures de 10m x 8.5m)	404 m3/s	3.5 m/s	0 m3/s	0 m	497 m3/s	4.3 m/s	0 m3/s	0 m	563 m3/s	5.2 m/s	0 m3/s	0 m

Tableau 26 : Caractéristiques des ouvrages de franchissement

VIII.3. ENJEUX VOIRIES ET HABITATIONS

VIII.3.1. Voiries

➔ Cf. Planche 19 : Enjeux impactés

La Planche 19 localise les tronçons de voirie impactés, pour chaque période de retour.

Légende couleurs :
voirie non submergée
voirie submergée

Voirie	T = 5 ans					T = 10 ans					T = 100 ans				
	Heau max sur voirie	Durée de submersion	Débit déversé sur voirie	Vitesse max sur voirie	Linéaire impacté	Heau max sur voirie	Durée de submersion	Débit déversé sur voirie	Vitesse max sur voirie	Linéaire impacté	Heau max sur voirie	Durée de submersion	Débit déversé sur voirie	Vitesse max sur voirie	Linéaire impacté
RT1 Carignan	0.5 m	3 h	87 m3/s	1.4 m/s	280 m	0.7 m	7 h	166 m3/s	1.9 m/s	310 m	1.1 m	12 h 30	419 m3/s	2.6 m/s	340 m
RT1 Karikouie	non submergée					0.2 m	30 min	49 m3/s	1 m/s	150 m	0.8 m	5 h	364 m3/s	2.8 m/s	290 m
RT1 Katiramona	non submergée					0.2 m	2 h	31 m3/s	1 m/s	170 m	0.5 m	10 h 30	161 m3/s	2 m/s	280 m
RT1 Nogouta	non submergée					non submergée					0.2 m	2 h	10 m3/s	1.1 m/s	280 m
RT1 Durango	1 m	22 h	26 m3/s	2.3 m/s	120 m	1.1 m	22 h	35 m3/s	2.6 m/s	130 m	1.5 m	22 h	66 m3/s	3.4 m/s	230 m
Route d'accès Nogouta	1.8 m	22 h	105 m3/s	3.3 m/s	140 m	2 m	22 h	140 m3/s	3.4 m/s	150 m	2.7 m	22 h	280 m3/s	3.4 m/s	170 m
Rue Charles Berthelin (lotissement Bernard)	1.1 m	10 h	50 m3/s	1.1 m/s	tout le linéaire de la route	1.5 m	13 h	92 m3/s	1.5 m/s	tout le linéaire de la route	2.2 m	16 h	200 m3/s	1.8 m/s	tout le linéaire de la route
Voie de raccordement VE2 - RT1	0.2 m	4 h	4 m3/s	0.7 m/s	120 m	0.2 m	8 h	13 m3/s	1.1 m/s	230 m	0.7 m	13 h 30	165 m3/s	2.8 m/s	600 m
VU 67	2 m (radier)	22 h	114 m3/s	3 m/s	400 m	3 m (radier)	22 h	154 m3/s	3 m/s	730 m	4 m (radier)	22 h	414 m3/s	3.3 m/s	1.2 km
Route de Gadji Sud RT1	1 m	11 h	6 m3/s	0.5 m/s	940 m	1.3 m	14 h	6 m3/s	1.7 m/s	980 m	1.6 m	17 h 30	114 m3/s	2.1 m/s	1.1 km
Route de Gadji Nord SAV	non submergée					0.1 m	1 h	0.1 m3/s	0.2 m/s	30 m	1.4 m	7 h 30	122 m3/s	1 m/s	320 m
Route de Gadji Sud SAV	0.1 m	2 h	8 m3/s	0.5 m/s	140 m	0.3 m	4 h 30	24 m3/s	0.7 m/s	410 m	1.5 m	11 h	210 m3/s	1.2 m/s	1.1 km
Route d'accès ZIMAA - Baie Maa	0.8 m	11 h	0.5 m3/s	0.4 m/s	160 m cumulés	1 m	12 h 30	1 m3/s	2 m/s	240 m cumulés	1.1 m	18 h	10 m3/s	1.1 m/s	800 m cumulés
Paddon Sud	non submergée					non submergée					0.8 m	7 h	33 m3/s	1 m/s	110 m
Paddon Nord	non submergée					non submergée					0.3 m	4 h	15 m3/s	1.8 m/s	80 m
SAV Express Sud	non submergée					0.2 m	1 h	19 m3/s	0.6 m/s	210 m	0.6 m	3 h	149 m3/s	1.7 m/s	540 m
SAV Express Nord	non submergée					0.3 m	2 h	3 m3/s	0.3 m/s	330 m	1.2 m	10 h	159 m3/s	2 m/s	590 m

