



YAHOUÉ-CONCEPTION - ETUDE D'ACTUALISATION DES ZONES INONDABLES ET D'AMÉNAGEMENT HYDRAULIQUE

Rapport d'avancement des phases 1 à 3 -
Actualisation des zones inondables

Rapport



ISL Ingénierie SAS - XPACIFIQUE
98849 - Nouméa, Nouvelle-Calédonie
FRANCE
Tel. : (+687) 24 23 18
Fax : (+287) 24 31 04

www.isl.fr



Rapport n° : 17F-113-RX-1
Révision n° : E
Date : 04/11/2019

Votre contact :
Jyri QUATREMARRE
quatremarre@isl.fr



ISL
Ingénierie

Visa

Document actualisé le 04/11/2019.

Révision	Date	Auteur	Chef de Projet	Superviseur	Commentaire
A	13/11/2017	GGR	JQU	SJA	Première diffusion phase 1 et 2
B	21/12/2018	GGR	JQU	JQU	Diffusion intermédiaire phase 3
C	04/01/2019	GGR	JQU	SJA	Première diffusion phase 3
D	24/07/2019	GGR	JQU	SJA	Version finalisée de phase 1 à 3
E	04/11/2019	GGR	JQU	SJA	Version finalisée suite à la réunion du 29/07/2019

GGR : GROELL Guillaume

JQU : QUATREMARRE Jyri

SJA : JANIN-REINER Stéphanie



SOMMAIRE

0	INTRODUCTION	1
0.1	CONTEXTE	1
0.2	PHASAGE DE L'ETUDE	2
1	PHASE 1 : ETUDES PRELIMINAIRES	3
1.1	RECENSEMENT DES DONNEES DISPONIBLES	3
1.1.1	ETUDE	3
1.1.2	CARTOGRAPHIES ET DONNEES SIG	6
1.1.3	PHOTOGRAPHIES AERIENNES	7
1.1.4	DONNEES TOPOGRAPHIQUES	7
1.1.4.1	Données topographiques recueillies	7
1.1.4.2	Données topographiques complémentaires acquises dans le cadre de l'étude	8
1.1.5	DONNEES PLUVIOMETRIQUES ET HYDROMETRIQUES	9
1.1.6	DONNEES CLIMATIQUES	10
1.1.7	DONNEES MARITIMES	10
1.2	ANALYSE DIACHRONIQUE	10
1.3	ETUDE HYDROLOGIQUE	12
1.4	NIVEAUX MARINS	15
1.4.1	NIVEAUX MARINS HISTORIQUES	16
1.4.2	NIVEAUX MARINS STATISTIQUES	18
2	PHASE 2 : VISITE DE TERRAIN, ETABLISSEMENT DE L'ETAT DES LIEUX	19
2.1	MISSIONS DE TERRAIN DU 12 AU 15 SEPTEMBRE 2017	19
2.1.1	SYNTHESE DES VISITES DE TERRAIN	19
2.1.1.1	Description sommaire des cours d'eau	19
2.1.1.2	Ouvrages	26
2.1.2	SYNTHESE DES ENQUETES DE TERRAIN	30

3 PHASE 3 : MODELISATION HYDRAULIQUE ET CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES 34

3.1	TYPE DE MODELISATION	34
3.2	HYPOTHESES GENERALES DE MODELISATION	34
3.3	MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN	34
3.3.1	SOURCES DES DONNEES TOPOGRAPHIQUES ET BATHYMETRIQUES	34
3.3.2	ETAT ACTUEL	34
3.3.3	ETATS DE CALAGE	37
3.4	MODELISATION BIDIMENSIONNELLE	37
3.4.1	EMPRISE DE LA MODELISATION	37
3.5	CONDITIONS LIMITES ET INITIALES	38
3.5.1	CONDITION LIMITE AMONT	38
3.5.2	CONDITION LIMITE AVAL	38
3.5.3	CONDITION LIMITE DU RESTE DE L'EMPRISE DU MODELE	39
3.5.4	CONDITIONS INITIALES	39
3.6	MAILLAGE	40
3.6.1	OUVRAGES	41
3.7	REPRESENTATION DES BATIMENTS	42
3.8	COEFFICIENTS DE STRICKLER	42
3.8.1	OCCUPATION DU SOL EN LIT MAJEUR	42
3.8.2	JEUX DE COEFFICIENTS DE STRICKLER TESTES	45
3.9	CALAGE DU MODELE	46
3.9.1	LAISSES DE CRUE	46
3.9.2	CRUE DE CALAGE : 2001	49
3.9.2.1	Dynamique de la crue	49
3.9.2.2	Comparaison au niveau des laisses de crue	52
3.9.2.3	Analyse	56
3.9.3	CRUE DE VALIDATION : 2003	58
3.9.3.1	Synoptique de la crue	58
3.9.3.2	Comparaison au niveau des laisses de crue	60
3.9.3.3	Analyse	65
3.9.4	CONCLUSION DU CALAGE	65

4	ANALYSES DE SENSIBILITE SUR LA CRUE CENTENNALE	66
4.1	SITUATION DE REFERENCE	66
4.2	ANALYSE DE SENSIBILITE : CONDITION LIMITE AVAL	67
4.3	ANALYSE DE SENSIBILITE : RUGOSITE	70
4.4	ANALYSE DE SENSIBILITE : EMBACLES SOUS LES PONTS	73
4.5	ANALYSE DE SENSIBILITE : HYDROLOGIE	77
4.6	CONCLUSION DES ANALYSES DE SENSIBILITE	81
5	SIMULATIONS DES CRUES DE PROJET	82
5.1	HYPOTHESES	82
5.2	REPRESENTATION DES RESULTATS	82
5.3	PROFILS EN LONG	83
5.4	ANALYSE	85
5.5	PLAN SYNOPTIQUE DE COMPORTEMENT HYDRAULIQUE DU SECTEUR D'ETUDE EN CAS DE CRUE CENTENNALE	86
5.6	IMPACT DU CENTRE COMMERCIAL « KORAIL »	87
6	CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES	89
6.1	CARTE DES ISO-HAUTEURS ET DES ISO-VITESSES	89
6.2	CARTE DES ALEAS	90

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : périmètre d'étude et localisation des aménagements (source : cahier des charges)	2
Figure 2 : sources et emprises des données topographiques disponibles	9
Figure 3 : modifications topographiques entre les différents états de calage	11
Figure 4 : hydrogrammes de projet sur la Yahoué	12
Figure 5 : hydrogrammes de projet sur la Yanna	13
Figure 6 : hydrogrammes de projet sur la Ouapeuse	13
Figure 7 : hydrogrammes de projet sur l'affluent rive droite	14
Figure 8 : hydrogrammes calculés de l'évènement d'octobre 2001	14
Figure 9 : hydrogrammes calculés de l'évènement de mars 2003	15
Figure 10 : emplacement des stations maritimes	16
Figure 11 : niveau marin lors de l'épisode de 2001 (la station Numbo n'était pas encore ouverte)	17

Figure 12 : niveau marin lors de l'épisode de 2003	17
Figure 13 : Yahoué, section amont	19
Figure 14 : Yahoué, section médiane	20
Figure 15 : Yahoué, section aval	20
Figure 16 : Affluent rive droite	21
Figure 17 : rivière Ouapeuse	22
Figure 18 : Yanna amont	24
Figure 19 : Yanna, section bétonnée	24
Figure 20 : Yanna aval	25
Figure 21 : partie amont du canal	26
Figure 22 : partie aval du canal	26
Figure 23 : localisation planimétrique des profils incomplets	35
Figure 24 : vue en coupe des profils avant extrapolation	36
Figure 25 : vue en coupe des profils après extrapolation	36
Figure 26 : emprise du modèle 2D	38
Figure 27 : emprise des conditions limites amont et aval (en orange)	39
Figure 28 : maillage de la modélisation	41
Figure 29 : ouvrages hydrauliques intégrés à la modélisation	42
Figure 30 : occupation du sol – état de 2001	43
Figure 31 : occupation du sol – état de 2003	44
Figure 32 : occupation du sol – état actuel	44
Figure 33 : illustration des niveaux des laisses de crue	48
Figure 34 : crue 2001, début de débordement en rive gauche de la Ouapeuse dans le lotissement « Ma Rivière »	50
Figure 35 : crue 2001, début de débordement en rive gauche de la Yanna	50
Figure 36 : crue 2001, début de débordement en amont de la RP1 et mise en fonctionnement du canal de décharge	51
Figure 37 : crue 2001, début de débordement de la Yahoué sur la RP1	51
Figure 38 : pic de la crue : débordements généralisés	52
Figure 39 : profil en long sur la Yahoué – calage 2001	53
Figure 40 : profil en long sur la Yanna – calage 2001	53
Figure 41 : profil en long sur la Ouapeuse – calage 2001	54
Figure 42 : profil en long sur l'affluent RD – calage 2001	54

Figure 43 : profil en long sur le canal de décharge – calage 2001	55
Figure 44 : crue 2003 – débordement en rive gauche de la Ouapeuse dans le lotissement « Marrière »	58
Figure 45 : débordement en rive gauche de la Yanna	59
Figure 46 : crue 2003 – mise en fonctionnement du canal de décharge et débordements en amont de la RP1	59
Figure 47 : débordements sur la RP1 et débordements généralisés	60
Figure 48 : profil en long sur la Yahoué – calage 2003	61
Figure 49 : profil en long sur la Yanna – calage 2003	61
Figure 50 : représentation des sections d'écoulement en amont, au droit et en aval du pont de la rue Beautemps-Beaupré	62
Figure 51 : profil en long sur la Ouapeuse – calage 2003	63
Figure 52 : profil en long sur l'affluent RD – calage 2003	63
Figure 53 : profil en long sur le canal de décharge – calage 2003	64
Figure 54 : analyse de sensibilité, crue centennale, condition limite aval, Yahoué	67
Figure 55 : analyse de sensibilité, crue centennale, condition limite aval, Yanna	68
Figure 56 : analyse de sensibilité, crue centennale, condition limite aval, Ouapeuse	68
Figure 57 : analyse de sensibilité, crue centennale, condition limite aval, canal de décharge	69
Figure 58 : analyse de sensibilité, crue centennale, condition limite aval, affluent rive droite	69
Figure 59 : analyse de sensibilité, crue centennale, rugosité, Yahoué	71
Figure 60 : analyse de sensibilité, crue centennale, rugosité, Yanna	71
Figure 61 : analyse de sensibilité, crue centennale, rugosité, Ouapeuse	72
Figure 62 : analyse de sensibilité, crue centennale, rugosité, canal de décharge	72
Figure 63 : analyse de sensibilité, crue centennale, rugosité, affluent rive droite	73
Figure 64 : analyse de sensibilité, crue centennale, embâcles, Yahoué	74
Figure 65 : analyse de sensibilité, crue centennale, embâcles, Yanna	74
Figure 66 : analyse de sensibilité, crue centennale, embâcles, Ouapeuse	75
Figure 67 : analyse de sensibilité, crue centennale, embâcles, canal de décharge	75
Figure 68 : analyse de sensibilité, crue centennale, embâcles, affluent rive droite	76
Figure 69 : hydrogrammes injectés dans la Yahoué dans les analyses de sensibilité sur l'hydrologie	77
Figure 70 : analyse de sensibilité, crue centennale, hydrologie, Yahoué	78
Figure 71 : analyse de sensibilité, crue centennale, hydrologie, Yanna	79
Figure 72 : analyse de sensibilité, crue centennale, hydrologie, Ouapeuse	79

Figure 73 : analyse de sensibilité, crue centennale, hydrologie, canal de décharge	80
Figure 74 : analyse de sensibilité, crue centennale, hydrologie, affluent rive droite	80
Figure 75 : profil en long, crues de période de retour de 5, 10 et 100 ans, Yahoué	83
Figure 76 : profil en long, crues de période de retour de 5, 10 et 100 ans, Yanna	83
Figure 77 : profil en long, crues de période de retour de 5, 10 et 100 ans, Ouapeuse	84
Figure 78 : profil en long, crues de période de retour de 5, 10 et 100 ans, Affluent rive droite	84
Figure 79 : profil en long, crues de période de retour de 5, 10 et 100 ans, canal de décharge	85
Figure 80 : plan synoptique de la crue centennale	87
Figure 81 : impact du centre commercial Korail sur les niveaux d'eau en crue centennale	88
Figure 82 : profil en travers PT1	88
Figure 83 : Capacité de déplacement estimé et possibilité d'intervention en fonction des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement.	91

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : études recueillies.....	5
Tableau 2 : données cartographiques recueillies	6
Tableau 3 : photographies aériennes recueillies	7
Tableau 4 : données topographiques recueillies	7
Tableau 5 : données pluviométriques et hydrométriques recueillies.....	9
Tableau 6 : niveaux marins statistiques présentés dans le document [13]	18
Tableau 7 : descriptif des ouvrages modélisés.....	29
Tableau 8 : synthèse des informations recueillies lors des enquêtes de terrain	33
Tableau 9 : caractéristiques des mailles du modèle	40
Tableau 10 : Valeurs type de coefficient de Strickler.....	45
Tableau 11 : jeux de coefficients de Strickler considérés dans le calage	46
Tableau 12 : laisses de crue recueillies.....	47
Tableau 13 : présentation des incertitudes sur les laisses de crue relevées dans l'étude de Sogreah.....	48
Tableau 14 : comparaison au droit des laisses, crue de 2001	56
Tableau 15 : comparaison au droit des laisses, crue de 2003.....	64
Tableau 16 : jeu de coefficient retenu à l'issue du calage	66

Tableau 17 : comparaison des volumes et débits de pointe des analyses de sensibilité sur l'hydrologie – Yahoué, crue centennale	78
Tableau 18 : grille de définition des aléas (source : cahier des charges).....	90
]	

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : ANALYSE DIACHRONIQUE

ANNEXE 2 : ETUDE HYDROLOGIQUE

ANNEXE 3 : RAPPORT D'ETAT DES LIEUX ENVIRONNEMENTAL

ANNEXE 4 : FICHES DE LAISSES DE CRUE

ANNEXE 5 : LEVES TOPOGRAPHIQUES COMPLEMENTAIRES

ANNEXE 6 PLANS DE LOCALISATION DES LAISSES DE CRUE

ANNEXE 7 COMPARAISON DES NIVEAUX AU DROIT DES LAISSES DE CRUE : CRUE DE 2001

ANNEXE 8 COMPARAISON DES NIVEAUX AU DROIT DES LAISSES DE CRUE : CRUE DE 2003

ANNEXE 9 CARTOGRAPHIE DES ANALYSES DE SENSIBILITE

ANNEXE 10 CARTOGRAPHIE DES HAUTEURS D'EAU

ANNEXE 11 CARTOGRAPHIE DES VITESSES D'ECOULEMENT

ANNEXE 12 CARTOGRAPHIE DES ALEAS

[

]

0 INTRODUCTION

0.1 CONTEXTE

La voie de dégagement EST (VDE) reliant le giratoire de la Belle Vie situé au PK5 au giratoire des Sports de Boulari longe le littoral. Cette voie, réalisée entre 1998 et 2001, consiste en un remblai routier sur la majorité de son linéaire et notamment au niveau de la Baie de la Conception, exutoire naturel des rivières Yahoué et Yanna (également appelée Ciatí). Dans la baie, plusieurs ouvrages de décharge traversent la VDE et assurent la continuité hydraulique des cours d'eau.

En parallèle à la réalisation de la VDE, plusieurs terrains situés dans le lit majeur des cours d'eau ont été remblayés.

Depuis la réalisation de ces aménagements, plusieurs études hydrauliques ont été réalisées sur la Yahoué, la Yanna et le Creek du Pont des Français, et notamment :

- en 2003 : définition des emprises d'inondation potentielles par analyse hydrogéomorphologique,
- en 2010 : étude et modélisation hydraulique unidimensionnelle simplifiée à l'aide du logiciel Hec-Ras dans le but de préciser les aléas inondations.

Depuis 2010, de nouveaux aménagements ont été réalisés en amont et les coutumiers s'inquiètent de l'impact potentiel du remblai routier sur le fonctionnement général du secteur.

Dans ce contexte, la province Sud a mandaté ISL Ingénierie pour réaliser une étude détaillée du secteur afin :

- d'appréhender le fonctionnement hydraulique du secteur,
- de redéfinir les aléas inondations,
- d'analyser l'impact des aménagements,
- d'étudier la possibilité d'aménagements compensatoires en cas d'impact négatif avéré des ouvrages.

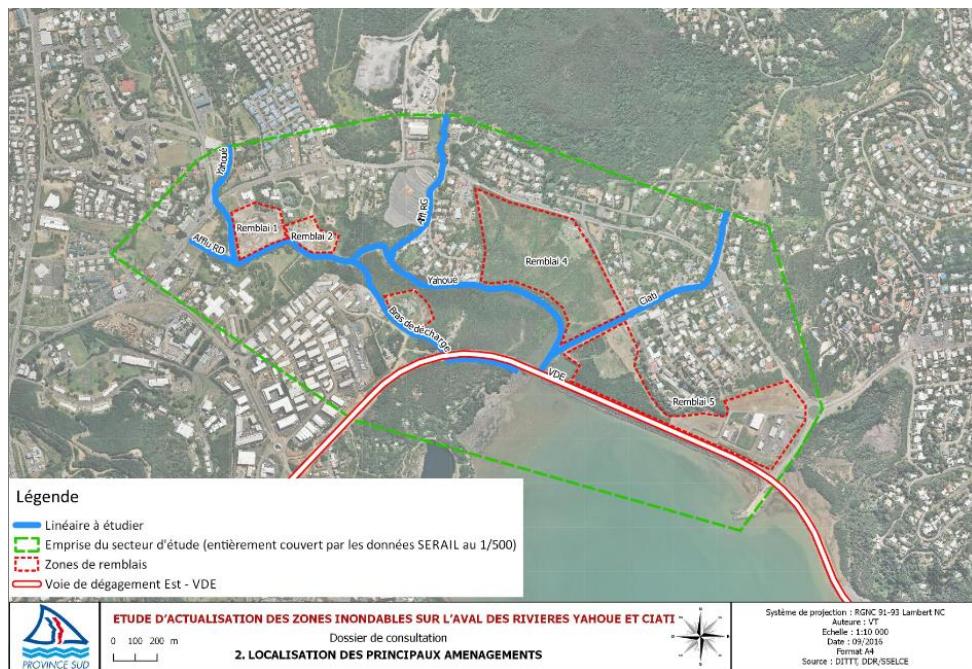


Figure 1 : périmètre d'étude et localisation des aménagements (source : cahier des charges)

0.2 PHASAGE DE L'ETUDE

L'étude est structurée en quatre phases :

1. Etudes préliminaires : recueil des données, étude hydrologique et analyse diachronique sur le secteur d'étude ;
2. Visite de terrain, établissement de l'état des lieux : réalisation d'enquêtes, de visite de terrain, définition des besoins en termes de levés topographiques à réaliser, établissement d'un état des lieux environnemental sommaire sur l'ensemble du secteur d'étude pour identifier les contraintes et les enjeux environnementaux (y compris analyses sédimentaires) ;
3. Modélisation hydraulique et cartographie des zones inondables : création et calage de modèles hydrauliques bidimensionnels pour les différentes configurations topographiques (avant et après aménagements), actualisation des zones inondables de la Yahoué et ses affluents sur le secteur d'étude ;
4. Définition des impacts des différents aménagements existants et propositions d'intervention : évaluation de l'impact hydraulique des aménagements du secteur d'étude (VDE et remblais), prédimensionnement et évaluation du gain à attendre des mesures compensatoires en cas d'impact négatif des aménagements existants.

Le présent rapport constitue le rapport d'avancement des étapes 1, 2 et 3.

L'étape 4 est présentée dans le rapport de diagnostic (rapport n°17F-113-RX-3).

1 PHASE 1 : ETUDES PRELIMINAIRES

1.1 RECENSEMENT DES DONNEES DISPONIBLES

Cette première phase d'étude a consisté à recueillir les données disponibles sur la zone d'étude (études, cartes, données SIG, topographie, données climatiques et hydrométriques).

1.1.1 ETUDE

Les études recueillies sont présentées dans le tableau 1.