Tableau 27 : Caractéristiques des voiries

VIII.3.2. Habitations

→ Cf. Planche 19 : Enjeux impactés

Les enjeux sur ce secteur sont nombreux et sont de type habitations, établissements scolaires, terrains de sport, voiries et chemins d'accès.

Le secteur d'étude est découpé en 2 zones :

- Païta amont, de la SAV Express à la RT1 ;
- Païta aval, en aval de la RT1.

Les enjeux impactés sont identifiés sur la Planche 19 en fonction de la fréquence pour laquelle ils sont touchés par les inondations.

• Païta amont – Carte 1

Le lotissement Bernard, ainsi que la RT1 au droit de la Carignan sont impactés dès la crue quinquennale. Les établissements scolaires ne sont pas impactés. La RT1 au niveau du futur lotissement Durango est impactée dès la crue quinquennale, ainsi que la voie d'accès au lotissement Nogouta. La route de Gadji, très proche de la Katiramona, et les habitations la longeant (jusqu'au lotissement Georges) sont fortement impactées dès la crue quinquennale.

Les terrains de sport en rive gauche de la Karikouie, ainsi que les serres et les fraisiers de Païta sont largement inondés dès la crue quinquennale, ainsi que la voie de raccordement VE2 – RT1. L'Arène du Sud, en revanche est hors d'eau.

• Païta aval – Carte 2

La VU 67 est largement inondable dès la crue quinquennale. La SAV Express n'est pas inondable en crue quinquennale (excepté quelques faibles débordements de l'ordre de 10cm apparaissant au droit de l'affluent ZIZA), mais l'est dès la crue décennale, entre la Karikouie et la Katiramona.

La zone industrielle ZIZA n'est pas inondée, sauf en crue centennale, les habitations longeant l'affluent Gadji en rive gauche.

Globalement, la ZIPAD – lotissement Paddon ne sont pas dans l'emprise inondable, exceptées les voies d'accès au nord et au sud, inondables en crue centennale. Egalement, certaines parcelles n'ont pas été remblayées afin de conserver une partie du lit majeur permettant de reprendre la majorité des écoulements.

La route de Gadji, au sud de la SAV Express et la zone industrielle ZICO sont inondables dès la crue quinquennale.

L'ensemble des résultats pour les crues théoriques est reporté en Annexe 7 de ce document.

VIII.4. COMPARAISON DES RESULTATS AVEC CEUX DE L'ETUDE SOGREAH, 2009

Les résultats obtenus pour la crue centennale, en termes de classes de hauteurs d'eau ont été comparés à ceux obtenus au cours de l'étude réalisée par SOGREAH en 2009 sur la Planche 20.

→ Cf. Planche 20 : Comparaison des hauteurs d'eau avec celles de l'étude SOGREAH

Les hauteurs d'eau de la présente étude sont différentes de celles de l'étude SOGREAH. Globalement, sur l'ensemble de la Katiramona, le lotissement Bernard et la Karikouie à l'aval de la SAV Express, les hauteurs d'eau de la présente étude sont plus faibles que celles de l'étude de SOGREAH, alors qu'à l'amont de la SAV Express sur la Karikouie, les hauteurs d'eau sont plus importantes que dans l'étude de SOGREAH.

Les différences de niveaux calculés s'expliquent principalement par une différence de méthode de modélisation entre les deux études. En effet, la présente étude est une simulation bidimensionnelle en régime transitoire, permettant de bien prendre en compte les écoulements bidirectionnels et les échanges de débits entre les différents bras, ainsi que les laminages de crue, ce que ne permet pas une modélisation monodimensionnelle en régime permanent mise en œuvre dans l'étude SOGREAH. Notons également que la présente modélisation a été réalisée sur la base de données topographiques plus récentes et plus précises.

IX. ANALYSE DE SENSIBILITE

IX.1. METHODOLOGIE

Différentes simulations ont été menées afin de déterminer l'incidence des paramètres et des hypothèses retenus sur les résultats. L'analyse a porté sur la crue enregistrée pour le cyclone Anne dont la période de retour est estimée entre 50 et 100 ans.

Les paramètres étudiés sont les suivants :

⇒ **Sensibilité aux variations de débit :**

- ✓ Les hydrogrammes injectés sont modifiés de +/- 20% par rapport à ceux retenus en état de référence.
- ✓ L'incidence des points d'injection intermédiaire a été étudiée, en supprimant par exemple le point d'injection sur la Katiramona aval.
- ✓ L'incidence des décalages temporels entre les différents hydrogrammes a été étudiée, en comparant la simulation de référence avec celle qui utilise comme temps de décalage les temps de concentration de Meunier-Mathys.

⇒ **Sensibilité aux variations des coefficients de rugosité :**

- ✓ Les coefficients de Strickler retenus à l'issue du calage sont modifiés de +/- 20%.
- ✓ L'incidence d'une zone particulière de rugosité, comme les routes, a été étudiée.

⇒ **Sensibilité aux variations de la condition limite aval :**

- ✓ Une simulation est effectuée en appliquant la marée oscillante relevée lors de l'épisode Anne, et comparée à la simulation de référence pour laquelle le niveau de marée maximal enregistré lors de l'épisode cyclonique Anne (0.62 m NGNC) a été appliqué pendant toute la durée de la crue.

⇒ **Sensibilité aux paramètres internes au modèle :**

- ✓ Une simulation a été réalisée en raffinant le maillage en lit mineur, une autre en raffinant le maillage en lit majeur.
- ✓ Une simulation sans ouvrages de franchissement sur la SAV Express a été comparée à la situation de référence.

Les comparaisons sont établies à partir de l'analyse des différences d'emprise de la zone inondable et de la cartographie des différences des niveaux maximum atteints pour les scénarii étudiés et le scénario de référence. Les résultats sont reportés en Annexe 8, sous forme de cartographies de différentiels de hauteur d'eau.

→ **Cf. Annexe 8 : Résultats analyse de sensibilité**

IX.2. ANALYSE DE SENSIBILITE AUX VARIATIONS DE DEBIT

IX.2.1. Variation de +/- 20%

Une variation de +/-20% des hydrogrammes injectés (volume+débit de pointe) a été testée.

Suite aux simulations, il apparaît que :

- Les cotes maximales atteintes varient sur la majorité de la zone d'étude de +/-10 à 30 cm environ par rapport à la simulation de référence.
- Ponctuellement, les différences peuvent être de +/-30 à 60 cm, voire même de plus de 50 cm au niveau de la Katiramona et son affluent Gadji en rive gauche, en amont de la SAV Express.

Les emprises inondables varient peu, excepté au niveau du rond-point d'accès au lotissement Nogouta, le chenal d'écoulement parallèle à la Katiramona n'existe plus avec les hydrogrammes réduits de 20%.

IX.2.2. Incidence des points d'injections intermédiaires

Une simulation sans le point d'injection de débit intermédiaire « Katiramona aval » a été testée. Par rapport à l'état de référence, les cotes maximales diminuent de 5 à 20 cm sur 500 m en amont du point d'injection, et sur 3 km en aval. L'emprise de la zone inondable reste inchangée.