Source	Fichier	Détails	N°
DAVAR	EMR_Ra-13-0688-VF_El tina village	Etude d'impact sur l'environnement - Projet de construction, Tina Village - Normandie, EMR 2013	[1]
DEPS	1994-07_VDE_Conception_Etude_impact_mangroves_References_bibliographiques	Références bibliographiques sur la mangrove	[2]
DEPS	1994-07_VDE_Conception_Etude_impact_mangroves_Université	Etude d'impact sur la mangrove de la VDE, Laboratoire d'Etudes des Ressources Vivantes et de l'Environnement Marin, 1994	[3]
DDR-DAVAR	Rapport et données de l'étude Sogreah de 2010 : Etudes hydrauliques complémentaires sur la commune du Mont-Dore	Rapport, plans, profils, modèles, etc	[4]
DAVAR	2001_Novembre_HGM_ZI_Yahoue_Tati e_Namie	Rapport hydrogéomorphologique sur la zone d'étude, CIFEG 2001	[5]
DDR-DAVAR	2006_Fevrier_Etude_hydraulique_Mont_Dore	Etude Sogreah sur la commune de Mont-Dore, 2006	[6]
DDR-DAVAR	2010_Mars_EHydrauliques_Complement_MontDore	Complément de l'étude Sogreah sur la commune Mont-Dore, 2010	[7]
DDR-DAVAR	2015_Septembre_Etude_Cones_Dejection_MontDore	Etude des cônes de déjection de la Ville du Mont Dore, Ginger Soproner, 2015	[8]
DEPS	Etude hydraulique ISL 1996	Impact hydraulique du projet de construction de la voie de dégagement Est	[9]
SIC	Etude des zones inondables sur le domaine de la tribu de la Conception - Safege 2014	Mise à jour des modélisations et des résultats de l'étude Sogreah de 2010 sur la zone d'étude	[10]

Source	Fichier	Détails	N°
Province Sud	029-13-O-H-EIH-Neobus-2013-11-28	Etude de 2013 sur les ouvrages de la RP1 en vue du projet Neobus	[11]
DEPS	1995-12-26_VDE_Note_sur_assainissement_Baie_Conception	Impact de la VDE sur l'assainissement de la zone de la conception, service études et constructions de la Province Sud, 1995	[12]
DEPS	1996-04-09_VDE_Note_assainissement_Baie_Conception_NABONNE	Note sur l'assainissement de la Baie de la Conception, DDE, 1996	[13]
DEPS	1996-06-13_VDE_Synthese_Soproner_Etude_fonctionnement_reseaux_eaux_pluviales_actuels_et_futurs_Baie_Conception	Analyse du fonctionnement du réseau d'eau pluvial sur la Conception, Soproner 1996	[14]
Province Sud	ProvSud_200703	Rapport de 2006 présentant l'analyse pluviométrique sur les postes de Nouméa et Namié 3 - Lavoix	[15]
DEPS	1195-12_VDE_Conception_avis_CETE_Mediterranee_impact_projet_hydrodynamisme_sedimentation	Avis du CETE sur l'impact du projet sur la sédimentation. Définition des études complémentaires à réaliser, 1995	[16]
DEPS	1996-03-25_VDE_Conception_Note_sur_APD_sedimentologique_dimensionnement_ouvrages	Note sur l'avant projet détaillé de la construction de la VDE, DDR, 1996	[17]
Mairie Mont Dore	Rapport de présentation du PUD	Rapport de présentation du PUD	[18]
DEPS	1994-05-03_VDE_2_Conception_Courriers_ALLENBACH_trac+®_curage	Plusieurs courriers sur les relevés de décisions préliminaires à la construction de la VDE	[19]
DEPS	1995-03-08_VDE_Conception_r+®union_Letheze_r_Allenbach_Etude_impact	Relevé de décisions entre la Province Sud et l'Université Française du Pacifique, 1995	[20]
DAVAR	MONT-DORE_Enquetes_historiques_crues	Rapport d'enquêtes de terrain réalisées par la DAVAR en 2004	[21]
Ville du Mont-	2016_Mars_Etude_hydraulique_ZI_CreekNamide	Etude hydraulique sur le creek de Namié à Robinson, Ginger Soproner, 2016	[22]

Source	Fichier	Détails	N°
Dore			
DAVAR	Courbes_Enveloppes_Qspé_Sud_Ouest	Courbes enveloppes des débits de pointe sur les trois zones de la Nouvelle-Calédonie, réalisées à partir de l'ajustement statistique sur 22 stations hydrométriques	[23]
DAVAR	2011_Nov_Synthese_pluviometrique_NC	Synthèse et régionalisation des données pluviométriques de la Nouvelle-Calédonie	[24]

Tableau 1 : études recueillies

Dans la suite du document, la numérotation présentée dans le tableau sera utilisée pour faire référence à ces études.

1.1.2 CARTOGRAPHIES ET DONNEES SIG

Les données cartographiques et les données compatibles avec les systèmes d'informations géographiques recueillies sont présentées dans le tableau 2.

Source de la donnée	Type	Fichier	Détails
DENV	Cartographie	Carte_Indices_Priorité_Conservation_Biodiversite_2011_05-09-2012	Zonage des indices de priorité de conservation de la biodiversité
DAVAR	Cartographie	Atlas_HGM_ZI_MontDore	Cartographie hydrogéomorphologique sur la commune du Mont-Dore, DAVAR 2003
DENV	Couches SIG	MilieuxNaturels_2015.shp	Base de données des milieux naturels
DITTT	Couches SIG	BDTOPO-NC_SHAPE	Base de données des éléments de territoire
DITTT	Couches SIG	PPI-NC_SHAPE	Données parcellaires
Mairie Nouméa	Couches SIG	données SIG	PUD, eau pluviale, espace urbanisé, etc
Mairie Mont Dore	Couches SIG	données SIG	Courbes de niveau, réseau assainissement, point de rejet épuration, extrait PUD
DDR	Couches SIG	données SIG	Base de données sur les captages et les forages
DAVAR	Couches SIG	DAVAR_HAUTES_EAUX_NC	Laissez de crues DAVAR
Mairie Nouméa	pdf et shp	SDA	Schéma directeur d'aménagement de la ville de Nouméa
CDE	Plan		Plan de récolelement (papier)
DDR-DAVAR	Couches SIG	Zones inondables	
DDR	Tableur risque	Tableau priorisation v2	Tableau de notation des risques

Tableau 2 : données cartographiques recueillies

1.1.3 PHOTOGRAPHIES AERIENNES

Les photographies aériennes recueillies sont présentées dans le tableau 3.

Source de la donnée	Type	Fichier	Détails
DFA/SERAIL	Photographie aérienne	ORTHOS_20	Orthophotos de 2013, 2015 et 2016
DFA/SERAIL	Photographie aérienne	ORTHOS_50	Orthophotos de 2007, 2007_2008, 2009_2010, 2011_2012, 2012_2013
DITTT	Photographie aérienne	BDORTHO-NC_50cm	Orthophotos de 2007
Géorep	Photographie aérienne	Photos aériennes	Photographies aériennes de 1985, 1995, 2000, 2003, 2007, 2009, 2013

Tableau 3 : photographies aériennes recueillies

Ces photographies sont principalement utilisées pour la réalisation de l'analyse diachronique.

1.1.4 DONNEES TOPOGRAPHIQUES

1.1.4.1 Données topographiques recueillies

Les données topographiques recueillies sont présentées dans le tableau 4.

Source de la donnée	Type	Fichier	Détails
DFA/SERAIL	Données topographiques	Couches SIG et plan dwg	Données topographiques : 2005, 2006 en dxf et 2007, 2009, 2011, 2013, 2015 et 2016 en shp
DITTT	Données topographiques	RASTER10-NC	Données topographiques sur l'ensemble de la Nouvelle Calédonie, résolution de 10 m
DDR-DAVAR	Données topographiques terrestres : profils en travers, relevés de laisses de crue et relevés d'ouvrages	Annexes de l'étude Sogreah	Données topographiques réalisées en 2006/2007 dans le cadre de l'étude hydraulique de Sogreah
DEPS	Données bathymétriques	Plans dwg	Relevés bathymétriques de la Baie de la Conception réalisé en 2017

Tableau 4 : données topographiques recueillies

Ces données topographiques sont utilisées pour :

- la définition des levés topographiques complémentaires à réaliser,
- le tracé des limites des bassins versants,
- la réalisation du modèle numérique de terrain pour la modélisation hydraulique,
- la définition des ouvrages hydrauliques existants.

Les classes de précisions des données DFA/SERAIL varient selon les points levés entre P5 A5 et P3 A3. La classe P5 A5 correspond à une précision planimétrique de 40 cm et une précision altimétrique de 20 cm et la classe P3 A3 correspond à une précision planimétrique de 10 cm et une précision altimétrique de 4 cm.

Les données topographiques couvrent l'ensemble de la zone d'étude.

Suite à la réunion du 29/07/2019, il a été vérifié que la digue en rive gauche de la Yahoué en amont de la RP1 est bien intégrée aux données topographiques disponibles. La présente étude prend donc bien en compte cette digue.

La précision de l'ensemble de ces données est jugée suffisante pour les besoins de l'étude.

1.1.4.2 Données topographiques complémentaires acquises dans le cadre de l'étude

L'analyse des données topographiques existantes et les observations des visites de terrain ont permis d'établir le cahier des charges des relevés topographiques complémentaires à réaliser. La campagne topographique réalisée a permis de lever :

- 64 profils en travers des lits mineurs,
- 4 ouvrages d'art,
- les fils d'eau des buses traversant la VDE,
- 15 repères de crue,
- 6,5 ha de levés surfaciques.

La cartographie en annexe 5 présente les données complémentaires levées lors de la présente étude.

Les emprises des différentes sources de données sont présentées sur la figure 2.

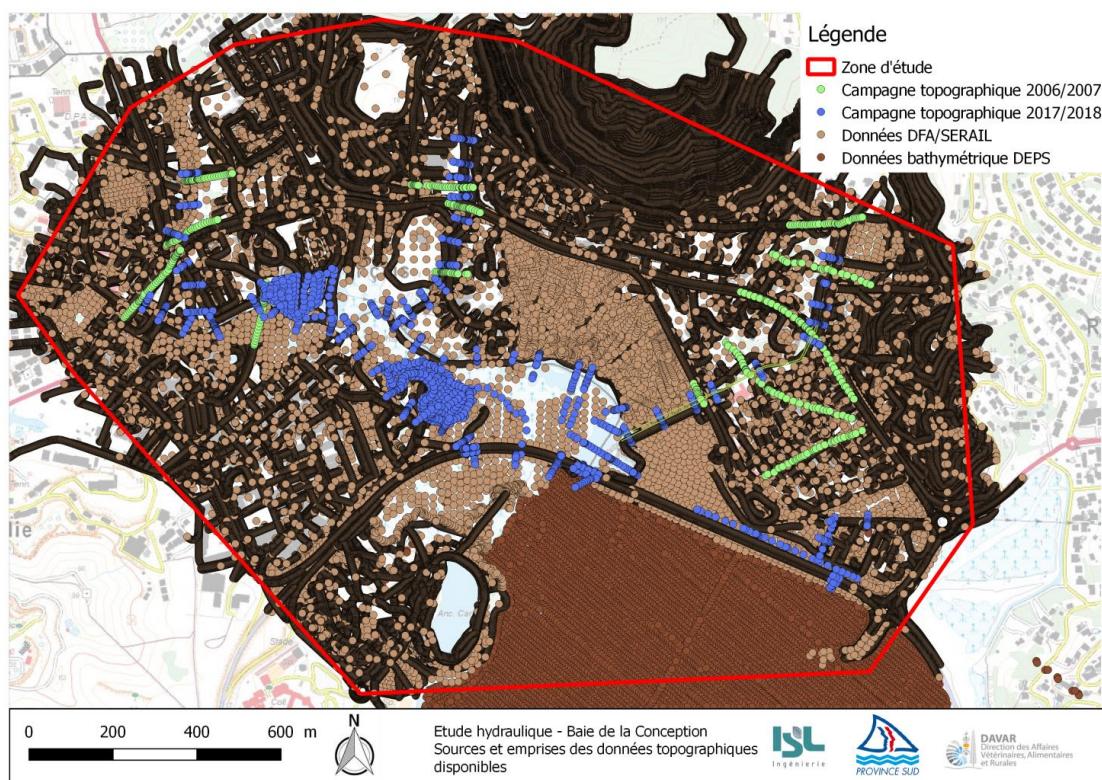


Figure 2 : sources et emprises des données topographiques disponibles

1.1.5 DONNEES PLUVIOMETRIQUES ET HYDROMETRIQUES

Les données pluviométriques et hydrométriques recueillies sont présentées dans le tableau 5.

Source de la donnée	Type	Fichier	Détails
DAVAR	Données hydrométriques	Station de Namié	Extrema annuels à la station et hydrogrammes de crue des événements du 02/10/2001 et 14/03/2003
DAVAR	Données pluviométriques	Station de Namié 3 - Lavoix et Namié Bigourd	Valeurs supérieures à un seuil et extrema annuels sur la période 1997-2016 pour $t=15\text{min}$, 30 min, 60 min, 120 min, 360 min, 720 min et 1440 min
DAVAR	Données pluviométriques	Station de Namié 3 - Lavoix et Namié Bigourd	Pluies journalières sur la période 1997-2016 et hyéogrammes de pluie du 02/10/2001 et 14/03/2003
Province Sud	Données Shyreg	Fichiers .shp	Données SHYREG au format SIG sur les bassins versants à l'étude

Tableau 5 : données pluviométriques et hydrométriques recueillies

Ces données sont utilisées pour l'étude hydrologique.

1.1.6 DONNEES CLIMATIQUES

Dans le cadre de la présente étude, les fiches climatologiques suivantes ont été recueillies auprès de Météo-France :

- Nouméa, indicatif : 98818001
- Magenta, indicatif : 98818002

Ces fiches climatologiques sont utilisées pour l'évaluation de l'évapotranspiration potentielle dans le cadre de l'étude hydrologique.

1.1.7 DONNEES MARITIMES

Les données maritimes historiques des évènements de calage du modèle hydraulique ont été recueillies sur le site internet du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) (chroniques de niveaux marins mesurés aux stations de Numbo et Chaleix à Nouméa).

Les documents [13] et [14] fournissent également des informations sur les niveaux marins statistiques.

1.2 ANALYSE DIACHRONIQUE

L'analyse diachronique réalisée par le bureau d'étude E.M.R dans le cadre de cette étude est présentée en annexe 1.

Les conclusions de cette analyse sont rappelées ci-après.

L'évolution de l'occupation du sol de la zone d'étude est marquée par l'apparition de la VDE en 2000, associée à de gros travaux de terrassement le long des côtes. On notera également la forte urbanisation des rives de la Yahoué au nord-ouest de la zone d'étude. Enfin, le développement de la zone industrielle entraîne également des travaux de remblaiement pouvant influer sur les écoulements de la Yahoué en aval de la RP1 (modification de la topographie, risque de sédimentation et de colmatage de l'embouchure de la Yahoué).

Les cours d'eau présents au niveau de la zone d'étude ont également subit des transformations, dont les principales sont :

- la création d'un bras de décharge sur la Yahoué ;
- la modification des écoulements de la Yanna dans son ensemble et endiguement de l'aval de la Yanna ;
- la disparition de 2 méandres ainsi que l'élargissement du lit sur la Yahoué.

Au niveau de la mangrove, on observe un recul des formations végétales au sud de la VDE suite à la création de cette dernière (en 2000). Dès 2007, une reprise de la progression de ces formations

est notée. La disparition ou la diminution des autres zones de mangrove est due aux travaux de remblai.

Une analyse diachronique spécifique est menée pour définir les modèles numériques de terrain lors des crues de calage de 2001 et 2003.

En effet, la topographie de la zone d'étude a changé depuis les événements de calage de 2001 et 2003.

Les données DFA/SERAIL permettent de remonter jusqu'à la configuration du lit majeur de 2007.

En outre, les photographies aériennes et l'analyse diachronique ont permis d'identifier certaines modifications de l'occupation du sol entre 2001 et 2007.

L'ensemble des modifications topographiques du lit majeur sur la zone d'étude est synthétisé sur la figure 3.

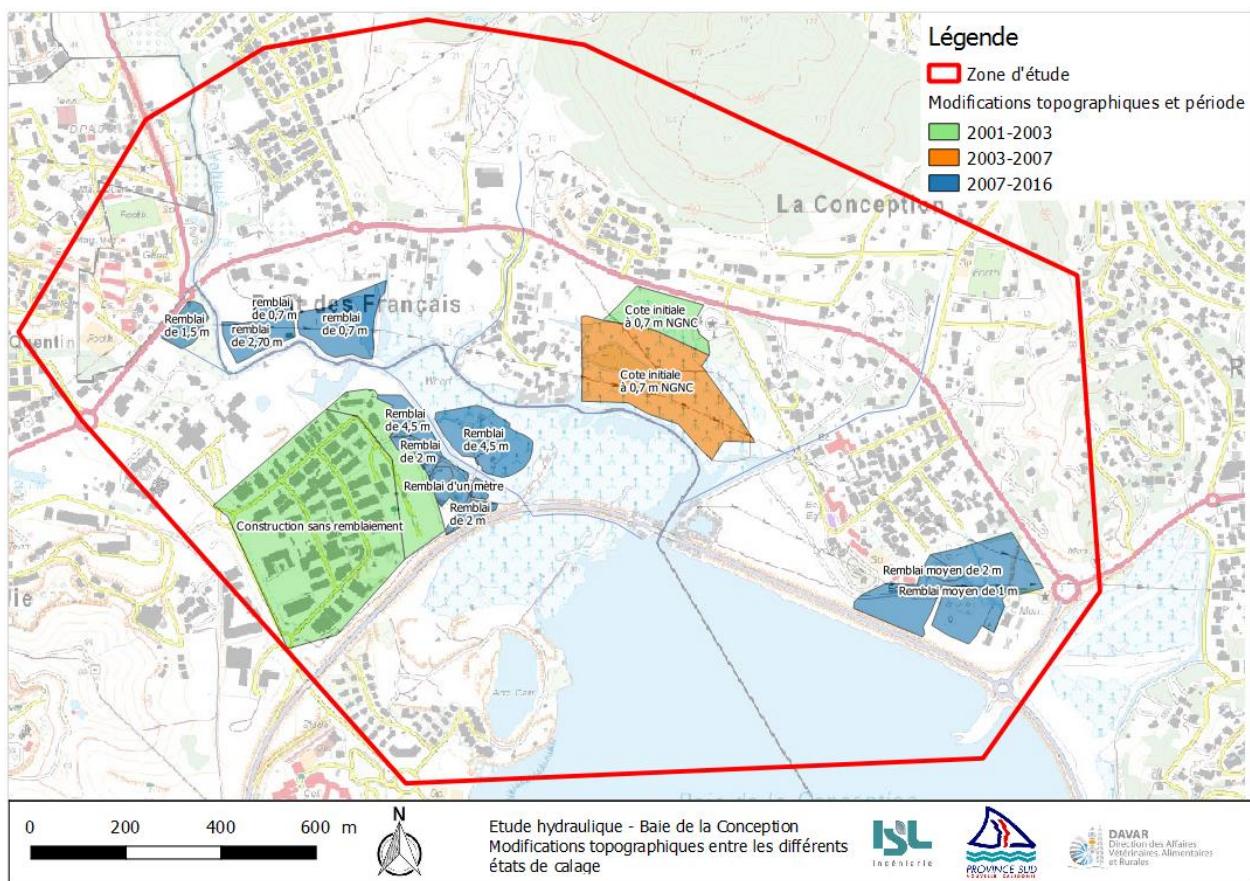


Figure 3 : modifications topographiques entre les différents états de calage

Ainsi, les deux états de calage sont construits de la façon suivante :

- état de novembre 2001 : abaissement de la topographie de l'état actuel dans les zones vertes (hors surface indiquée sur le plan en « construction sans remblaiement »), oranges et bleues,
- état de mars 2003 : abaissement de la topographie de l'état actuel dans les zones oranges et bleues.

1.3 ETUDE HYDROLOGIQUE

L'étude hydrologique réalisée par le bureau d'étude ISL dans le cadre de cette étude est présentée en annexe 2.

Elle compare plusieurs méthodes afin de caractériser les hydrogrammes des crues de projet (périodes de retour de 2, 5, 10, 20, 50 et 100 ans) et les hydrogrammes des crues historiques (événement du 02 octobre 2001 et du 14 mars 2003).

Après une description détaillée des bassins versants de l'étude et du bassin versant de Namié (bassin versant jaugé à proximité immédiate de la zone d'étude), l'étude s'est attachée à comparer les méthodes suivantes : analyse régionale, transposition hydrométrique par la formule de Myer, méthode rationnelle, modélisation hydrologique de type GR4, formule du GRADEX.

Les résultats des différentes méthodes ont été comparés avec les résultats des précédentes études.

Lors de la réunion du 14 février 2018 entre la Davar, la Province Sud et ISL, il a été décidé de retenir la méthode rationnelle pour l'estimation des débits de pointes. La forme des hydrogrammes retenue est celle issue de la modélisation hydrologique.

Les hydrogrammes résultant sont représentés sur les figures ci-après (figure 4 à figure 7). Ils seront utilisés pour la simulation des différents scénarios de crue dans la modélisation hydraulique.