IX.2.3. Incidence des décalages temporels entre les différents hydrogrammes

La sensibilité aux décalages temporels entre les hydrogrammes injectés a été analysée. Les temps de décalage ont été choisis comme étant égaux aux temps de concentration de Meunier-Mathys (rapprochement des pointes de crue dans le temps), pour comparaison avec l'état de référence, dans lequel les temps de décalage avaient été choisis de telle sorte que les débits de pointe calculés par le modèle soient cohérentes avec les valeurs estimées en chaque exutoire de sous bassin versant.

Par rapport à l'état de référence, les cotes maximales augmentent de 5 à 30 cm. La zone impactée s'étend depuis la moitié sud du lotissement Bernard (la zone la plus sensible étant le sud-ouest du lotissement Bernard), puis atteint la Katiramona, au droit du transfert de débit par surverse sur la voie de raccordement VE2 – RT1, puis s'arrête au niveau des deux rivières en aval du lotissement Paddon.

L'emprise de la zone inondable reste inchangée.

IX.3. ANALYSE DE SENSIBILITE AUX VARIATIONS DE RUGOSITE

IX.3.1. Variation de +/- 20%

Une variation de 20% des coefficients de Strickler traduisant la rugosité et donc les pertes de charges linéaires par frottement a été testée. Les cotes maximales atteintes varient de +/-10 cm par rapport à la situation de référence sur les parties Carignan, et Karikouie, Katiramona à partir de l'Arène du Sud. De la SAV Express jusqu'à la baie, les cotes maximales atteintes varient de +20cm/-10cm. A l'exutoire, la variation des coefficients de rugosité a peu d'influence dans la mesure où les niveaux sont contrôlés par les niveaux de marée. Les emprises des zones inondables sont inchangées.

IX.3.2. Incidence des zones de rugosité particulière

L'insertion de zones de rugosité particulière, comme sur les voiries ($K=40$), a été testée, et comparée à la situation dans laquelle les voiries ont la même rugosité que le lit majeur ($K=18$). Augmenter le coefficient de Strickler sur la voirie permet d'abaisser le niveau d'eau aux alentours de 10 cm maximum. La SAV Express a le plus d'incidence (l'incidence remonte sur 500m en amont).

IX.4. ANALYSE DE SENSIBILITE A LA CONDITION LIMITE AVAL

Deux scénarios de marée ont été testés pour la crue d'octobre 2001 :

- Scénario de référence : marée qui correspond au niveau maximal enregistré lors de l'épisode Anne par un marégraphe (marée fixe à la cote 0.62 m NGNC).
- Scénario 1 : marée oscillante relevée lors de l'épisode Anne.

L'influence de la marée reste cantonnée à une zone restreinte, dans la mangrove. Les écarts atteignent jusqu'à 50 cm. L'emprise de la zone inondable reste inchangée.

IX.5. ANALYSE DE SENSIBILITE AUX PARAMETRES INTERNES DU MODELE

IX.5.1. Densité du maillage

Le maillage a été raffiné en lit mineur : dans la situation de référence, les éléments qui avaient une aire minimum de 2 m² et les triangles une aire maximale de 15 m², ont dans la simulation testée, des aires de 0.5 et 1 m². Le fait de raffiner le maillage en lit mineur abaisse les cotes maximales d'inondation de 20cm maximum et réduit légèrement l'emprise de la zone inondable.

Le maillage a ensuite été raffiné en lit majeur : dans la situation de référence, les éléments qui avaient une aire minimum de 100 m² et les triangles une aire maximale de 500 m², ont dans la simulation testée, été réduits de moitié environ, avec des aires de 50 et 200 m². L'incidence est relativement faible, avec des variations de cote maximale inférieures à +/-10 cm. Les emprises de la zone inondable sont les mêmes.