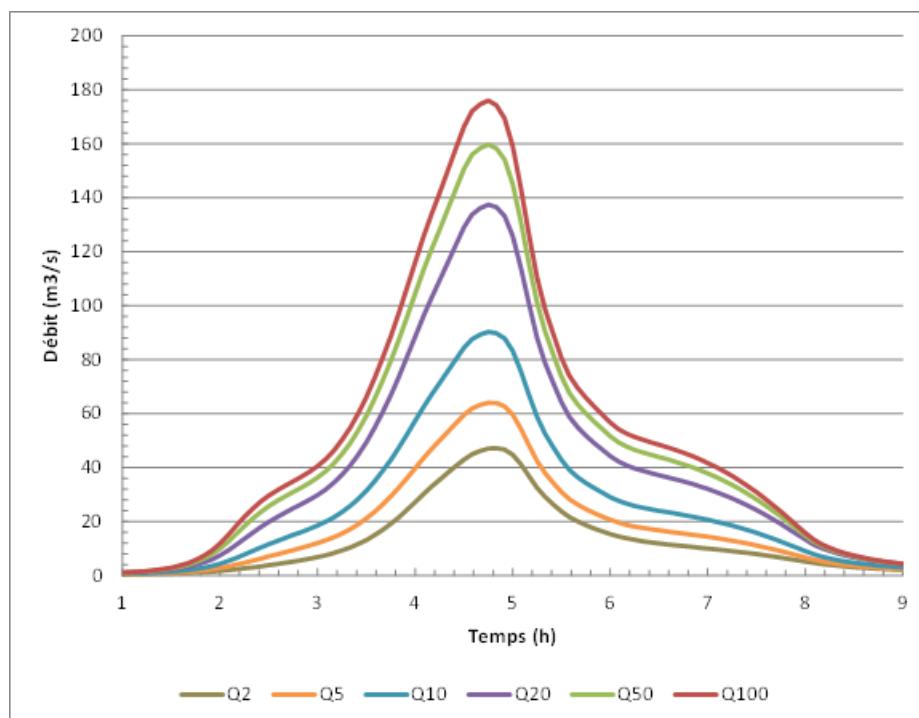


Figure 4 : hydrogrammes de projet sur la Yahoué

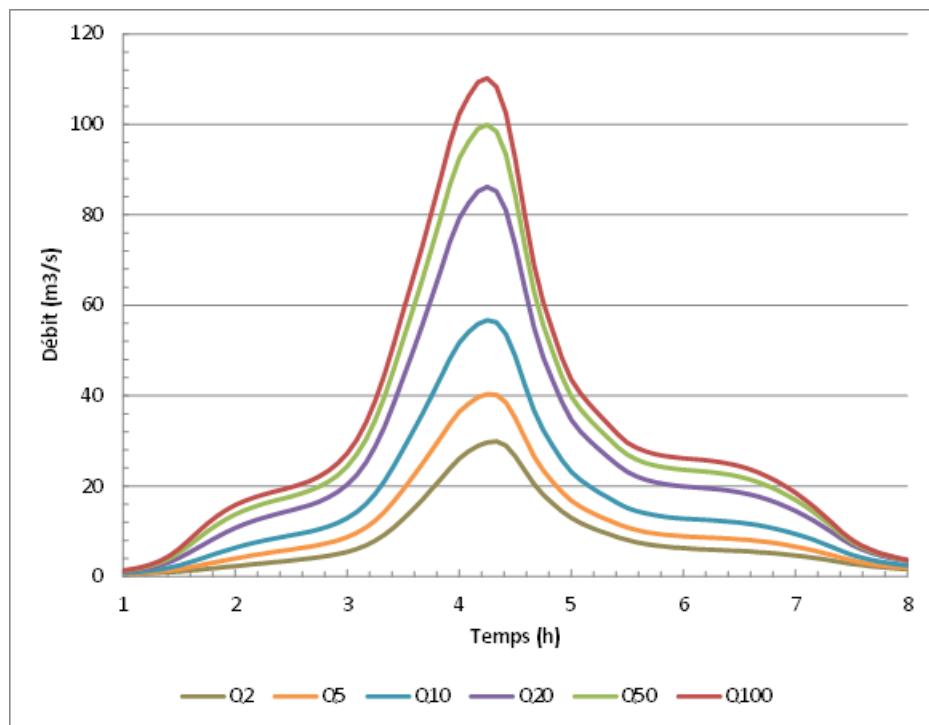


Figure 5 : hydrogrammes de projet sur la Yanna

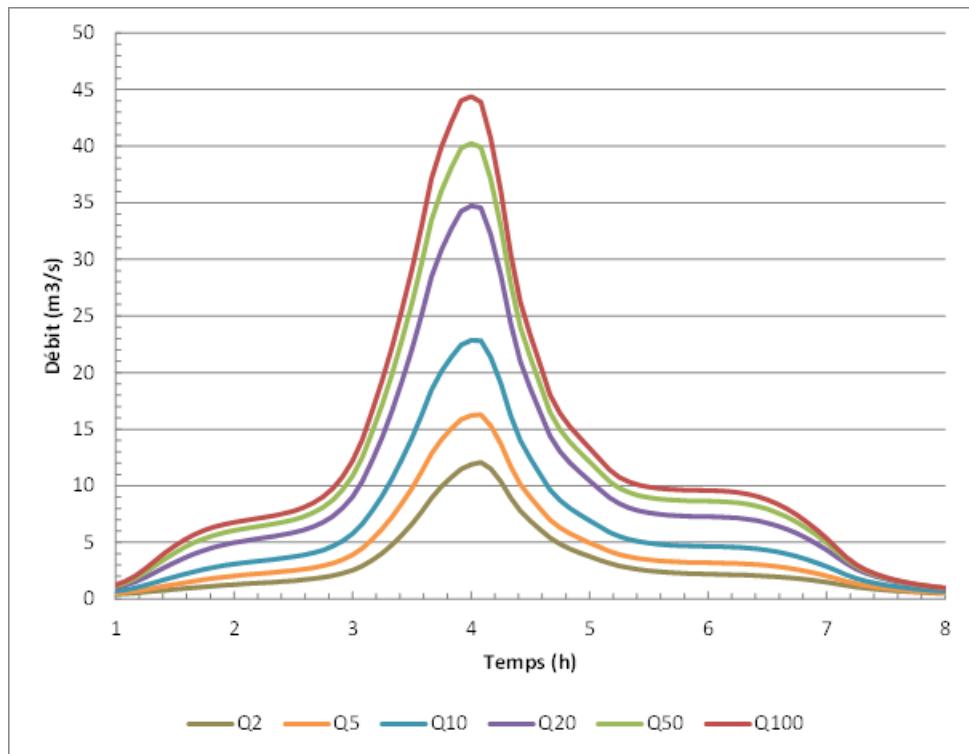


Figure 6 : hydrogrammes de projet sur la Ouapeuse

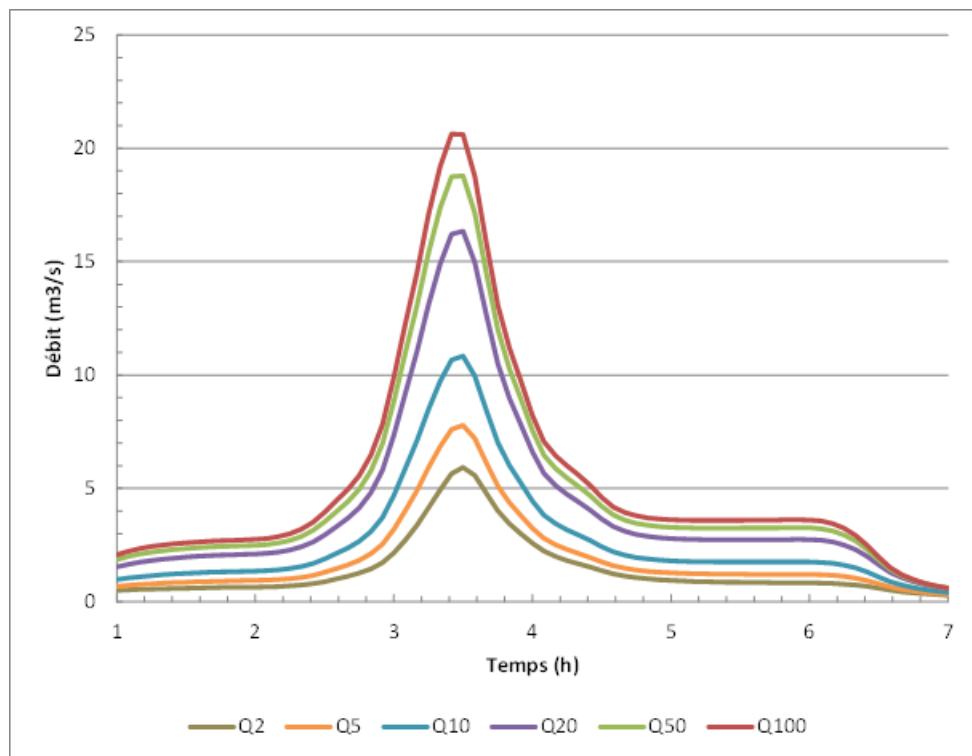


Figure 7 : hydrogrammes de projet sur l'affluent rive droite

Les hydrogrammes des crues historiques ont ensuite été déterminés à partir de la modélisation hydrologique réalisée, qui a été calée sur ces mêmes évènements à la station hydrométrique de Namié.

Ces hydrogrammes sont présentés sur les figure 8 et figure 9. Ils seront utilisés pour le calage de la modélisation hydraulique.

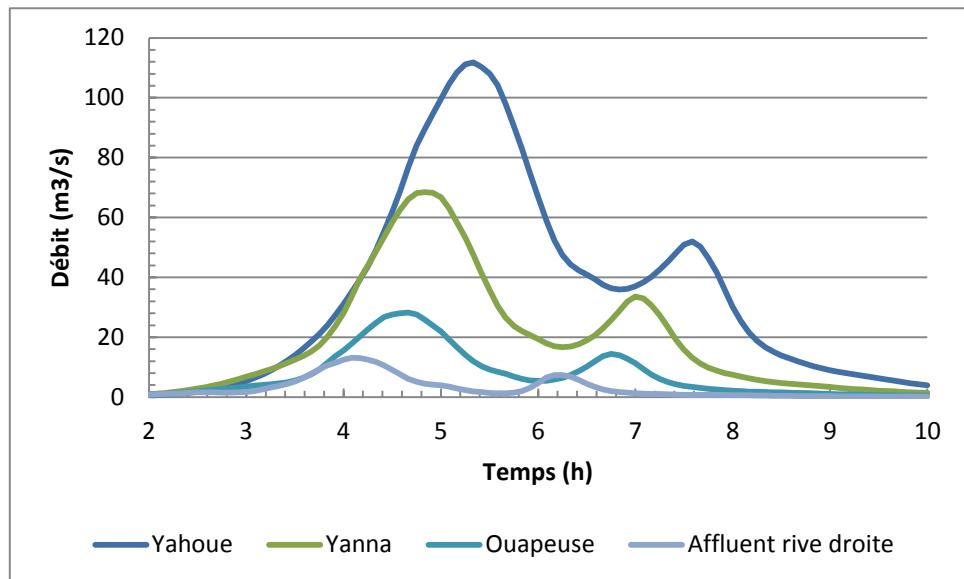


Figure 8 : hydrogrammes calculés de l'évènement d'octobre 2001

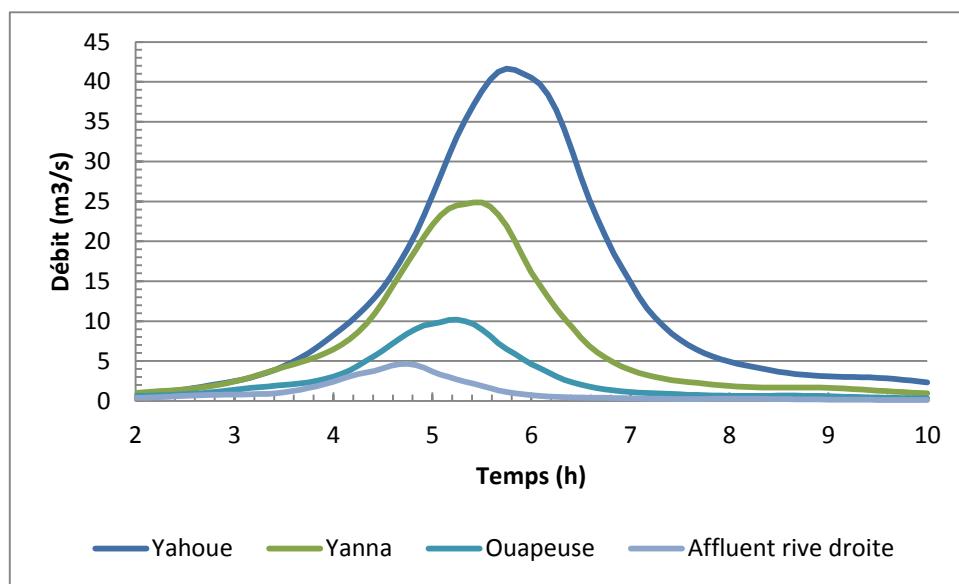


Figure 9 : hydrogrammes calculés de l'évènement de mars 2003

1.4 NIVEAUX MARINS

Les niveaux marins lors des évènements historiques ont été recueillis sur le site du SHOM aux stations de Numbo et Chaleix. Les stations sont localisées sur la figure 10.

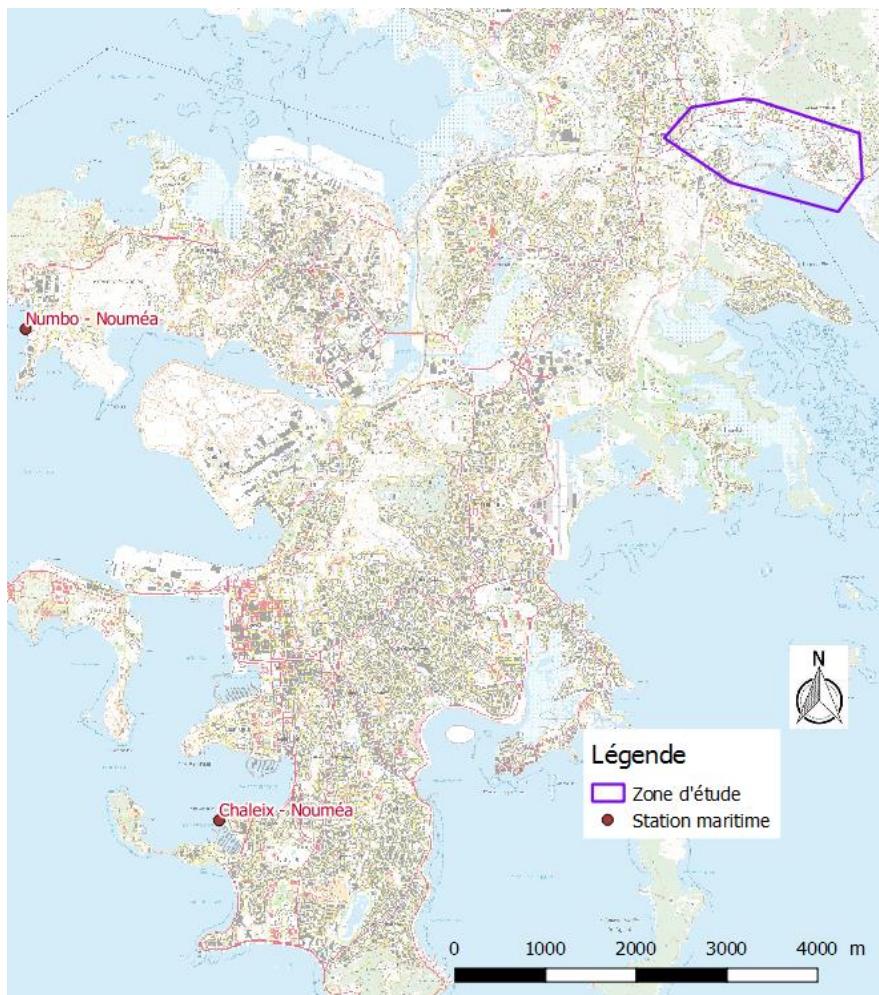


Figure 10 : emplacement des stations maritimes

1.4.1 NIVEAUX MARINS HISTORIQUES

Les niveaux marins historiques sont présentés sur les figures suivantes :

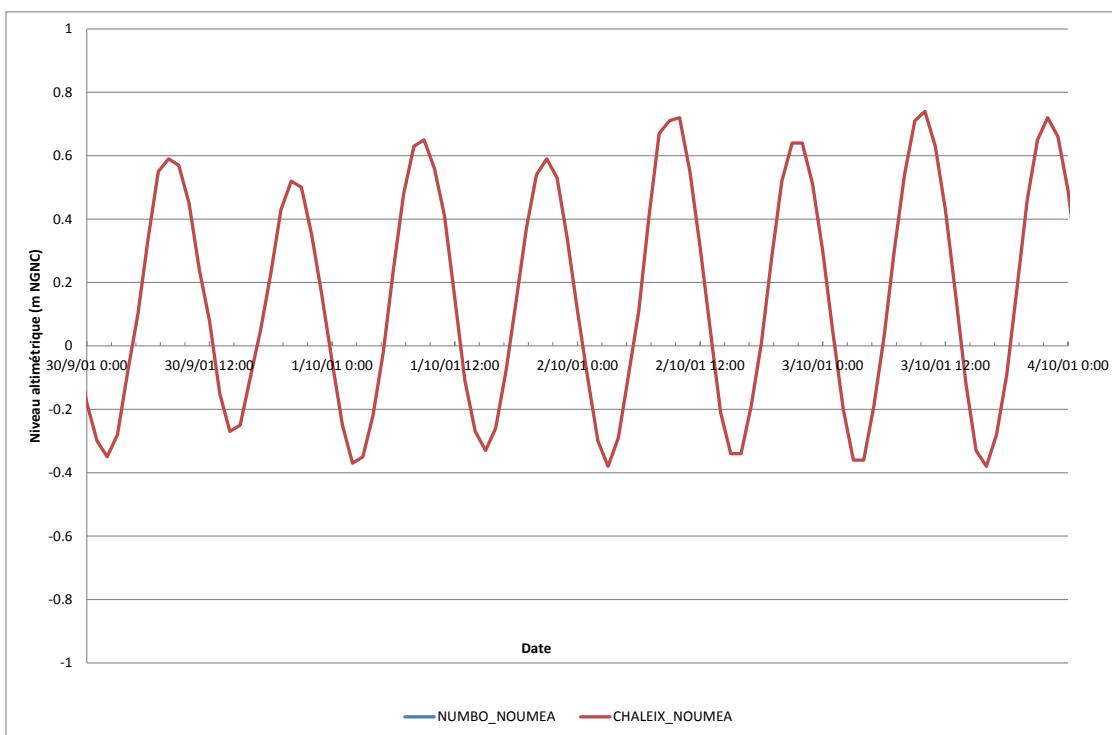


Figure 11 : niveau marin lors de l'épisode de 2001 (la station Numbo n'était pas encore ouverte)

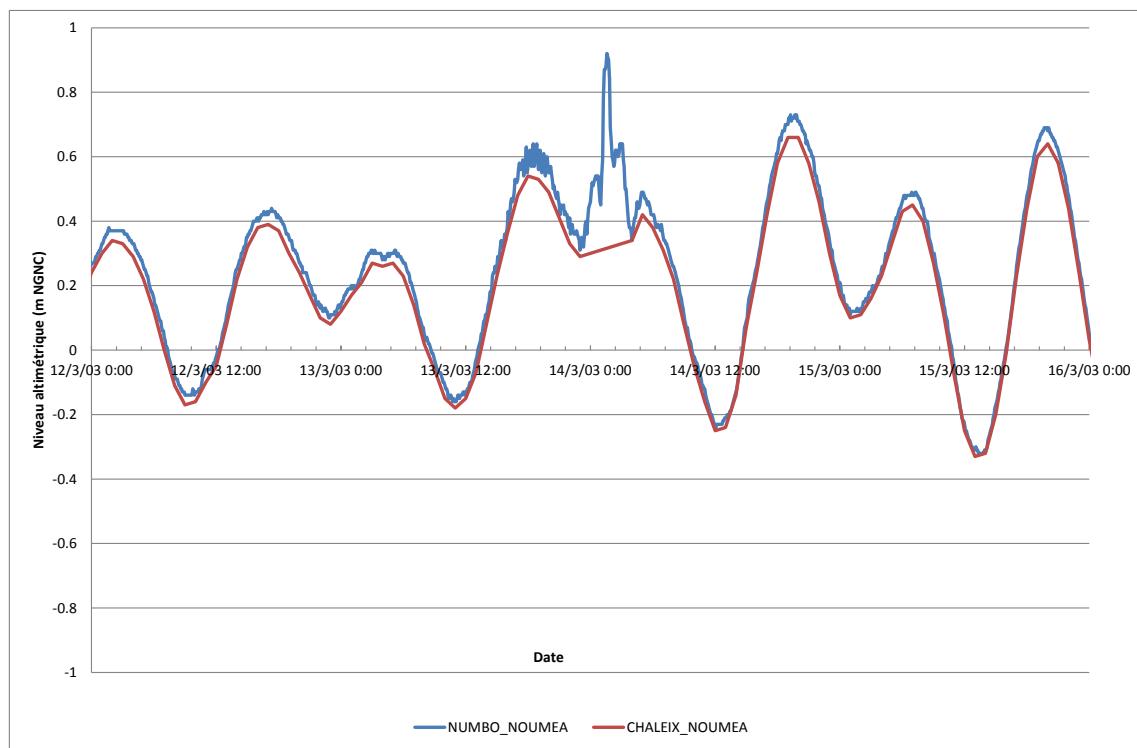


Figure 12 : niveau marin lors de l'épisode de 2003

Les niveaux maximums mesurés lors du cyclone Erika sont de 0,92 m NGNC. Ils ont été mesurés par le marégraphe de Numbo qui présente un pas d'acquisition de 5 min, contrairement au marégraphe de Chaleix qui présente un pas d'acquisition de 1 h. Le marégraphe de Numbo n'était pas encore en service lors de l'évènement de 2001.

Les deux marégraphes sont situés à Nouméa, à proximité de la zone d'étude.

Le marégramme à Chaleix sera utilisé pour le calage du modèle sur l'évènement de 2001 et le marégramme à Numbo sera utilisé pour le calage du modèle sur l'évènement de 2003.

1.4.2 NIVEAUX MARINS STATISTIQUES

Les niveaux marins statistiques sont disponibles à la station Numbo :

- Plus Haute Mer Astronomique (PHMA) : 1,89 CM soit 1,05 m NGNC
- Pleine Mer (PM) : 1,5 CM soit 0,66 m NGNC
- Niveau Moyen (NM) : 1,02 CM soit 0,18 m NGNC
- Basse Mer (BM) : 0,5 CM soit -0,34 m NGNC
- Plus Basse Mer Astronomique (PBMA) : 0,13 CM soit -0,71 m NGNC

Par ailleurs, des niveaux statistiques faisant intervenir des surcotes de vent, de pression et de houle ont été calculés dans le document [13]. Ceux-ci sont présentés dans le tableau 6.

	10 ans	50 ans	Colleen
Marée NGNC	+0,85	+0,85	+0,85
Surcote de vent	+0,47	+0,71	+0,58
Surcote de pression	+0,54	+0,78	+0,51
Surcote de houle	+1,15/2	+1,45/2	+1,28/2
Niveau	2,43 m NGNC	3,06 m NGNC	2,58 m NGNC

Tableau 6 : niveaux marins statistiques présentés dans le document [13]

Pour la simulation des crues de projet, une condition limite aval en considérant une homothétie avec la marée de 2001 est retenue. Concernant l'amplitude de la marée, des analyses de sensibilité de la condition limite aval pour les crues de période de retour 2 ans et 10 ans sont réalisées :

- niveau aval correspondant à la pleine mer combinée à une surcote dépressionnaire de 0,35 m : 1,4 m NGNC
- niveau aval correspondant à la basse mer combinée à une surcote dépressionnaire de 0,35 m : 0,02 m NGNC
- niveau aval correspondant à la marée moyenne combinée à une surcote dépressionnaire de 0,35 m : 0,54 m NGNC

2 PHASE 2 : VISITE DE TERRAIN, ETABLISSEMENT DE L'ETAT DES LIEUX

2.1 MISSIONS DE TERRAIN DU 12 AU 15 SEPTEMBRE 2017

2.1.1 SYNTHESE DES VISITES DE TERRAIN

Les visites de terrain se sont déroulées les 12 et 13 septembre 2017. Elles ont consisté à parcourir le linéaire des cours d'eau et le lit majeur sur la zone d'étude.

Les observations faites lors de ces visites de terrain sont détaillées dans le rapport d'état des lieux environnemental en annexe 3.

Une synthèse est faite dans ce paragraphe.

2.1.1.1 Description sommaire des cours d'eau

Yahoué

La rivière Yahoué est une rivière au lit relativement encaissé, bien délimité et homogène. La végétation a été entretenue récemment. La partie aval présente une lame d'eau, allant de 0,5 m à 2 m à l'embouchure à marée moyenne.

Ses dimensions approximatives sont les suivantes :

- Largeur : 10 m (en amont) à 20 m (en aval) ;
- Hauteur de berge : de l'ordre de 2 à 3 m.

Les photographies ci-après présentent le lit de la Yahoué :



Figure 13 : Yahoué, section amont



Figure 14 : Yahoué, section médiane

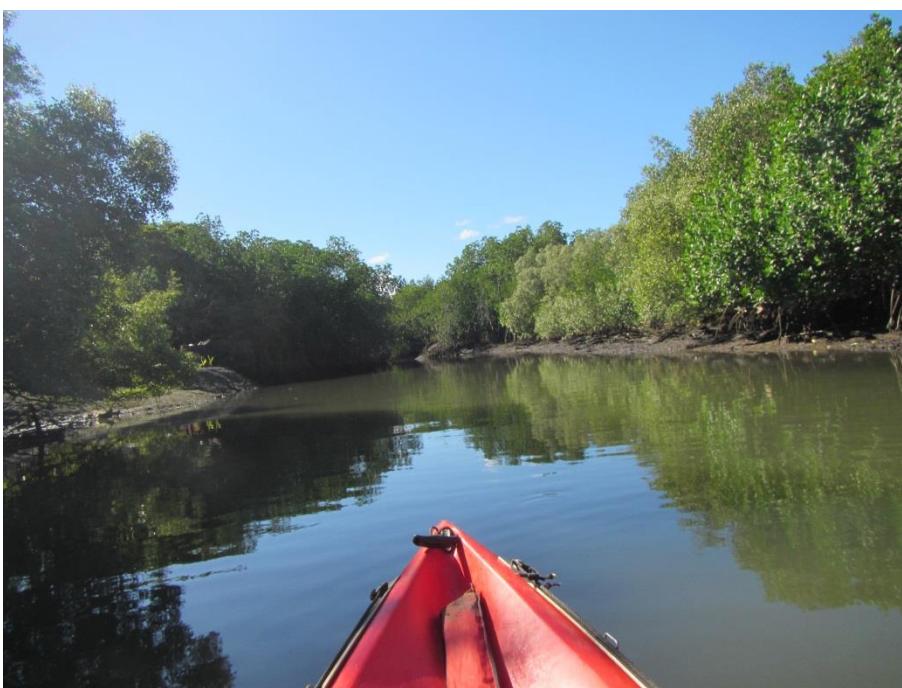


Figure 15 : Yahoué, section aval

Affluent rive droite

L'affluent rive droite est un fossé enherbé. Ses dimensions approximatives sont les suivantes :

- Largeur : 1 à 2 m,
- Hauteur de berge : de l'ordre de 1 m.



Figure 16 : Affluent rive droite

Ouapeuse

La Ouapeuse est un cours d'eau de faibles dimensions, fortement végétalisé (petite végétation arbustive). Le cours d'eau est sec hors période de crue et hors d'influence de la marée sur l'intégralité de son linéaire à marée moyenne, comme observé lors de la visite de terrain.

Ses dimensions approximatives sont les suivantes :

- largeur : 5 à 7 m ;
- Hauteur de berge : 1,5 à 2 m.



Figure 17 : rivière Ouapeuse

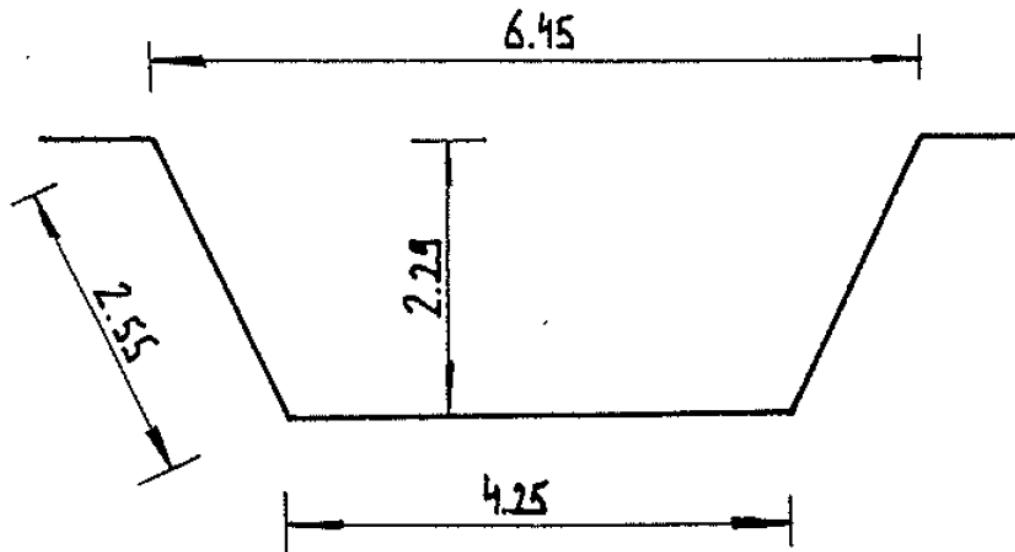
Yanna

La rivière Yanna se décompose en trois sections :

1. Une section végétalisée en amont de la route RP1 présentant les caractéristiques approximatives suivantes :
 - Hauteur des berges : 2 à 2,5 m
 - Largeur du lit : 5 à 7 m

Comme observé lors de la visite de terrain, cette section est hors d'influence des marées moyennes et seul un léger filet d'eau coule hors période de crue.

2. Une section bétonnée entre la RP1 et la rue Beautemps-Beaupré présentant la section approximative suivante :



Comme observé lors de la visite de terrain, le canal bétonné est hors influence de la marée (à marée moyenne) et seul un léger filet d'eau coule hors période de crue.

3. Une section sous influence des marées présentant les caractéristiques approximatives suivantes :

- Hauteur des berges : 2,5 à 3,5 m
- Largeur du lit : 10 à 15 m

Les photographies suivantes présentent les différentes sections :

Section végétalisée :



Figure 18 : Yanna amont

Section bétonnée :



Figure 19 : Yanna, section bétonnée

Section en aval, sous influence des marées :



Figure 20 : Yanna aval

Canal de décharge

Le canal de décharge est accessible à pied sur l'intégralité de son linéaire hors période de crue et de grande marée. Son lit est homogène.

Ses dimensions initiales approximatives sont les suivantes :

- Largeur : 20 à 25 m ;
- Hauteur de berge : de l'ordre de 1 m.

Postérieurement à la création du canal, un remblai en lit majeur rive gauche du canal a été érigé progressivement pour atteindre une hauteur de l'ordre de 5 m au maximum.

Le canal est fortement végétalisé sur la partie amont de son linéaire (palétuviers principalement).



Figure 21 : partie amont du canal



Figure 22 : partie aval du canal

2.1.1.2 Ouvrages

Plusieurs ouvrages hydrauliques ont été recensés sur les différents cours d'eau lors de la visite de terrain.

Les caractéristiques de ces ouvrages ont été levées lors des campagnes topographiques de 2006/2007 et 2017.

Celles-ci sont résumées sommairement dans le tableau 7.

	Description	Sources de données et caractéristiques	Photographie
YAHOU1	Pont à deux travées sous RP1	Relevé de 2006/2007 Largeur RG = 4,5 m Largeur RD = 6,9 m Hauteur = 3,92 m Tablier = 0,4 m	
YAHOU2	Pont à deux travées sous la VDE	Relevé de 2017 Largeur = 2*19 m Hauteur = 3,7 m Tablier = 1,2 m	
OUA1	Cadre béton sous la RP1	Relevé de 2006/2007 Largeur = 2 m Hauteur = 1,42 m Tablier = 1,1 m	
OUA2	Pont dans le lotissement « Ma Rivière »	Relevé de 2006/2007 Largeur = 7,15 m Hauteur = 1,10 m Tablier = 0,9 m	

DECHARGE	Pont sous la VDE	Relevé de 2017 Largeur = 19 m Hauteur = 1,9 m Tablier = 1,10 m	
YANNA1	Pont à deux travées sous la RP1. Forte présence d'embâcles	Relevé de 2006/2007 Largeur = 2*3,5 m Hauteur = 1,9 m Tablier = 1,25 m	
RDYANNA	Cadre béton sous la RP1	Relevé de 2006/2007 Largeur = 2 m Hauteur = 1 m	
YANNA2	Pont cadre sous la rue Beaupré Beaupré	Relevé de 2006/2007 Largeur = 6 m Hauteur = 1,85 m Tablier = 0,55 m	
Buses affluent RD	3 buses béton $\Phi 800$ mm	Dimensions prises lors des visites de terrain	

Buses Ouapeuse	2 buses béton Φ 500 mm	Relevé de 2006/2007	
Buses VDE	2 buses béton Φ1000 mm	Relevé de 2017	
Cadre VDE 1	Cadre béton sous la VDE	Relevé de 2017 Largeur = 3,45 m Hauteur = 3,08 m	
Cadre VDE 2	Cadre béton sous la VDE	Relevé de 2017 Largeur = 2 m Hauteur = 1,5 m	

Tableau 7 : descriptif des ouvrages modélisés

2.1.2 SYNTHESE DES ENQUETES DE TERRAIN

Les enquêtes se sont déroulé les 14 et 15 septembre 2017. Elles ont consisté à rencontrer les habitants de la zone d'étude afin d'obtenir des informations sur :

- les évènements historiques marquants,
- les niveaux d'eau historiques atteints lors de ces évènements,
- le type d'évènements ayant conduit à des inondations (débordement de cours d'eau, ruissellement, remontée de nappe, marée...)
- le fonctionnement hydraulique du secteur d'étude,
- le comportement des ouvrages hydrauliques lors des évènements historiques.

Ces enquêtes ont permis de recenser 15 laisses de crue pour les évènements de 2001 et 2003 qui viennent compléter les laisses de crue relevées lors des enquêtes réalisées par la Davar en 2004 et des enquêtes réalisées par Sogreah en 2006. Les fiches de laisses de crue sont présentées en annexe 4 du présent rapport.

Les principales informations recueillies lors des enquêtes sont synthétisées ci-après :

- sur l'ensemble de la zone d'étude, l'évènement historique marquant est l'évènement du 02 octobre 2001. De nombreuses laisses de crue ont pu être obtenues pour cet évènement. Particulièrement, la RP1 a été submergée au niveau du pont sur la Yanna, sur la Ouapeuse et sur la Yahoué. Le pont sur la Yanna, particulièrement sensible aux embâcles, était obturé par les embâcles en 2001 selon les habitants,
- le secteur « Ma Rivière », rue du Togo, est sous influence de la marée. Plusieurs habitations ont été inondées lors du cyclone Erika en 2003,
- certaines habitations sont inondées de façon fréquente du fait du ruissellement le long de la route RP1 (saturation du réseau d'eau pluvial par le transport solide).

Le tableau suivant synthétise les informations recueillies.

Nom	Prénom	Adresse	Contact	Commentaire
Naoutchoué	Céleste	Zone amont route RG canal de décharge	737943	Habitante dans la zone d'habitation spontanée depuis 2000. Inondée dès que le niveau marin est plus élevé. Présence de rouille sur la tôle permettant de relever les niveaux atteints.
Poyle	Simon	Zone d'habitation spontanée canal de décharge	892717	Laisse de crue relevée, 50 cm niveau du sol, repère indiqué sur la fiche de laisse de crue (début 2002 (fin 2001?) et 2003).
Teamboueon	Honore	Zone d'habitation spontanée rive droite canal décharge	739484	Inondé fréquemment par Car Sud (ruissellement des eaux rejetées lors du lavage des cars), le riverain n'a pas souvenir d'inondation par la Yahoué.
Teamboueon	Thomas	Zone d'habitation spontanée rive droite canal décharge	924193	Inondé fréquemment par Car Sud (ruissellement des eaux rejetées lors du lavage des cars), le riverain n'a pas souvenir d'inondation par la Yahoué.
Teagai	Madeleine	362 rue Togo	284848	Inondé lors de Cook et Erika. 30 cm pour Cook et 50 cm pour Erika par rapport à la dalle (cf. fiche de laisse de crue). Inondation par la marée, pas de vitesses, eau stagnante avec la marée.
Raapoto		324 rue Togo		14 cm au pied de la marche lors du cyclone Béti. Laisse de crue. Inondation par la marée. Pas inondée depuis.
Pani		75 rue Togo		L'eau n'est jamais rentrée dans la maison. Environ 40 cm dans la cour lors du cyclone Vania en 2011. Les caniveaux le long de la route saturent et débordent.
Sacko		195 rue Togo		Laisse de crue relevée, inondation par derrière la maison.
Haiu	Maria	235 rue Togo		Eau au niveau du cocotier à l'entrée de la cour lors du cyclone Erika.
Tuataane	Patita	339 rue Togo		L'eau n'est pas rentrée dans la maison depuis 2000 au moins. Débordement du caniveau

Nom	Prénom	Adresse	Contact	Commentaire
				derrière la maison, inondation du terrain mais pas de la maison.
Togna	Jean-Ludovic	1853 avenue des deux baies	995407	Inondation dans la maison en 2001 pendant plusieurs heures. Le pont était saturé d'embâcles.
		54 rue Philemon Pidgeot		En 2001, l'eau a atteint la dernière marche de l'escalier à l'entrée de la maison (70 cm dans la cour). Le pont est très sensible aux embâcles.
Ecole Saint Joseph de Cluny, Conception				En octobre 2001, l'eau est presque rentrée dans la salle informatique. La marée était haute. Le niveau a atteint environ 1 m dans la cour
Bernard	Pierre	161 rue Beautemps Beaupré		5 à 10 cm dans la maison en octobre 2001. L'eau est passée par-dessus la RP1 et s'est écoulée sur la rue Beautemps Beaupré. Fort courant.
		708 rue Beautemps Beaupré		En octobre 2001, pas d'inondation dans la maison, quelques centimètres dans la cour.
Tui		40 rue Lapérouse		La partie basse de la rue est inondée à chaque grosse pluie par saturation du réseau pluviale. Environ 15 cm sur la route en 2001.
Porcheron		Rive droite de la Yanna le long de la RP1		Inondé en période de forte précipitation en raison d'un défaut d'évacuation dans la buse de diamètre 800 mm en aval du cadre ($L=2\text{m}$ et $h=1,4\text{m}$) traversant la RP1. Saturation puis inondation.
Magasin "Chez Vanessa" au niveau du petit fossé en rive gauche de la Yahoué				Problématique ruissellement lors de fortes précipitations. Beaucoup de matières solides provenant du fossé au nord de la RP1 bouchent le réseau d'eau pluviale et inonde le magasin.
Mahaa	Irene	220 rue Togo	853552	Pas de débordement de la Ouapeuse. Mur de 2,1 m de hauteur (récent, avant fûts remplis de scories qui s'est écroulé). Classiquement, la marée atteint environ une hauteur de 1,6 m sur le mur. La maison n'a pas été inondée lors du cyclone Erika et de la dépression de 2001.

Nom	Prénom	Adresse	Contact	Commentaire
Folché	Nicolas	20 route du sud de RP1	835597	Jamais trop de courant dans le ruisseau. Lorsqu'il déborde, l'eau est relativement stagnante. Laisse de crue en 2001 (bouche d'égout qui a sauté). Lors de Cook et en 2003, l'eau allait jusqu'au pied du talus jouxtant le petit affluent de la Yahoué.
Pidjot		En rive droite de la Yanna		En 2001, l'eau est passée par la fenêtre. Le courant était fort. L'eau est passée par-dessus la route, la pharmacie en aval de la route a été inondée. La Yanna est entretenue environ une fois par an.
Dhou		321 rue Beautemps Beaupré		Eau dans la maison bleue (5 à 10 cm) lors du cyclone Erika par ruissellement
Wamytan	Aimé			Pas de problème d'inondation, eau qui s'écoule bien depuis la mise en place du caniveau
Michel-Vilaz		Maison jouxtant l'école Saint Joseph de Cluny	435343	Laissez de crue fiables (niveau marqué sur les murs de la maison) pour les évènements de 09/02/1979, 12/02/1981 et 02/10/2001. Pas d'inondation depuis
Pidjot	Joseph		799405	70 cm dans la cour, 10 cm dans la maison rose en 2001
Lorfanfan	Monique	262 rue des Aréquiers	830380	70 cm dans tout le lotissement, eau au niveau du portail. Un peu de courant au début de l'inondation, puis eau stagnante. Tout le quartier se situe dans l'ancien bras de la Yahoué. Remontée d'eau par capillarité (terrain humide) à chaque cyclone. Présence de 3 sources dans le quartier
Clavel	Jacques	Maison à proximité du magasin "Chez Vanessa"		La maison était au niveau de la route RP1 il y a 65 ans. Depuis, la route a été remblayée plusieurs fois. Inondation par ruissellement depuis la route très fréquemment (plusieurs fois par an). Des planches sont mises en place pour éviter que l'eau ne rentre dans la maison. Environ 60 cm dans la maison lors des dernières grosses pluies. L'entretien du caniveau impact fortement l'intensité des inondations

Tableau 8 : synthèse des informations recueillies lors des enquêtes de terrain

3 PHASE 3 : MODELISATION HYDRAULIQUE ET CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES

3.1 TYPE DE MODELISATION

La modélisation employée dans le cadre du présent rapport est une modélisation terrestre bidimensionnelle. Le logiciel employé pour la réalisation des calculs numériques est Infoworks ICM.

La modélisation est réalisée en régime transitoire à partir des hydrogrammes déterminés lors de l'étude hydrologique.

3.2 HYPOTHESES GENERALES DE MODELISATION

Les hypothèses prises en compte pour les scénarios de base pour le calage et l'exploitation du modèle hydraulique sont les suivantes :

- le réseau d'eau pluvial est saturé pendant l'évènement,
- aucun embâcle n'entrave la capacité des ouvrages hydrauliques,
- aucune rupture de digue n'est considérée.

Des analyses de sensibilité seront menées pour évaluer l'influence des embâcles (cf §4.4).

La modélisation effectuée est une modélisation à surface libre destinée à représenter l'aléa dû aux débordements de cours d'eau. Le réseau d'eau pluvial n'est pas intégré dans cette modélisation.