IX.5.2. Ouvrages de franchissement

Les paramètres propres aux ouvrages (coefficients de pertes de charge, de frottement, type d'écoulement...) ont été modifiés et ont très peu d'influence sur la répartition des débits et les niveaux d'eau. Le remblai routier de la SAV Express constitue un réel obstacle aux écoulements et son effet est prépondérant sur les lignes d'eau et la répartition des débits devant les éventuels effets propres aux paramètres des ouvrages de la SAV.

En revanche, les ouvrages de la SAV Express ont été supprimés (conservation du remblai routier mais suppression de l'ouvrage en lui-même en lit mineur) pour estimer leur incidence. Sur un linéaire de 500m en amont de la SAV Express, ainsi que en aval de la SAV express, du côté de la Katiramona, sur 3 km environ, les cotes maximales sont abaissées de 20 cm maximum. Par contre, en aval de la SAV Express, sur la Karikouie, sur un linéaire de 1.5 km environ, les niveaux d'eau sont rehaussés de +20 cm maximum. La Karikouie se décharge moins dans la Katiramona, au niveau de la voie de raccordement VE2 – RT1.

IX.6. CONCLUSIONS DE L'ANALYSE DE SENSIBILITE

Pour les études de zones inondables, nous recherchons à évaluer les niveaux maximum d'inondation ainsi que l'emprise de la zone inondable de la manière la plus fiable et robuste possible.

Sur le modèle du secteur de la commune de Païta, l'analyse de sensibilité a montré :

- Le débit de pointe est le paramètre qui a la plus grande influence sur les niveaux maximums atteints en crue. Une variation de 20% du débit de pointe engendre une variation des niveaux d'eau pouvant aller jusqu'à 60 cm.
- La suppression de points d'injection intermédiaires engendre une variation des niveaux d'eau de 20 cm maximum.
- Les décalages temporels entre les injections des hydrogrammes ont une incidence sur les niveaux maximums atteints en crue de 30 cm maximum.
- Les coefficients de Strickler ont une influence sur les cotes d'inondation jusqu'à 20 cm, soit 10-20% de la hauteur d'eau en lit majeur. A l'exutoire, les niveaux sont imposés par la marée, les coefficients de rugosité ont peu d'influence.
- Créer localement une zone de rugosité particulière peut avoir un impact aux alentours allant jusqu'à 10 cm.
- La condition limite aval a une incidence qui reste cantonnée dans la mangrove, sur 1 à 2 km, mais son influence est assez forte sur les niveaux d'eau (jusqu'à 50 cm).
- Le raffinement du maillage en lit mineur permet d'abaisser les niveaux d'eau de 20 cm maximum, et le raffinement du maillage en lit majeur permet d'abaisser les niveaux d'eau de 10 cm maximum.
- La suppression des ouvrages en lit mineur a une incidence de +/-20 cm sur les niveaux d'eau maximum atteints.

X. CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES

X.1. CARTE DES ISO-HAUTEURS, ISO-VITESSES

Lors de la modélisation de la crue centennale, les vitesses et cotes ont été calculées en lit mineur et majeur par Infoworks ICM.

Les iso-hauteurs (qui représentent les classes de hauteur d'eau par incrément de 0,5 m) et iso-vitesse (classes de vitesse $> 1\text{m/s}$ ou $< 1\text{m/s}$) ont été déterminées à partir des données issues de la modélisation et des relevés topographiques existants.

Les isocotes sont également reportées sur cette cartographie et représentent le niveau d'inondation atteint pour la crue centennale.

En amont, la cartographie établie par SOGREAH en 2009 est conservée, et la cartographie globale vient se raccorder dessus, par un décalage latéral de quelques mètres des classes de hauteurs d'eau, au niveau des jonctions (Katiramona, Karikouie et Carignan).

→ Cf. Carte 1 : Carte des hauteurs d'eau

X.2. CARTE DES ALEAS

Un aléa est la probabilité d'occurrence en un point donné d'un phénomène naturel de nature et d'intensité définies. Les inondations, glissements de terrains, tornades sont des exemples de phénomènes naturels.