3.3 MODELE NUMERIQUE DE TERRAIN

3.3.1 SOURCES DES DONNEES TOPOGRAPHIQUES ET BATHYMETRIQUES

Les différentes sources de données topographiques collectées et valorisées dans le cadre de la présente étude sont les suivantes :

- relevés photogrammétriques DFA/SERAIL 2007, 2009, 2011, 2013, 2015 et 2016 : levés en lit majeur sur l'ensemble de la zone d'étude à différentes dates,
- relevés topographiques terrestres réalisés en 2006/2007 dans le cadre de l'étude hydraulique de Sogreah : relevés de profils en travers et d'ouvrages en lit mineur,
- relevés bathymétriques de la Baie de la Conception de 2017,
- relevés topographiques terrestres réalisés en 2017/2018 dans le cadre de la présente étude : relevés de profils en travers et d'ouvrages en lit mineur et de semis de points en lit majeur.

3.3.2 ETAT ACTUEL

La construction du modèle numérique de terrain de l'état actuel se base :

- En lit majeur : sur la compilation des données DFA/SERAIL et des semis de points relevés lors de la campagne de 2017/2018. Dans les zones où les deux sources de données existent, les données issues de la campagne de 2017/2018 sont retenues.
- En lit mineur : sur les profils en travers relevés en 2017/2018. Une vérification de cohérence est réalisée avec les données de 2006/2007. Les caractéristiques des ouvrages sont issues des campagnes de 2006/2007 et 2017/2018.

Certains profils relevés en 2017/2018 sur la partie aval du lit mineur et du lit majeur de la Yahoué sont incomplets en raison des difficultés d'acquisition dues à la mangrove dense à cet endroit. Ces profils incomplets (P16 à P19) ont été extrapolés à partir des profils encadrant ces profils (P15 et P20). La figure 23, la figure 24 et la figure 25 illustrent cette extrapolation.

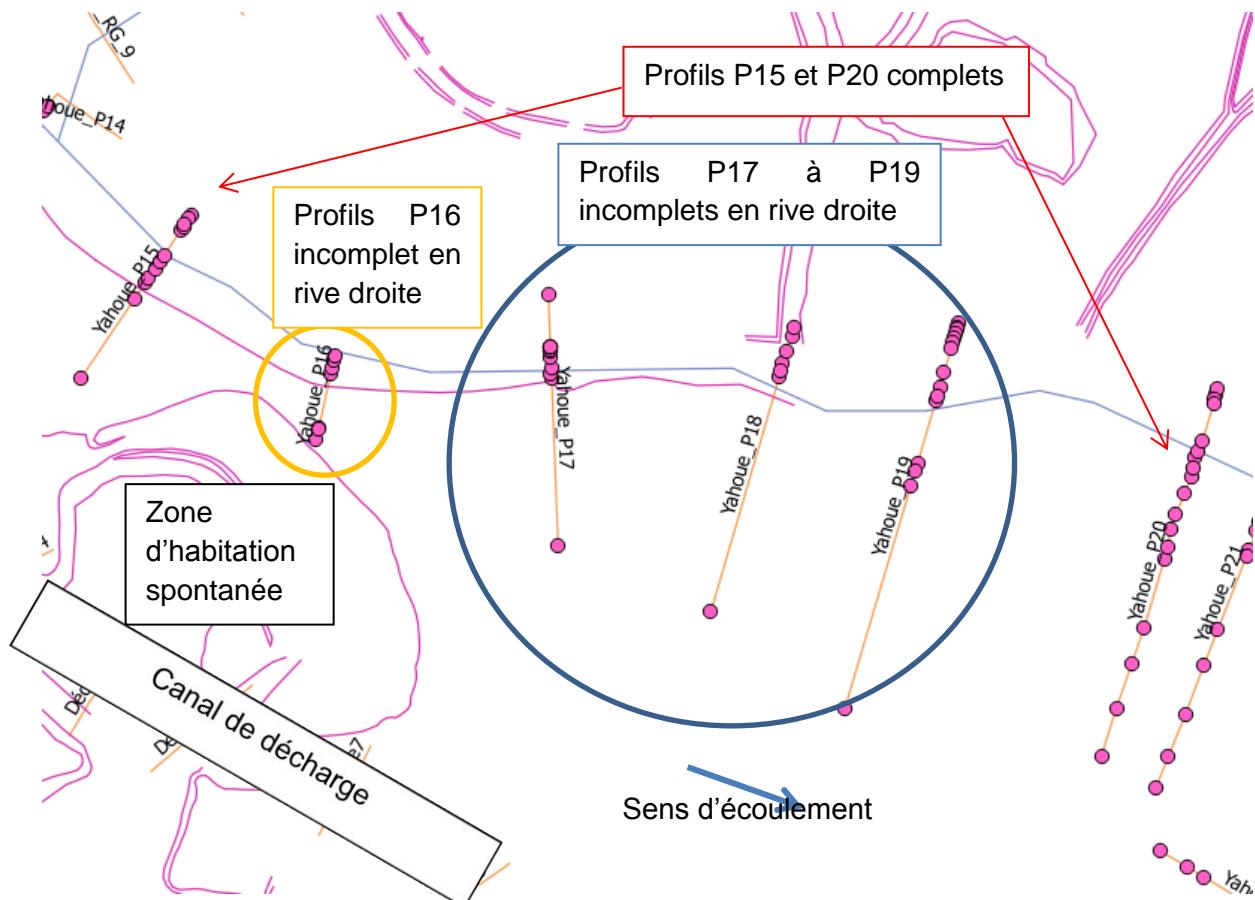


Figure 23 : localisation planimétrique des profils incomplets

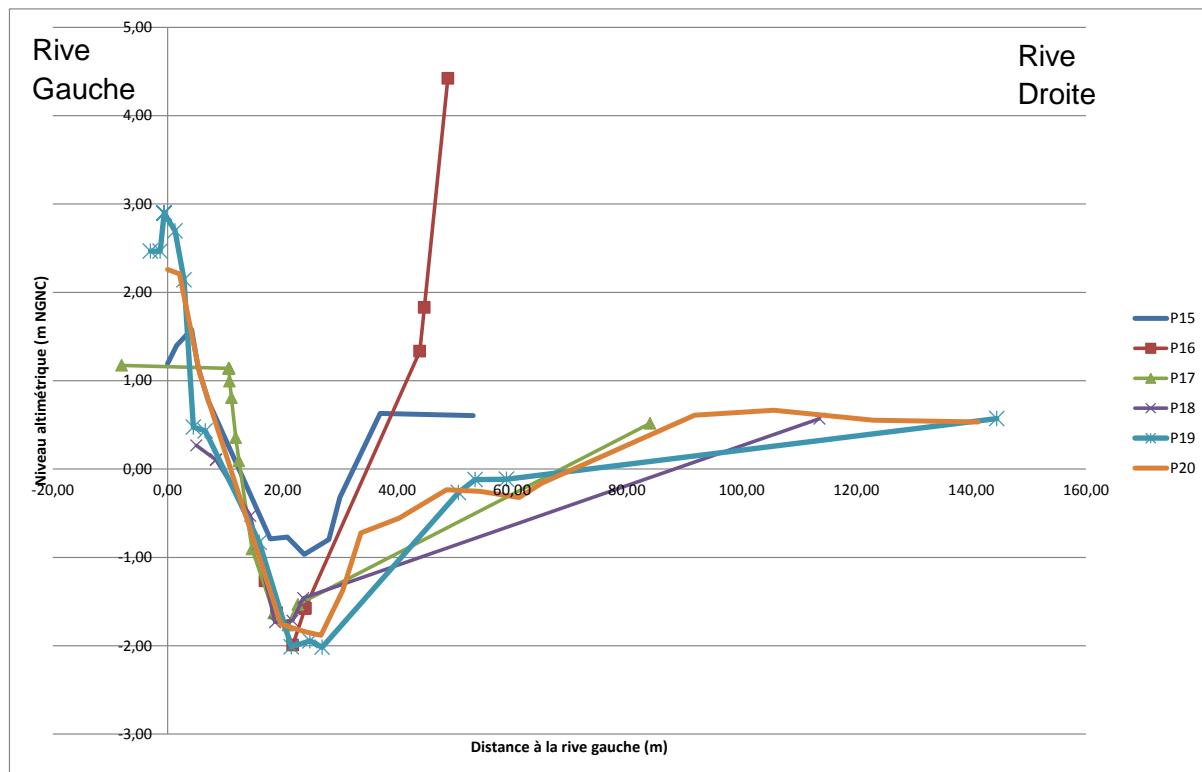


Figure 24 : vue en coupe des profils avant extrapolation

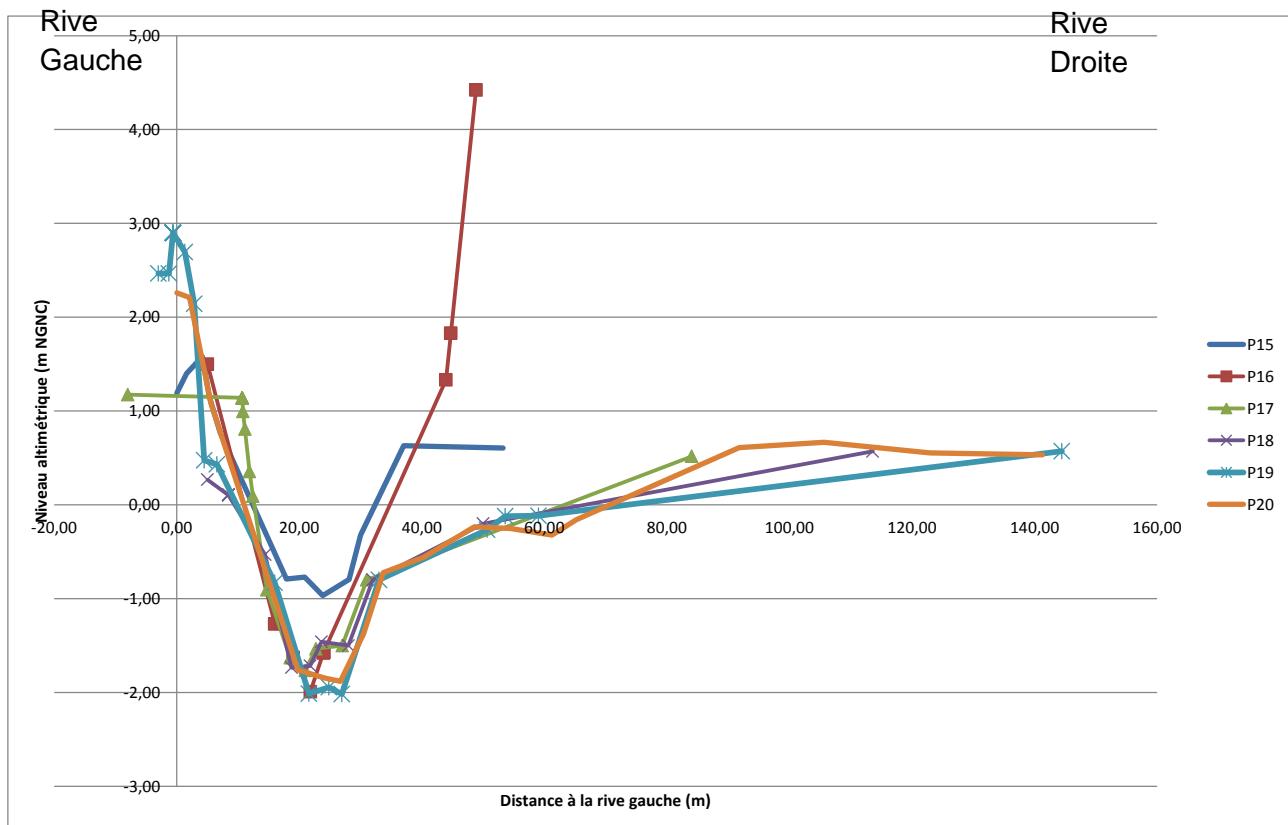


Figure 25 : vue en coupe des profils après extrapolation

Une attention particulière est portée à la génération du MNT dans les zones de lit mineur. L'objectif est de s'assurer de la continuité de représentation de la bathymétrie et, par conséquent, de la continuité de représentation de l'écoulement. Pour cela, les profils en lit mineur levés sont interpolés à l'aide du logiciel HEC-RAS au sein de l'emprise du lit mineur. L'interpolation se base sur la définition de lignes de structure dans le logiciel (hauts de berge et pieds de berge). La distance entre profils interpolés est prise égale à 2 m. Les points des profils interpolés sont ensuite intégrés aux points altimétriques utilisés pour la génération du modèle numérique de terrain. La distance inter-profils interpolées a été prise suffisamment petite devant la largeur des cours d'eau pour s'affranchir de la réalisation de lignes de contraintes pour construire le MNT général.

3.3.3 ETATS DE CALAGE

Les états de calage sont construits à partir des conclusions de l'analyse diachronique présentée en 1.2.

3.4 MODELISATION BIDIMENSIONNELLE

3.4.1 EMPRISE DE LA MODELISATION

L'emprise de la modélisation a été définie à partir d'une analyse préliminaire de la topographie. L'emprise de la modélisation couvre ainsi l'ensemble de la zone d'étude potentiellement inondable.

Cette emprise est présentée sur la figure 26.

La cartographie des hauteurs, vitesses et aléas pour les différentes crues de projet est représentée sur la partie de la zone d'étude située en aval de la RP1.

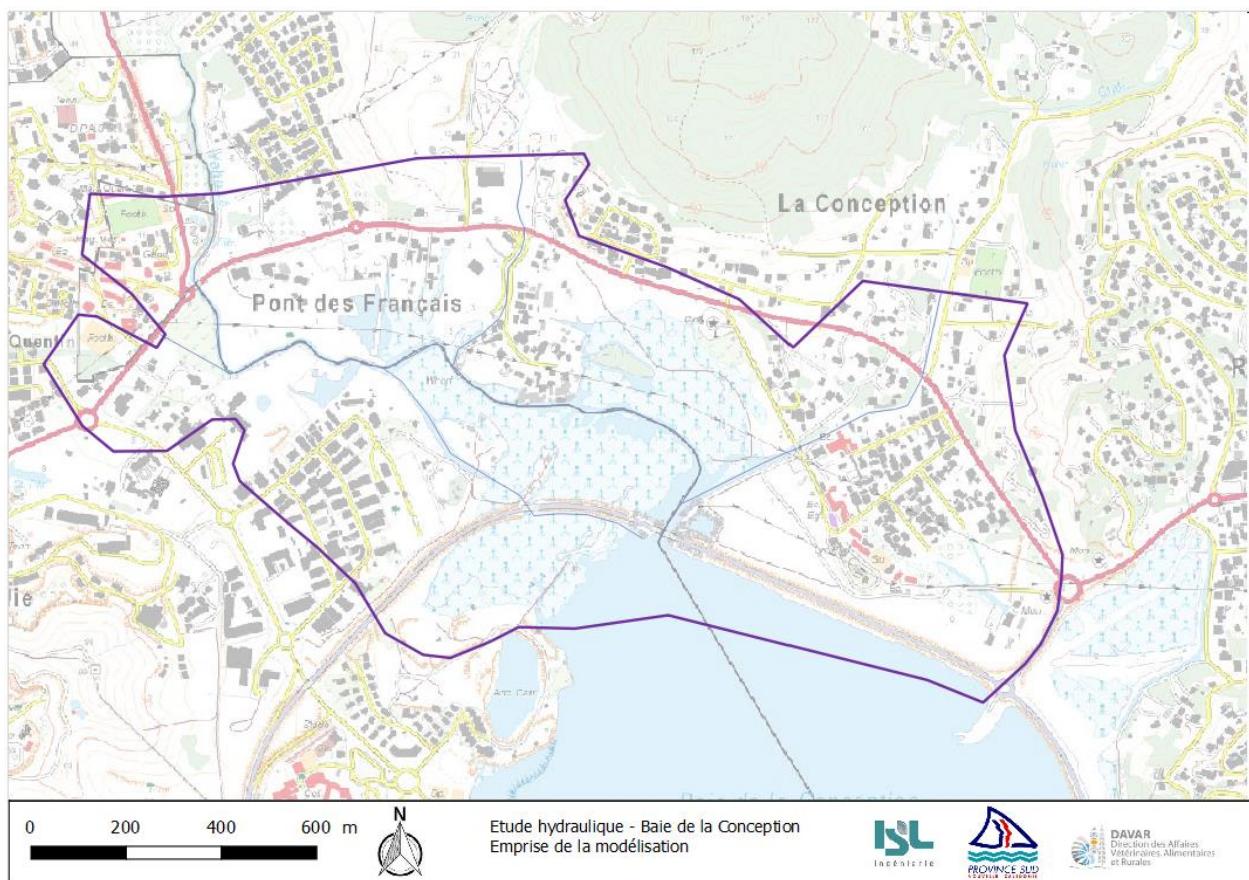


Figure 26 : emprise du modèle 2D

3.5 CONDITIONS LIMITES ET INITIALES

3.5.1 CONDITION LIMITE AMONT

La condition limite amont est un hydrogramme de crue réparti linéairement dans le sens transversal des cours d'eau sur chacun des lits mineurs. Pour la Yanna, la Ouapeuse et la Yahoué, ces conditions limites sont situées environ 150 mètres en amont dans la Route Provinciale 1.

Pour les crues de calage, les hydrogrammes de crue reconstitués lors de l'étude hydrologique sont injectés.

Pour les crues de projet, les hydrogrammes de crue de projet construits lors de l'étude hydrologique sont injectés.

3.5.2 CONDITION LIMITE AVAL

La condition limite aval est la condition de marée. Cette condition est imposée sur toute la frontière du modèle pouvant être située sous le niveau de la mer. Cette emprise est déterminée sur la base de l'analyse du MNT généré.

Les frontières sont représentées sur la figure 27 (en orange).

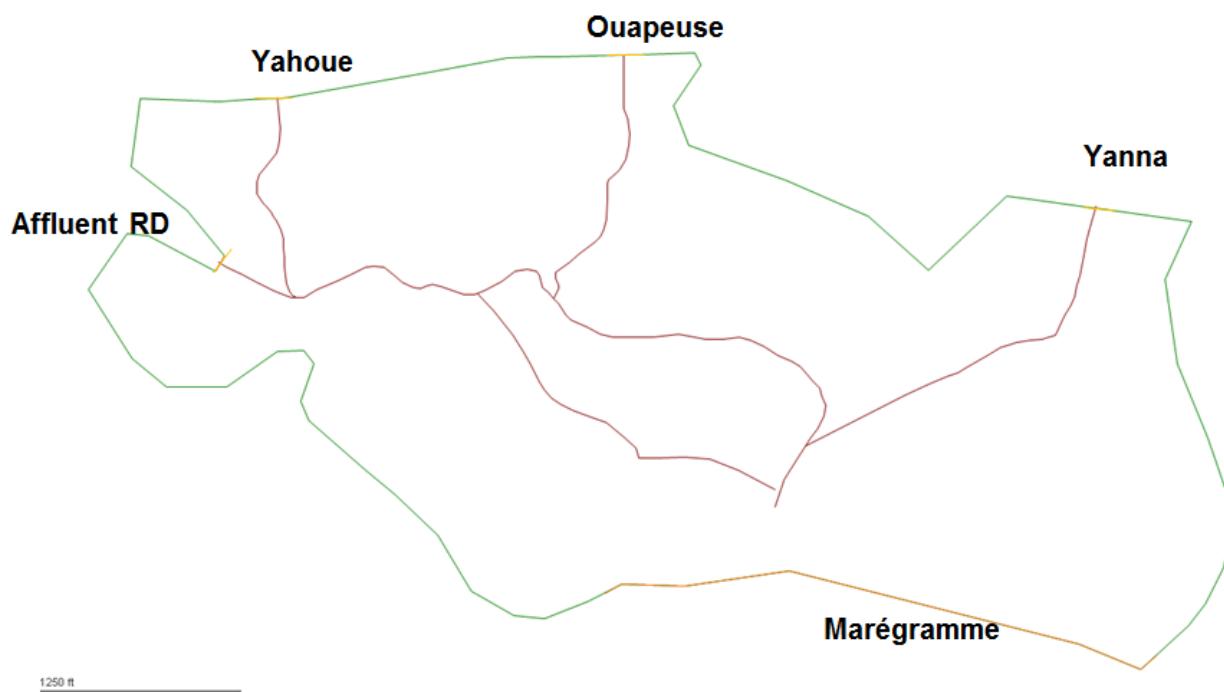


Figure 27 : emprise des conditions limites amont et aval (en orange)

Pour les crues de calage, les marégrammes historiques sont injectés.

Pour les crues de projet, des marégrammes de projet sont reconstitués par homothétie avec les marégrammes historiques. Différents tests de sensibilité sont réalisés sur les niveaux maximums de marée statistiques (cf § 4.2).

3.5.3 CONDITION Limite DU RESTE DE L'EMPRISE DU MODELE

Sur le reste du contour de l'emprise du modèle, une frontière solide est prise en compte.

3.5.4 CONDITIONS INITIALES

Sur la partie amont des cours d'eau non influencée par la marée, les conditions initiales considèrent un fond sec en début d'évènement. Les hydrogrammes de crue étant simulés dans leur intégralité (ensemble de la montée et descente) et l'emprise du modèle étant limitée, cette hypothèse de fond sec est cohérente dans ces zones. Sur la partie aval des cours d'eau située sous le niveau de marée en début d'évènement, les conditions initiales considèrent le niveau de marée en début d'évènement.