Sur une zone soumise à un aléa, l'ensemble des activités, des biens, des personnes représente l'enjeu. Celui-ci est entre autres caractérisé par sa vulnérabilité à l'aléa, c'est-à-dire l'ampleur des dommages que l'enjeu est susceptible de subir.

Un risque est la confrontation d'un aléa avec des enjeux.

La carte des aléas résulte ici du croisement entre la hauteur d'eau et la vitesse selon les critères suivants:

Vitesse Hauteur d'eau	Faible à modérée	Forte à très forte
	$\leq 1\text{m/s}$	$> 1\text{m/s}$
$H \leq 1\text{ m}$	Moyen	Fort
$1 < H \leq 1,5\text{ m}$	Fort	Très fort
$H > 1,5\text{ m}$	Très fort	

Une zone de protection des berges et des thalwegs est également représentée. Cette zone est définie par une bande de 6 m de part et d'autre des berges des thalwegs et cours d'eau.

Les cours d'eau étudiés y sont également reportés, pour bien les distinguer des affluents qui n'ont pas été étudiés et qui pourraient être soumis à des aléas.

→ **Cf. Carte 2 : Carte des aléas inondation**

XI. LISTE DES PLANCHES

Planche 1 : Localisation du secteur d'étude

Planche 2 : Localisation du bassin versant

Planche 3 : Localisation des enjeux

Planche 4 : Localisation des projets intégrés dans la modélisation

Planche 5 : Comparaison des topographies de 2007 et 2016 – secteur en amont de la SAV Express (source topographie 2007 : levés topographiques pour l'état des lieux du projet Paddon, N. Garrido)

Planche 6 : Comparaison des topographies de 2007 et 2016 – secteur en aval de la SAV Express (source topographie 2007 : levés au 1/2000ème fournis par la DFA)

Planche 7 : Topographie utilisée pour le calage sur les crues historiques

Planche 8 : Synoptique hydraulique

Planche 9 : Laisses de crue ANNE

Planche 10 : Résultats de calage ANNE

Planche 11 : Résultats de calage ERICA

Planche 12 : Analyse des écoulements en crue centennale

Planche 13 : Analyse des vitesses d'écoulement en crue centennale

Planche 14 : Analyse des écoulements en crue décennale

Planche 15 : Analyse des vitesses d'écoulement en crue décennale

Planche 16 : Analyse des écoulements en crue quinquennale

Planche 17 : Analyse des vitesses d'écoulement en crue quinquennale

Planche 18 : Localisation des ouvrages, voiries et bâtis

Planche 19 : Enjeux impactés

Planche 20 : Comparaison des hauteurs d'eau avec celles de l'étude SOGREAH

XII. LISTE DES CARTES

Carte 1 : Carte des hauteurs d'eau

Carte 2 : Carte des aléas inondation

XIII. ANNEXES

Annexe 1 : Cartographie des zones inondables - Etude Hydrex - 1995

Annexe 2 : Calcul des temps de concentration

Annexe 3 : Caractéristiques des stations hydrométriques de référence

Annexe 4 : Hyétogrammes et hydrogrammes des épisodes réels

Annexe 5 : Plan des levés topographiques

Annexe 6 : Débits théoriques injectés

Annexe 7 : Résultats crues historiques et théoriques

Annexe 8 : Résultats analyse de sensibilité

Annexe 9 : Mémento de modélisation

Annexe 1 : Cartographie des zones inondables - Etude Hydrex - 1995

Annexe 2 : Calcul des temps de concentration

Annexe 3 : Caractéristiques des stations hydrométriques de référence

Annexe 4 : Hyétogrammes et hydrogrammes des épisodes réels

Annexe 5 : Plan des levés topographiques

Annexe 6 : Débits théoriques injectés

Annexe 7 : Résultats crues historiques et théoriques

Annexe 8 : Résultats analyse de sensibilité

Annexe 9 : Mémento de modélisation