3.6 MAILLAGE

Le modèle hydraulique bidimensionnel est réalisé à partir d'une représentation schématique de la surface présentée ci-dessus. Cette représentation s'appuie sur un maillage triangulaire de la zone modélisée. Plus ce maillage est fin et plus le temps de calcul nécessaire est important. Un compromis doit donc être trouvé entre représentation fine et temps de calcul, d'autant plus que cette représentation est conditionnée par la densité des données topographiques et bathymétriques acquises.

Aussi, dans le cadre de cette étude, plusieurs zones de maillage ont été distinguées en fonction des enjeux de représentation et des besoins de finesse de maillage pour les calculs. Notamment, le maillage s'appuie sur les voiries principales présentant une rugosité moindre.

Ces zones et leur densification sont présentées dans le tableau 9.

	Aire maximum d'une maille	Arête moyenne
Zones spécifiques au droit des ponts	0,4 m ²	1 m
Lits mineurs, talwegs, canal de décharge	1 m ²	1,5 m
Remblais routiers et autres remblais	2 m ²	2 m
Lit majeur hors remblais	10 m ²	5 m
Lit majeur, routes principales	0,4 m ²	1 m

Tableau 9 : caractéristiques des mailles du modèle

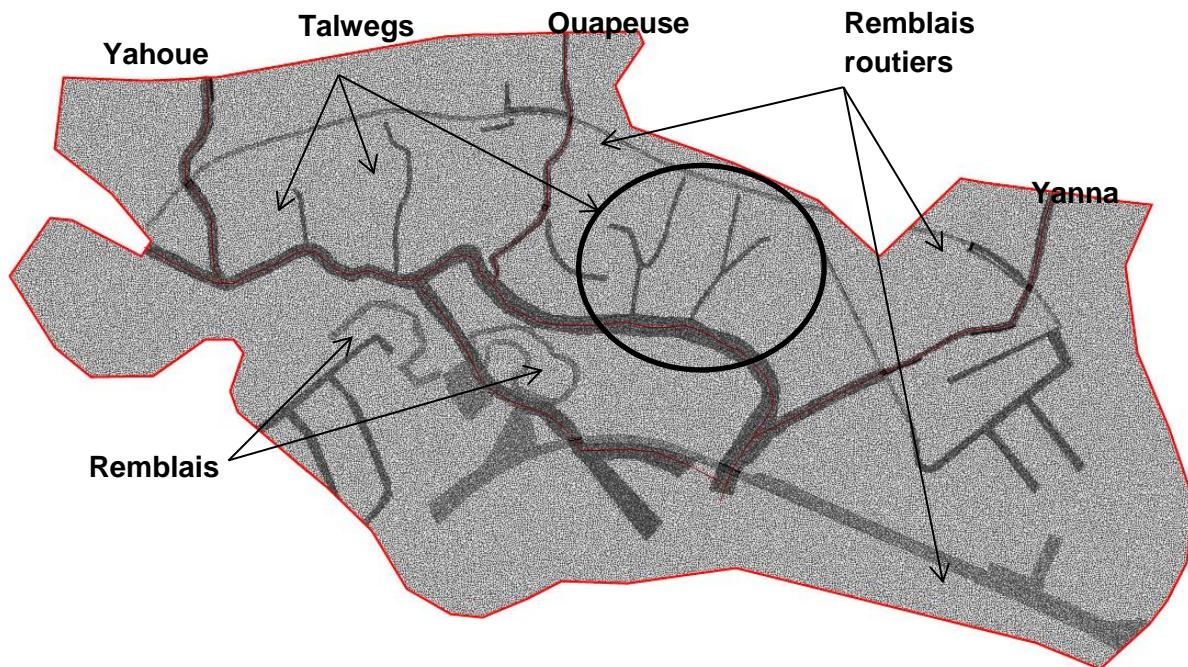


Figure 28 : maillage de la modélisation

3.6.1 OUVRAGES

Les ouvrages hydrauliques sont présentés dans le tableau 7. Les buses de diamètres inférieurs à 500 mm telles que celles passant sous le chemin d'accès au remblai surplombant le canal de décharge n'ont pas été modélisées. Deux types d'ouvrages sont considérés: les ouvrages de type buses ou cadres de sections d'écoulement réduites des ouvrages sur les cours d'eau principaux.

Les ouvrages de décharge en lit majeur sont modélisés sous la forme de lien de type conduite reliant des nœuds du maillage 2D.

Les ouvrages sur les cours d'eau principaux sont modélisés avec des lignes de type « bridge linear structure » associées à des lignes de type « base linear structure ».

L'ensemble des ouvrages modélisés sont présentés sur la figure 29.

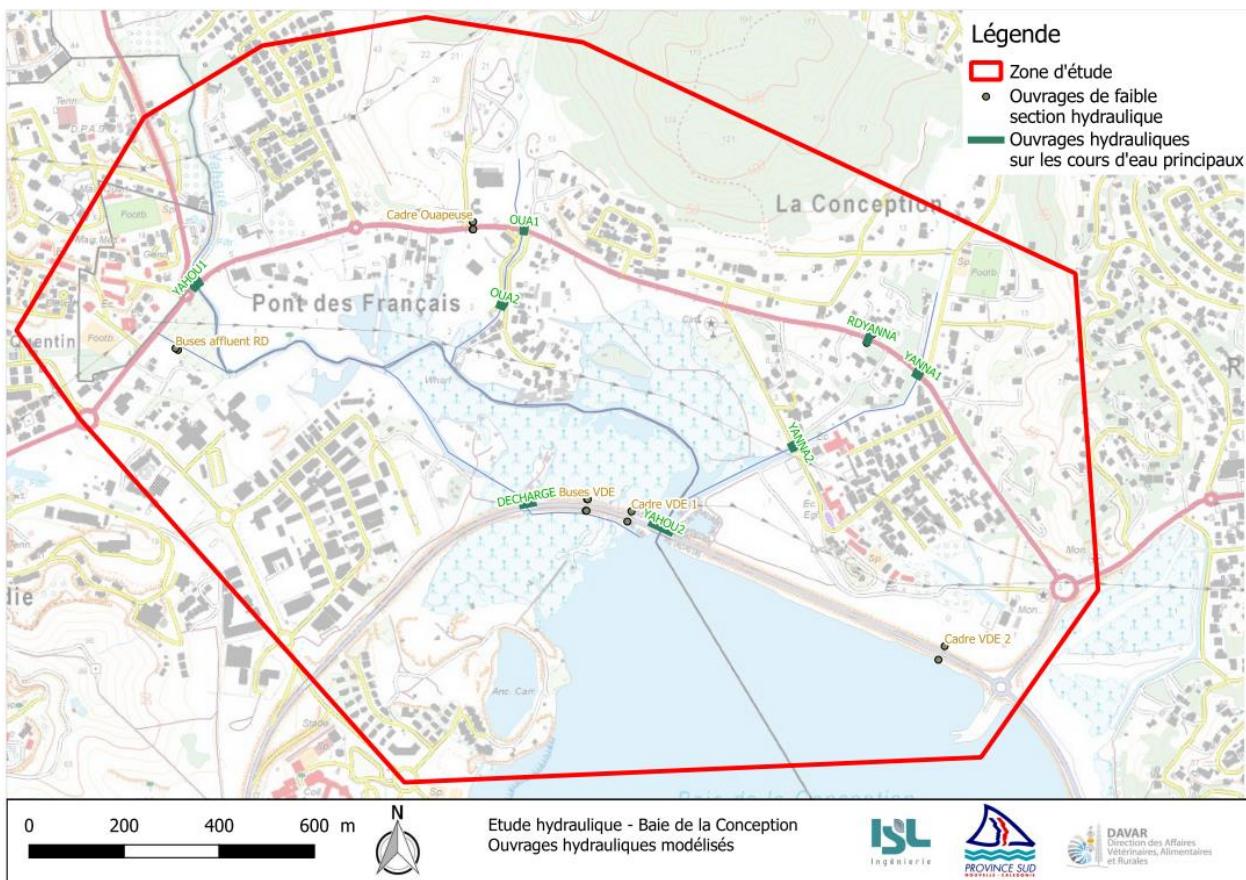


Figure 29 : ouvrages hydrauliques intégrés à la modélisation

3.7 REPRESENTATION DES BATIMENTS

La présence des bâtiments est représentée par l'application d'une rugosité importante dans les zones habitées. Une faible rugosité est en revanche appliquée sur les voies principales. Cette représentation permet de représenter correctement la dynamique des écoulements :

- vitesses fortes et lame d'eau plus faible sur les voies principales,
 - vitesses plus faibles et lame d'eau plus importantes au niveau des bâtiments.

3.8 COEFFICIENTS DE STRICKLER

3.8.1 OCCUPATION DU SOL EN LIT MAJEUR

L'ensemble de l'emprise du modèle a été découpée en fonction de l'occupation du sol observée sur les photographies aériennes pour les trois états suivants :

- état de calage de 2001,
 - état de calage de 2003,
 - état actuel.

Ce découpage est représenté sur les figures suivantes.

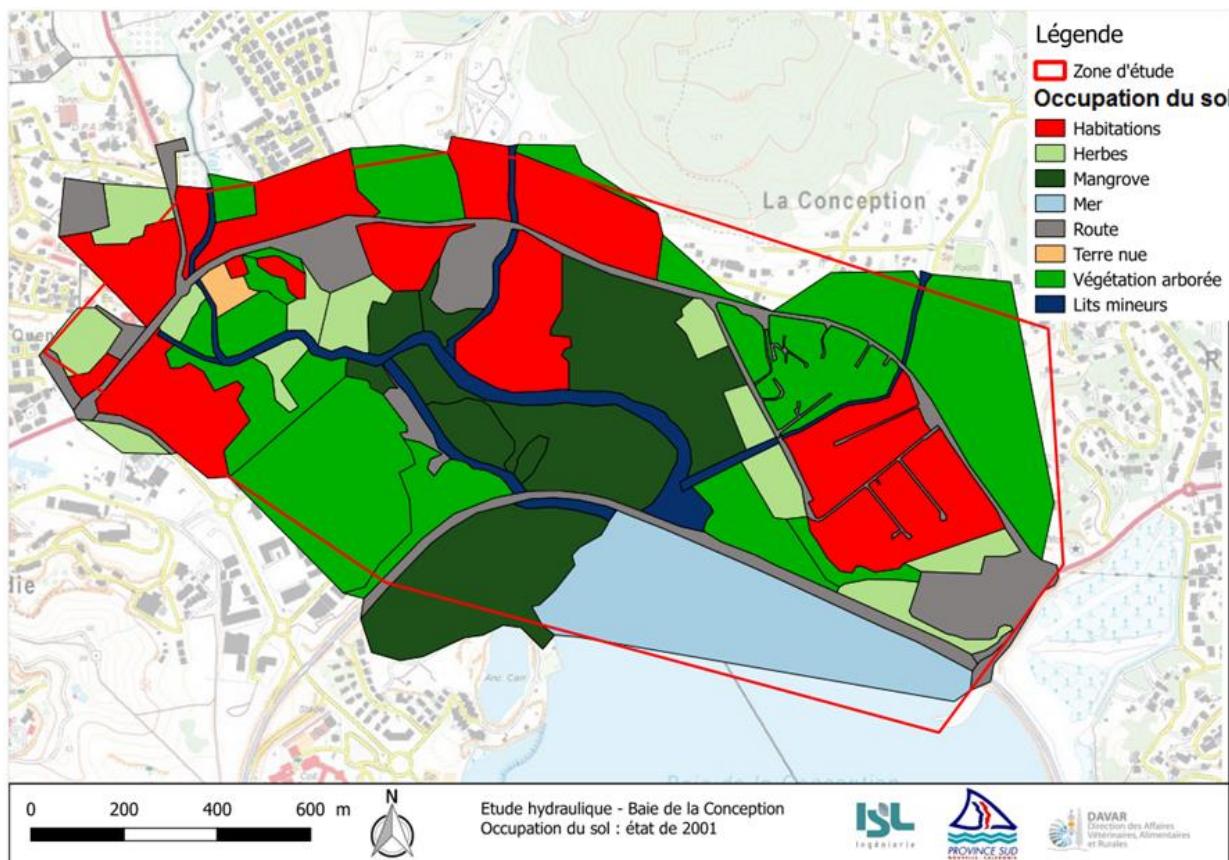


Figure 30 : occupation du sol – état de 2001

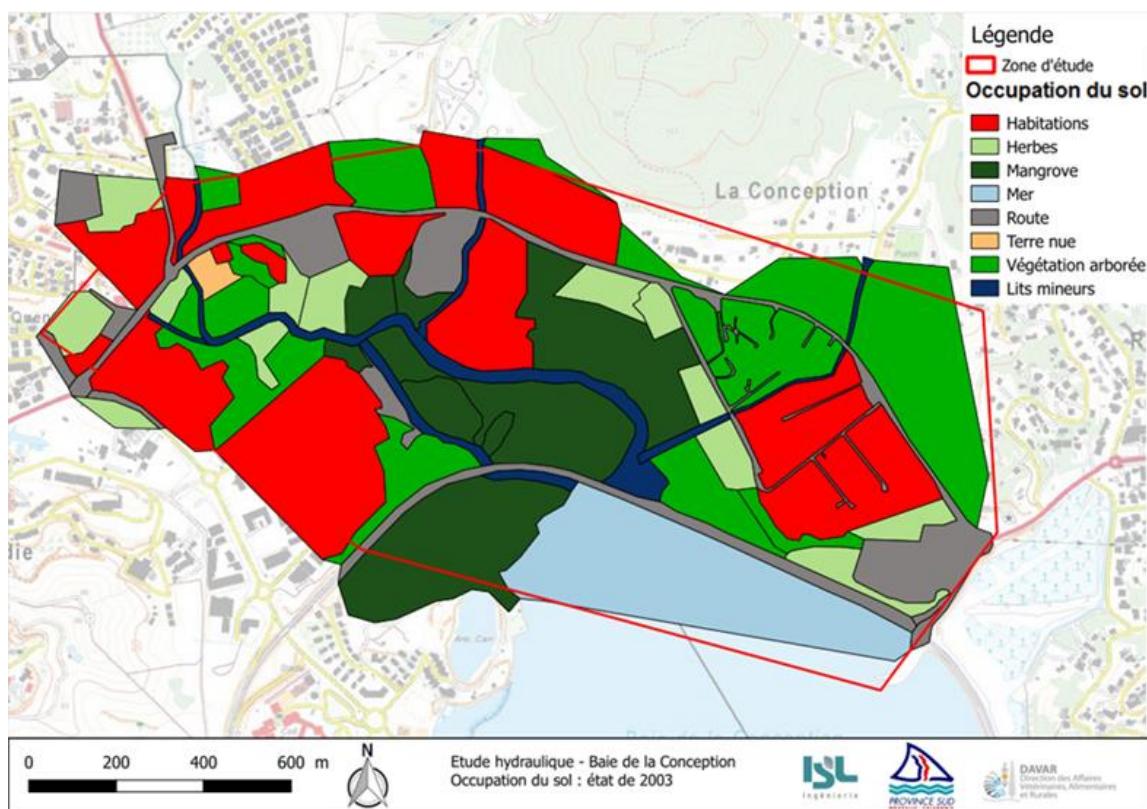


Figure 31 : occupation du sol – état de 2003

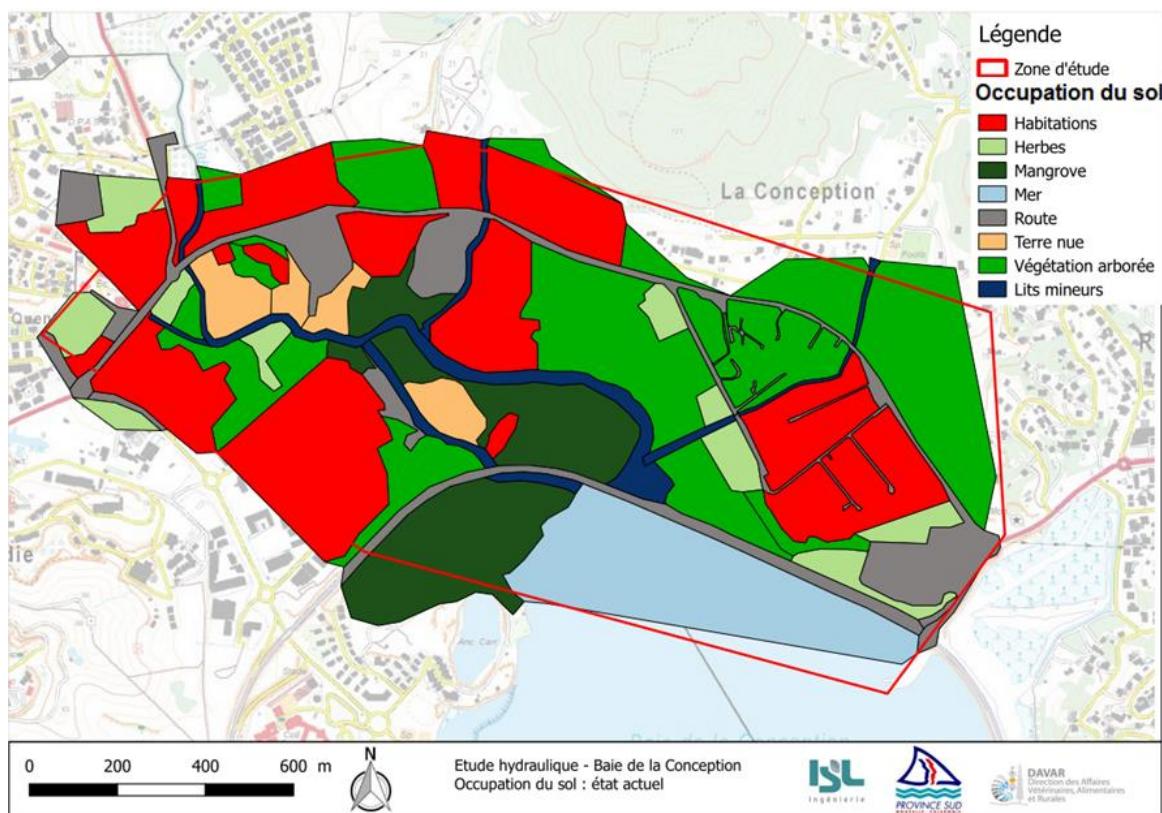


Figure 32 : occupation du sol – état actuel

3.8.2 JEUX DE COEFFICIENTS DE STRICKLER TESTES

Le tableau suivant, issu de l'*Aide mémoire d'hydraulique à surface libre* de Degoutte, donne quelques valeurs de coefficients de Strickler type.

Nature des parois	Valeur de K en $m^{1/3} / s$
Béton lisse	75-90
Canal en terre, non enherbé	60
Canal en terre, enherbé	50
Rivière de plaine, sans végétation arbustive	35-40
Rivière de plaine, large, végétation peu dense	30
Rivière à berges étroites très végétalisées	10-15
Lit majeur en prairie	20-30
Lit majeur en vigne ou taillis	10-15
Lit majeur urbanisé	10-15
Lit majeur en forêt	<10

Tableau 10 : Valeurs type de coefficient de Strickler

Le tableau suivant présente les jeux de coefficient de Strickler testés pour le calage du modèle :

	Jeu 1	Jeu 2
Lit mineur de faible dimension, végétation importante (Ouapeuse, affluent rive droite, Yanna amont)	15	20
Lit mineur de dimension intermédiaire sans végétation (Yahoué amont, Yanna aval, canal de décharge)	20	25
Lit mineur de grande dimension sans végétation (Yahoué aval)	25	30
Yanna tronçon en béton	50	60
Lit majeur : Habitations	7	10
Lit majeur : Herbes	15	20
Lit majeur : Mangrove	5	8
Lit majeur : Route	50	60
Lit majeur : Terre nue	15	20
Lit majeur : Végétation arborée, hors mangrove	7	10

Tableau 11 : jeux de coefficients de Strickler considérés dans le calage

3.9 CALAGE DU MODELE

3.9.1 LAISSES DE CRUE

Les laisses de crue disponibles ont été relevées par différents organismes lors de différentes campagnes d'enquêtes de terrain :

- Rapport d'enquêtes historiques des crues réalisé par la Davar en juillet 2004,
- Enquêtes réalisées par Sogreah en 2006,
- Enquêtes réalisées par ISL en septembre 2017 dans le cadre de la présente étude.

Les laisses de crue relatives aux évènements de 2001 et 2003 dans la zone d'étude sont synthétisées dans le tableau 12. L'ensemble des ces laisses de crue sont présentées en annexe 6. Un indicateur de fiabilité est mentionné lorsque l'information était disponible dans les données recueillies. La fiabilité est considérée comme bonne lorsqu'il s'agit de souvenirs précis des habitants sur les hauteurs d'eau (habitations, garages) ou de marques laissées par les habitants pour se souvenir du niveau atteint par la crue.

Nom	Date enquête/Organisme	Cours d'eau	Indicateur de fiabilité	Evènement	Cote
Yahoue_Laisse_yaho_5	2004/DAVAR	Yahoue	Bon	2001	5,5
Yahoue_Laisse_yaho_6	2004/DAVAR	Yahoue	Bon	2001	3,7
Ciati_Enquete_ciat_4	2004/DAVAR	Yanna	Bon	2001	5,9
Ciati_Enquete_ciat_5	2004/DAVAR	Yanna	Bon	2001	5,3
Ciati_Enquete_ciat_6	2004/DAVAR	Yanna	Bon	2001	4,1
Ciati_Enquete_ciat_7	2004/DAVAR	Yanna	Bon	2001	3,1
Ouapeuse_Enquete_oua	2004/DAVAR	Ouapeuse	Bon	2001	1,5
LC16	2006/SOGREAH	Yanna		2003	2,4
LC15	2006/SOGREAH	Yanna		2001	2,56
LC14	2006/SOGREAH	Yanna		2001	1,87
LC12	2006/SOGREAH	Yanna		2001	2,95
LC10	2006/SOGREAH	Yanna		2001	3,41
LC13	2006/SOGREAH	Yanna		2001	2,88
LC19_ter	2006/SOGREAH	Yanna		2001	2,92
LC20	2006/SOGREAH	Yanna		2001	3,06
LC9	2006/SOGREAH	Yanna		2003	2,97
LC7	2006/SOGREAH	Yanna		2003	5,54
LC7_porte	2006/SOGREAH	Yanna		2003	5,35
LC2	2006/SOGREAH	Ouapeuse		2001	1,84
LC5	2006/SOGREAH	Yahoue		2003	1,23
LC56	2006/SOGREAH	Yahoue		2003	1,97
LC55	2006/SOGREAH	Yahoue		2003	2,06
LC54	2006/SOGREAH	Yahoue		2003	2,18
LC52	2006/SOGREAH	Yahoue		2001	4,13
ISL1	2017/ISL	Yanna	Bon	2001	2,59
ISL3	2017/ISL	Yahoue		2001	3,74
ISL4	2017/ISL	Yanna		2001	6,54
ISL5	2017/ISL	Yanna		2001	4,3
ISL6	2017/ISL	Yanna		2003	3,18
ISL7	2017/ISL	Yanna		2001	2,9
ISL8	2017/ISL	Yanna		2001	3,22
ISL9	2017/ISL	Yanna		2001	5,69
ISL10	2017/ISL	Yanna		2001	5,7
ISL11	2017/ISL	Yahoue		2003	1,6
ISL13	2017/ISL	Ouapeuse		2003	2,14
ISL14	2017/ISL	Yahoue		2003	1,85
ISL15	2017/ISL	Yahoue		2003	0,84

Tableau 12 : laisses de crue recueillies

Les laisses de crue présentées dans le rapport de la Davar sur le secteur d'étude concernent uniquement l'évènement de 2001. Ces laisses proviennent de marques identifiables relevées peu après l'évènement et sont jugées comme étant fiables.

Les laisses de crue présentées dans l'étude Sogreah de 2010 concernent l'évènement de 2001 et 2003. Certains doutes sont émis sur certaines de ces laisses :

- pour des laisses très proches certains niveaux levés sont très différents entre eux, comme l'illustre la figure 33,
- certaines différences significatives sont observées dans les différents documents de l'étude Sogreah, comme l'illustre le tableau 13.

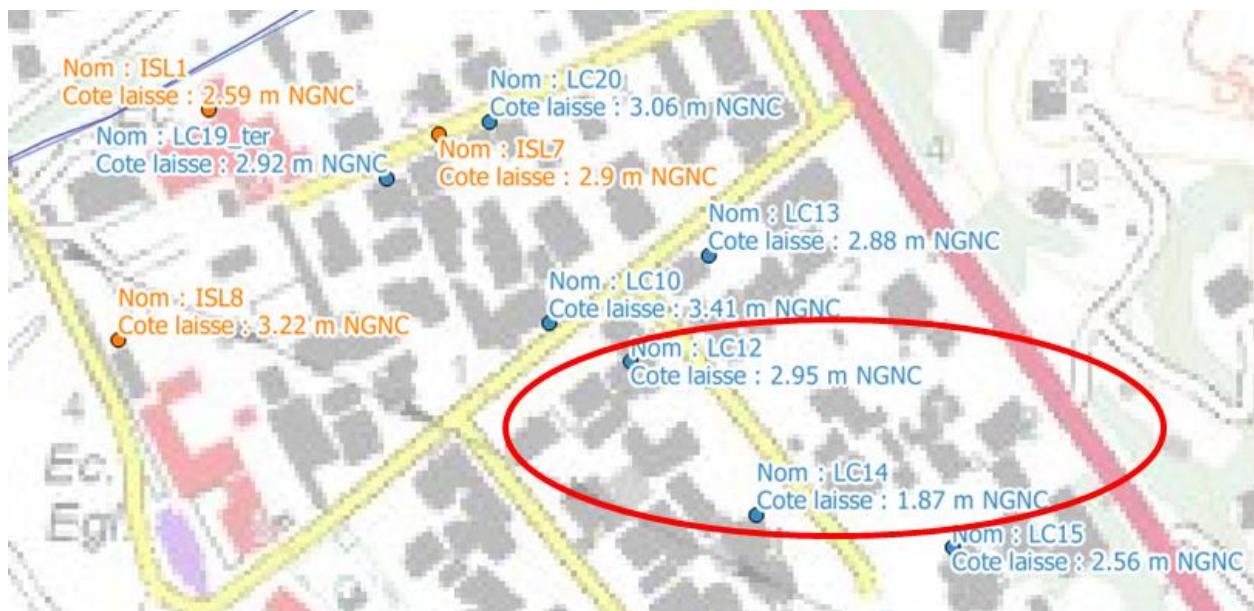


Figure 33 : illustration des niveaux des laisses de crue

Numéro de laisse	Tableau Excel et plan dwg fournis avec le rapport	Plan pdf en annexe du rapport	Différence
LC7 porte	5,35	5,45	-0,10
LC9	2,97	3,27	-0,30
LC13	2,88	3,48	-0,61
LC14	1,87	2,27	-0,40
LC5	1,23	1,73	-0,50
LC51	5,74	5,79	-0,05
LC55	2,06	2,66	-0,60

Tableau 13 : présentation des incertitudes sur les laisses de crue relevées dans l'étude de Sogreah

Concernant l'étude de Sogreah, les niveaux considérés pour cette étude sont ceux indiqués dans le plan dwg. Ces laisses de crue seront considérées avec prudence.

Les laisses de crue recueillies lors de la présente étude concernent les évènements de 2001 et 2003. Contrairement aux autres, ces laisses ont été recueillies environ 15 ans après les évènements et présentent donc une incertitude liée à la mémoire des personnes interrogées.

Notamment, la proximité des deux évènements de crue (fin 2001, début 2003) peut conduire à des confusions plus de 15 ans après les évènements.

De manière générale, on privilégiera les laisses de crue issues de l'enquête de 2004. En effet, cette enquête a été réalisée peu après les évènements de crue. Les incertitudes liées à la mémoire humaine sont donc moindres.

3.9.2 CRUE DE CALAGE : 2001

3.9.2.1 Dynamique de la crue

La dynamique de la crue de 2001 issue de la modélisation est la suivante :

- sur la Ouapeuse : débordements importants dans le lotissement « Ma rivière »,
- sur la Yanna : débordements sur la partie aval de la section bétonnée en amont du pont de la rue Beautemps Beaupré,
- débordement en amont de la RP1 sur la Yanna, la Ouapeuse et la Yahoué,
- débordement sur la RP1 :
 - en rive gauche de la Yahoué au niveau de points bas sur la RP1,
 - en rive droite de la Ouapeuse,
 - en rive droite et gauche de la Yanna.
- sur la Yanna : débordements importants en rive gauche de la Yanna, provenant des débits surversant sur la route.
- sur la Yahoué : débordements généralisés dans la zone de mangrove.

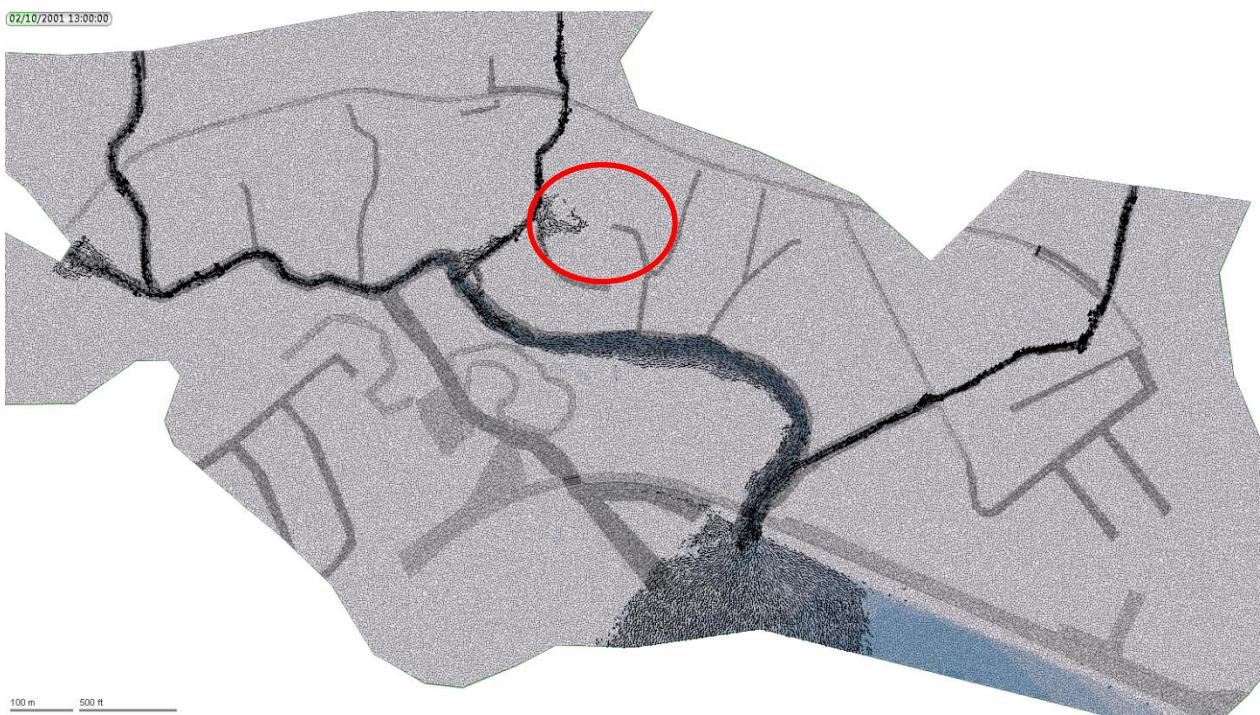


Figure 34 : crue 2001, début de débordement en rive gauche de la Ouapeuse dans le lotissement « Ma Rivière »

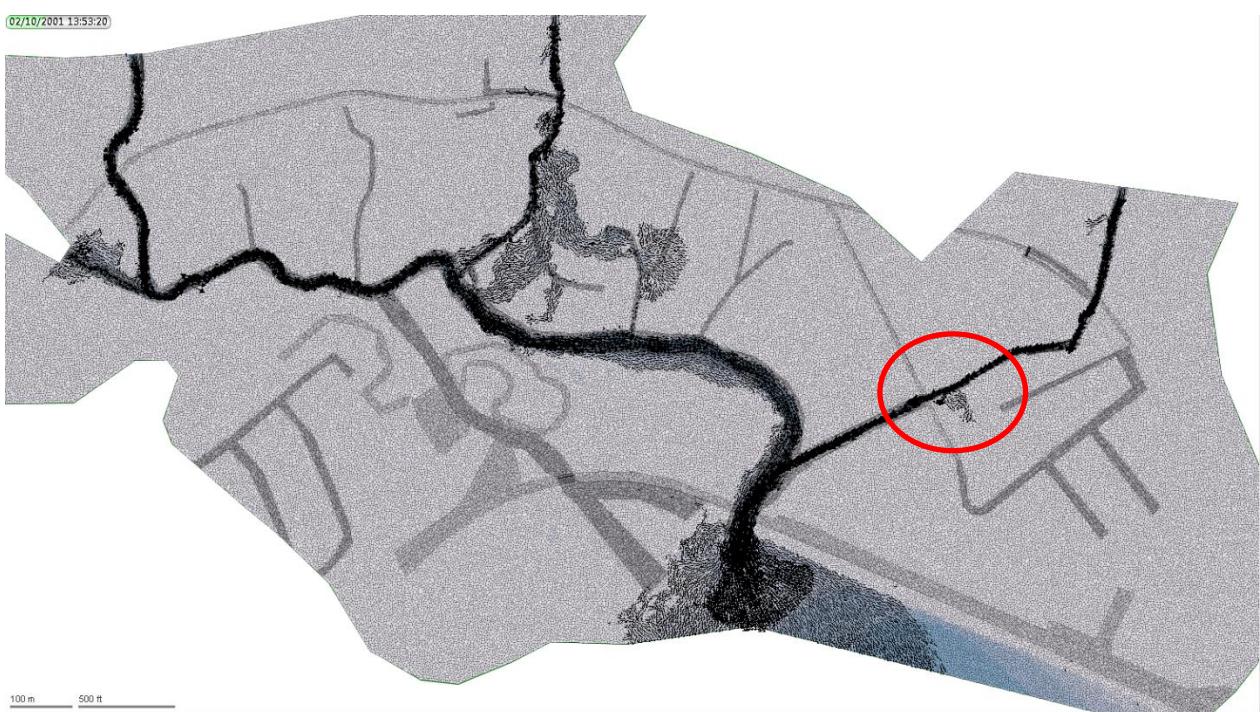


Figure 35 : crue 2001, début de débordement en rive gauche de la Yanna

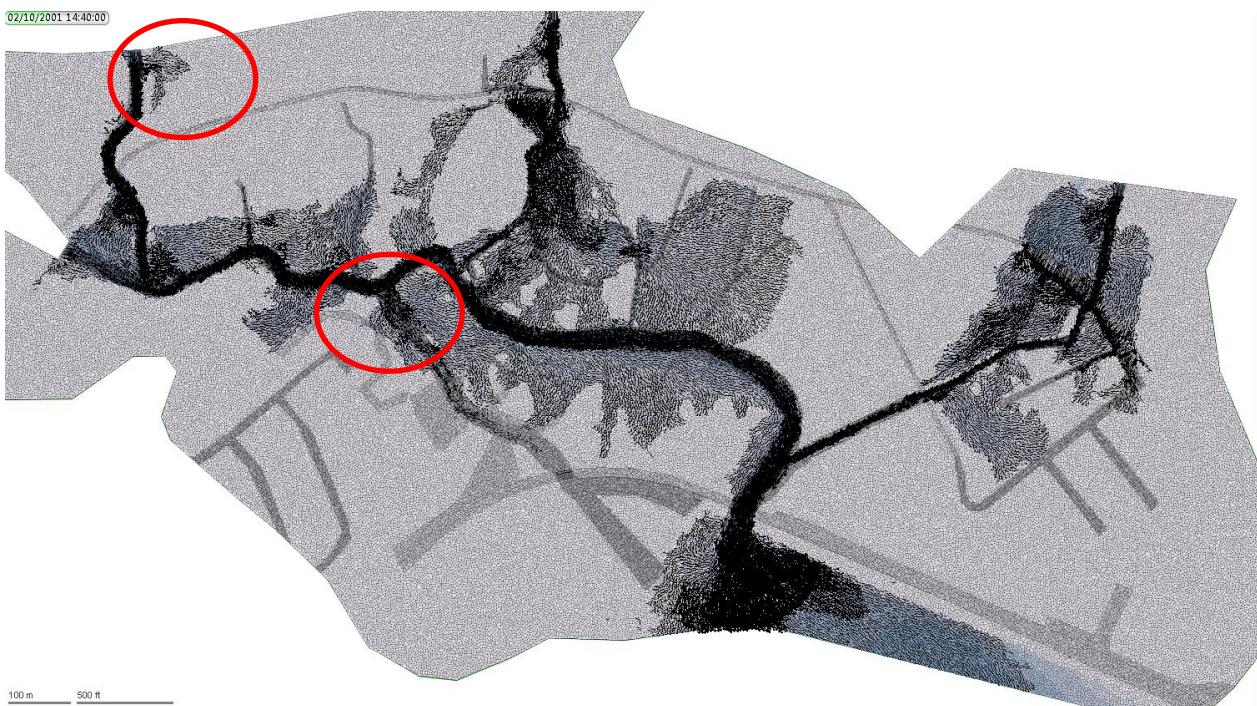


Figure 36 : crue 2001, début de débordement en amont de la RP1 et mise en fonctionnement du canal de décharge



Figure 37 : crue 2001, début de débordement de la Yahoué sur la RP1

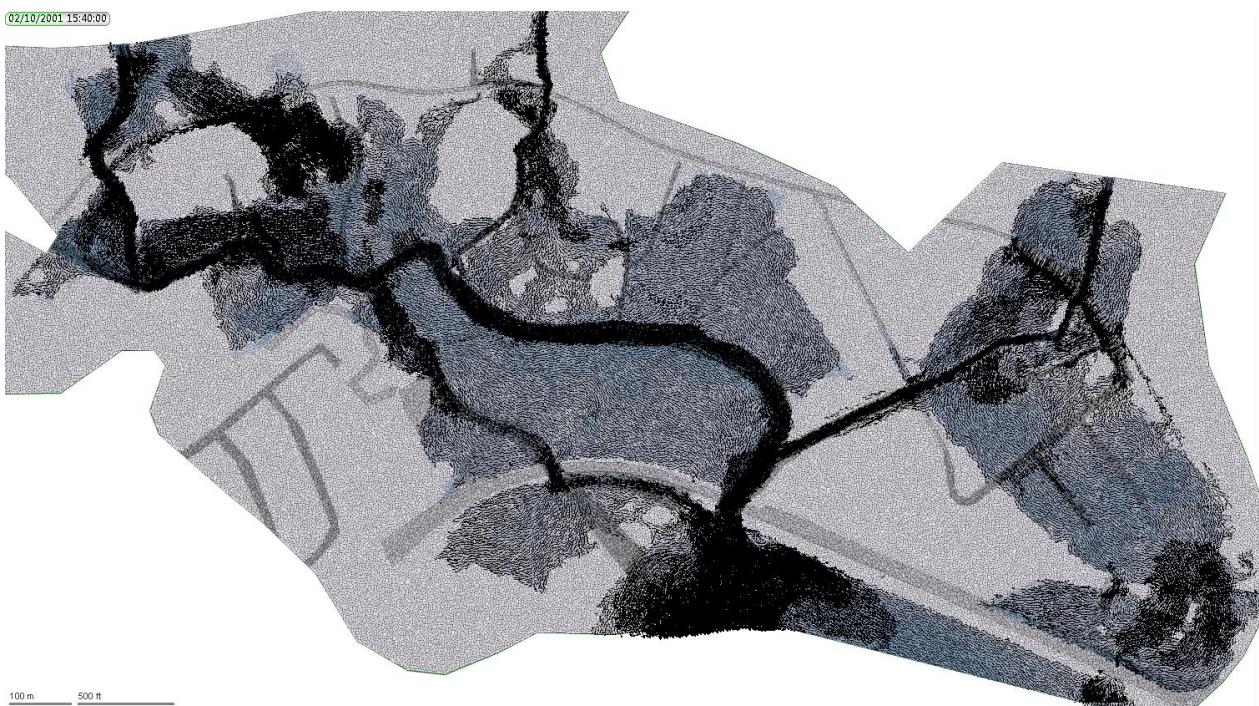


Figure 38 : pic de la crue : débordements généralisés

Cette dynamique est cohérente avec les témoignages des habitants.

Les images de l'emprise de la crue permettent de faire les constatations suivantes :

- les débordements en rive droite et gauche de la Yanna canalisée proviennent essentiellement des débordements sur la RP1 suite à la mise en charge de l'ouvrage,
- les débordements en rive droite de la Ouapeuse se concentrent à l'ouest du parking directement en rive droite de la Ouapeuse.

Ce deuxième point s'explique par la topographie plus élevée du parking, conduisant à des cheminements préférentiels à l'ouest où la topographie est plus basse.

3.9.2.2 Comparaison au niveau des laisses de crue

Les niveaux obtenus sur les modélisations de calage par rapport aux laisses de crues sont présentés ci-après. Ces comparaisons sont faites pour les deux séries d'hypothèses de coefficients de Strickler (cf § 3.8.2). Les différences sont représentées :

- sur une représentation planimétrique aux niveaux des laisses de crue (annexe 7),
- sur les profils en long des rivières, pour les laisses de crue à proximité du lit mineur figure 39 à figure 43),
- dans le tableau 14.

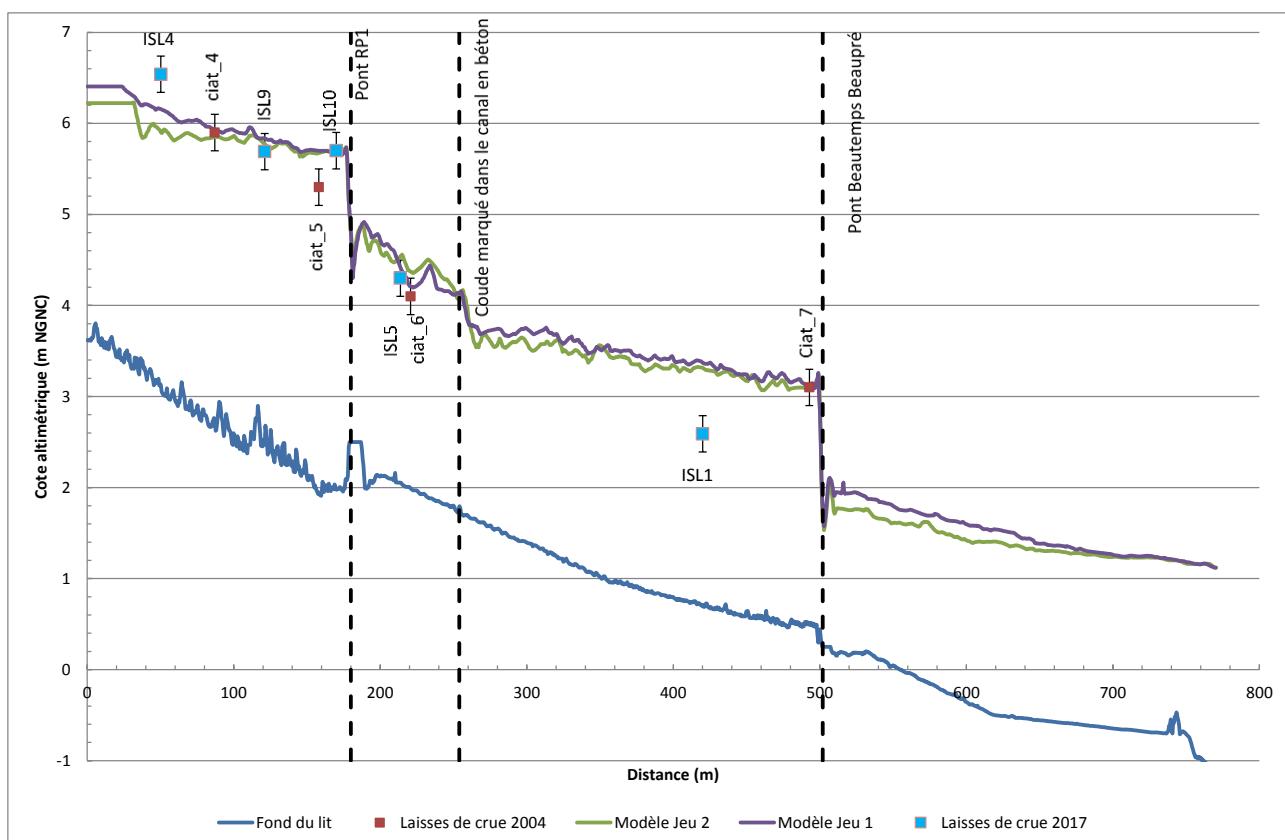
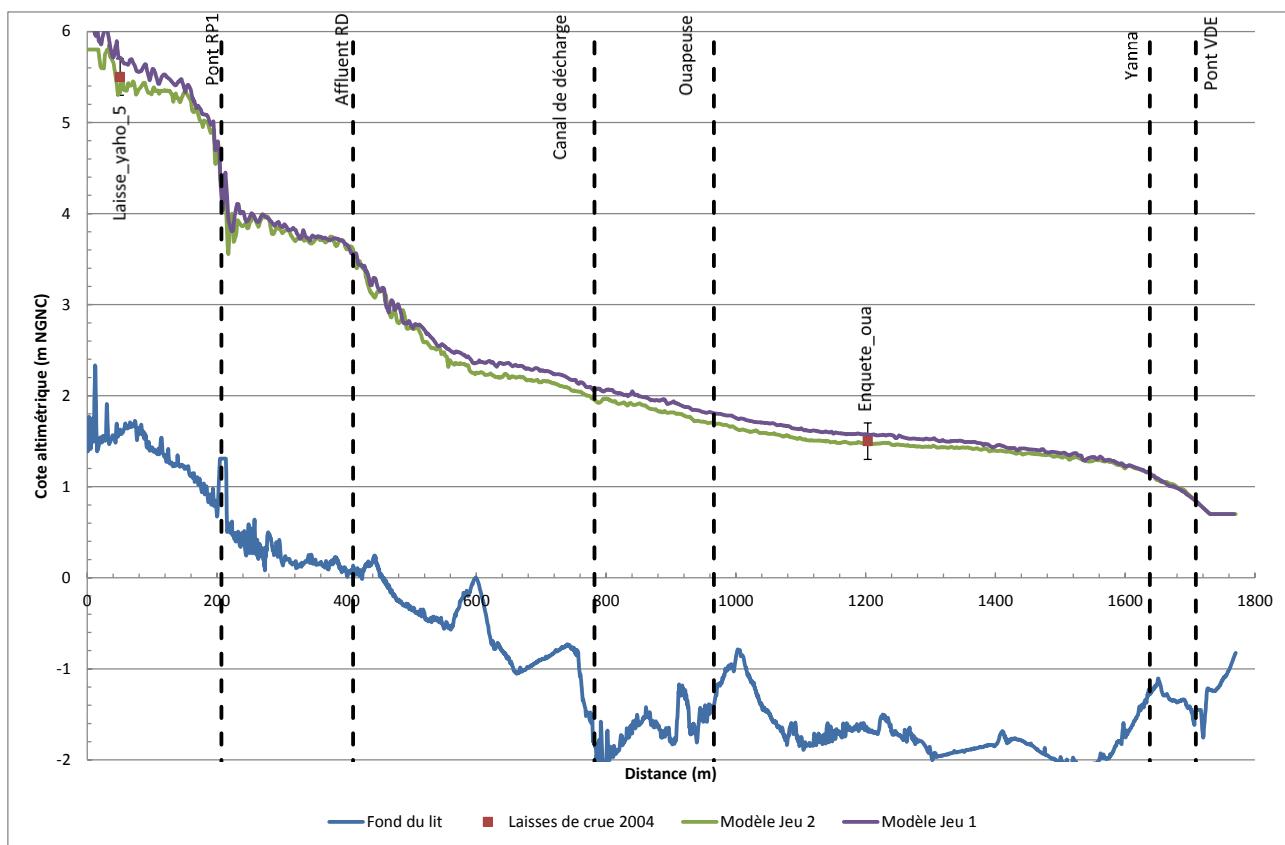
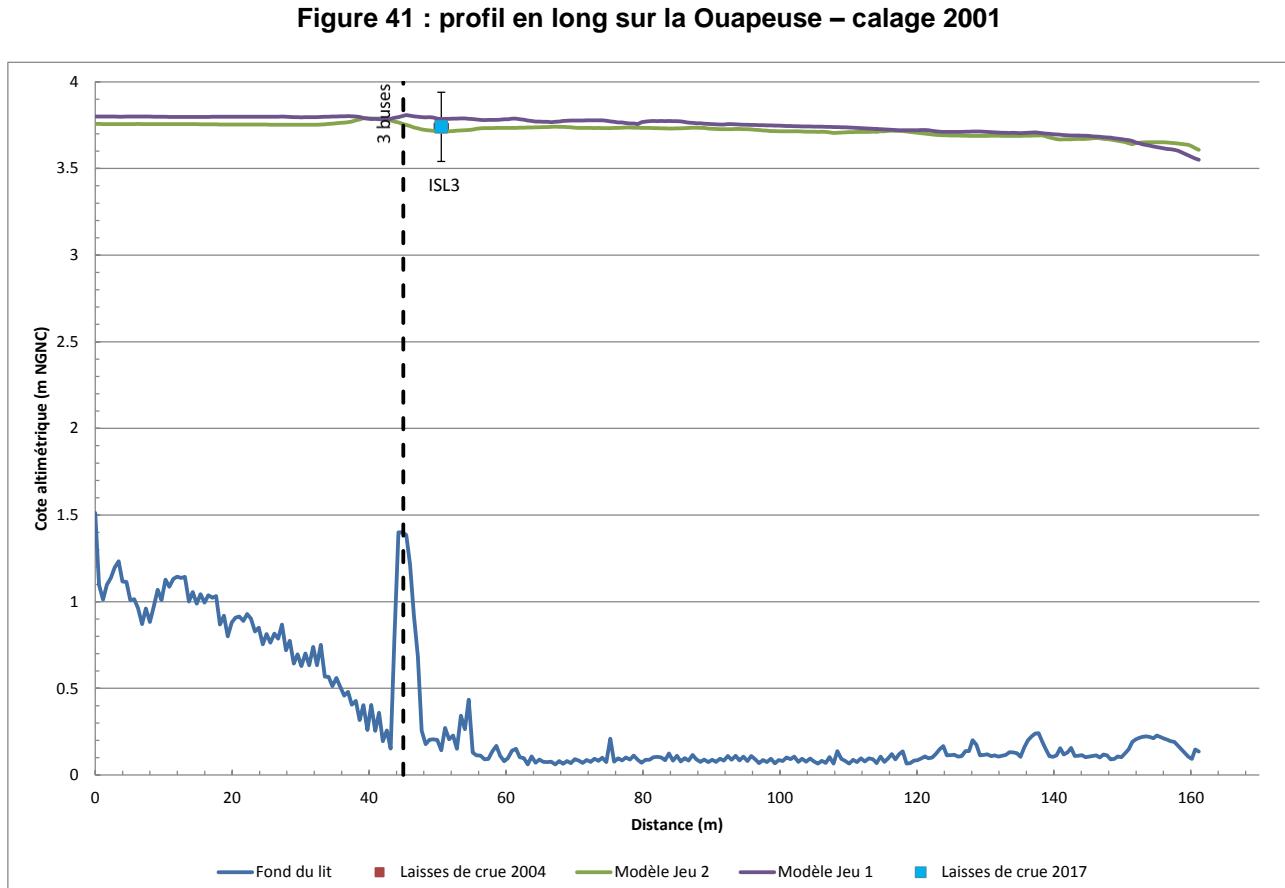
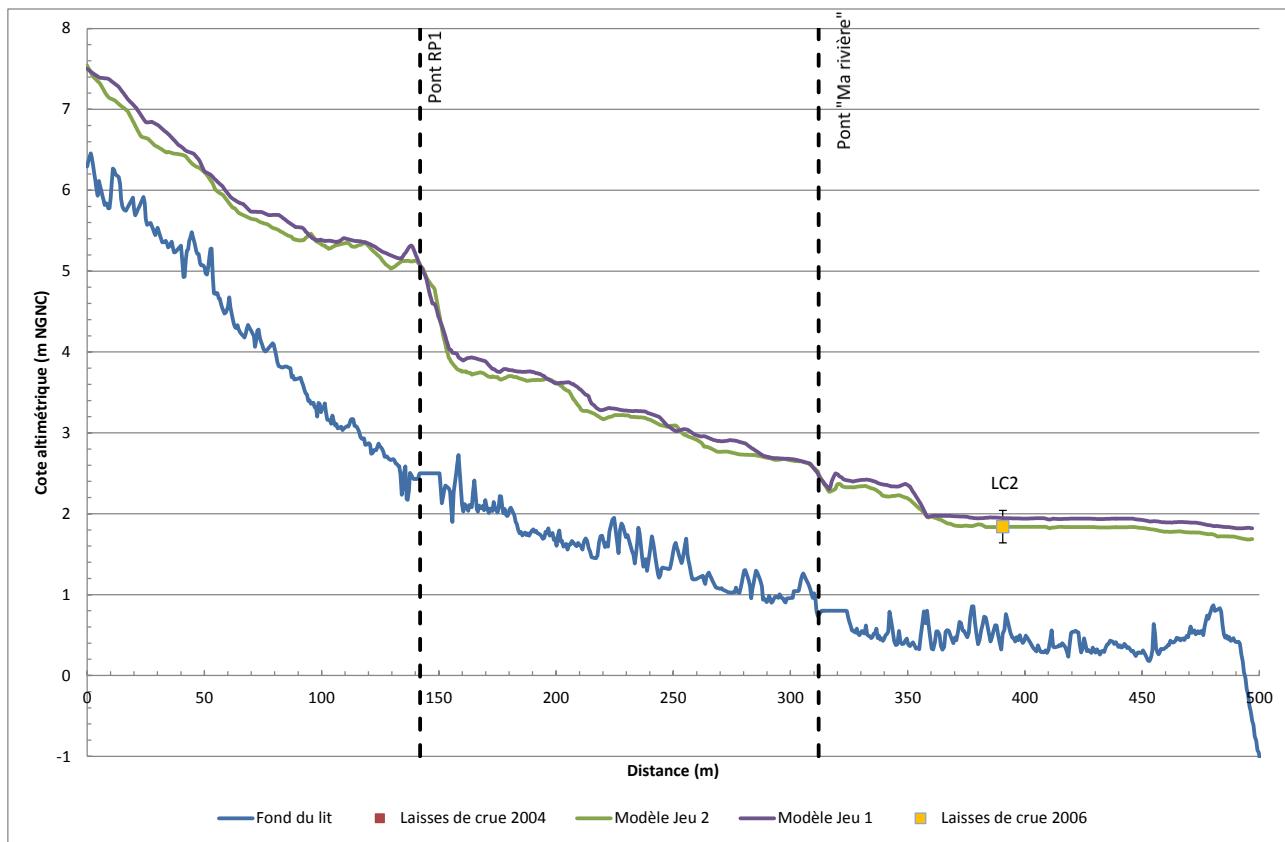


Figure 40 : profil en long sur la Yanna – calage 2001



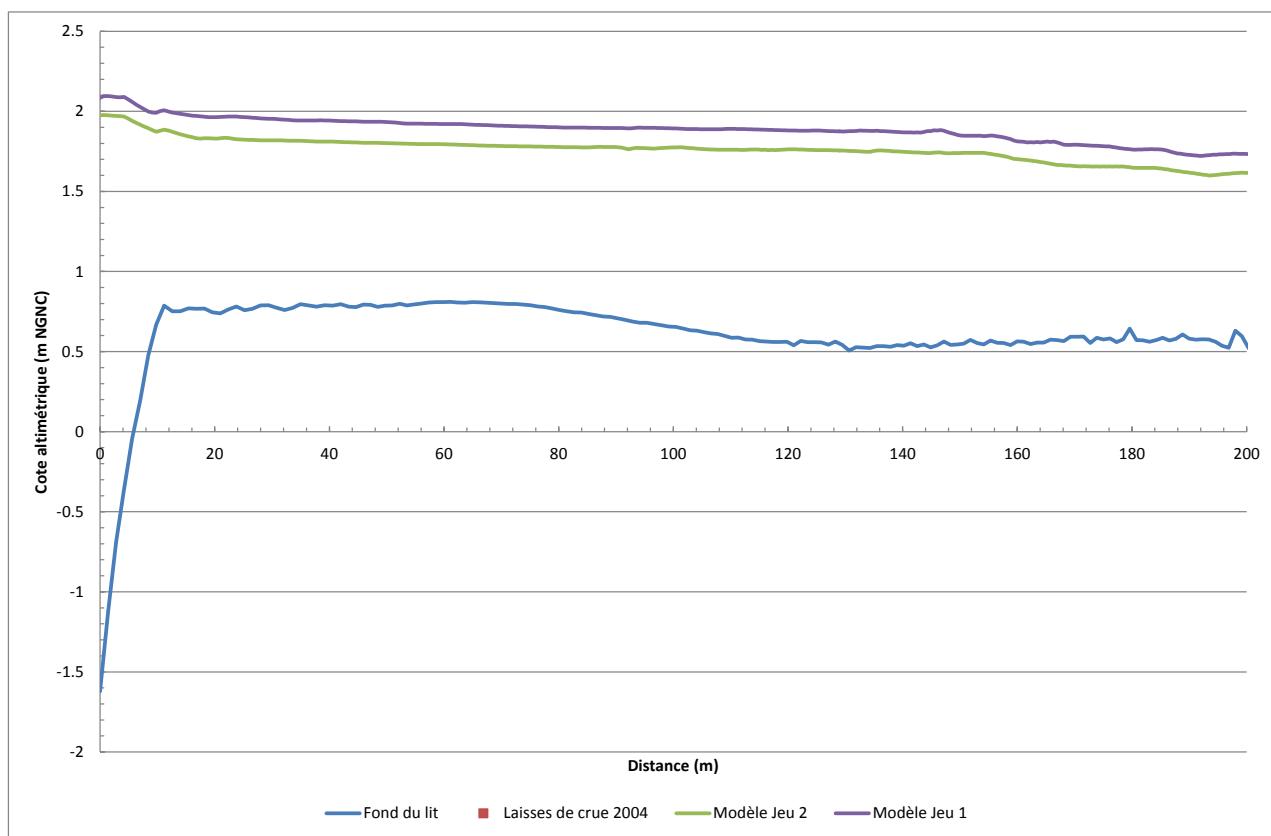


Figure 43 : profil en long sur le canal de décharge – calage 2001

	Cours d'eau	Cote	Cote jeu 1	Cote jeu 2	Delta jeu 1	Delta jeu 2
Yahoue_Laisse_yaho_5	Yahoue	5,5	5,63	5,45	0,13	-0,05
Yahoue_Laisse_yaho_6	Yahoue	3,7	3,64	3,61	-0,06	-0,09
Ciati_Enquete_ciat_4	Yanna	5,9	5,68	5,61	-0,22	-0,29
Ciati_Enquete_ciat_5	Yanna	5,3	5,66	5,63	0,36	0,33
Ciati_Enquete_ciat_6	Yanna	4,1	4,26	4,13	0,16	0,03
Ciati_Enquete_ciat_7	Yanna	3,1	3,32	3,23	0,22	0,13
Ouapeuse_Enquete_oua	Ouapeuse	1,5	1,57	1,48	0,07	-0,02
LC15	Yanna	2,56	2,88	2,9	0,32	0,34
LC14	Yanna	1,87	2,88	2,9	1,01	1,03
LC12	Yanna	2,95	2,93	2,91	-0,02	-0,04
LC10	Yanna	3,41	3	2,95	-0,41	-0,46
LC13	Yanna	2,88	2,88	2,9	0	0,02
LC19_ter	Yanna	2,92	3,11	3,03	0,19	0,11
LC20	Yanna	3,06	3,08	3	0,02	-0,06
LC2	Ouapeuse	1,84	2,04	2	0,2	0,16
LC52	Yahoue	4,13	3,64	3,61	-0,49	-0,52
ISL1	Yanna	2,59	3,23	3,13	0,64	0,54
ISL3	Yahoue	3,74	3,81	3,71	0,07	-0,03
ISL4	Yanna	6,54	5,93	5,77	-0,61	-0,77
ISL5	Yanna	4,3	4,36	4,24	0,06	-0,06
ISL7	Yanna	2,9	3,18	3,08	0,28	0,18
ISL8	Yanna	3,22	3,11	3,03	-0,11	-0,19
ISL9	Yanna	5,69	5,66	5,6	-0,03	-0,09
ISL10	Yanna	5,7	5,58	5,56	-0,12	-0,14

Tableau 14 : comparaison au droit des laisses, crue de 2001

3.9.2.3 Analyse

Fonctionnement

Les profils en long et l'analyse de la cinétique des inondations permettent d'appréhender le fonctionnement général des cours d'eau principaux :

- Sur la Yahoué :
 - Le pont sur la RP1 génère une perte de charge de l'ordre de 1 m. Les débordements sur la RP1 ont lieu en rive gauche essentiellement.
 - Une rupture de pente est observée au niveau du point métrique 400 approximativement au droit de l'affluent rive droite. Cette rupture de pente s'explique :
 - par la rupture de pente de la bathymétrie à ce niveau,
 - par le fait que le lit majeur de la Yahoué est très contraint en amont de l'affluent ce qui crée une surélévation en amont de l'affluent, puis une accélération de l'écoulement en aval du coude à 90°.
 - Une rupture de pente est observée au niveau du point métrique 550. Entre l'affluent et le point métrique 550, la Yahoué est très contrainte en rive droite (aucun

débordement) et en rive gauche (débordements limités). A partir du point métrique 550, des débordements ont lieu en rive droite vers le canal de décharge et en rive gauche dans la mangrove.

- Sur la Yanna :

- Les ponts sur la RP1 et au niveau de la rue Beautemps Beaupré créent une perte de charge de l'ordre de 1 m. Les débordements sur la RP1 ont lieu en rive droite et en rive gauche. Les débordements sur la rue Beautemps Beaupré sont essentiellement situés au niveau du pont.
- Le coude dans le canal crée une perte de charge de 50 cm.
- Les inondations en rive droite du canal sont dues aux débordements sur la RP1.
- Les inondations en rive gauche du canal sont dues aux débordements sur la RP1 et aux débordements du canal à proximité du pont de la rue Beautemps Beaupré.

- Sur la Ouapeuse :

- Le pont sur la RP1 occasionne une perte de charge de l'ordre d'un mètre.
- Les débordements sur la RP1 reviennent en grande partie dans le lit mineur en aval du pont. Une petite partie longe un fossé le long du cinéma Drive-in à l'ouest.
- En aval de la RP1, les débordements ont lieu essentiellement en rive gauche dans le quartier «Ma Rivière ». Ces débordements traversent le quartier « Ma Rivière » au gré de la topographie selon un axe Nord-Ouest/Sud-Est avant de s'évacuer dans la mangrove

Ecarts avec les laisses de crue

Les écarts sur la Yahoué, la Ouapeuse et l'affluent rive droite sont inférieurs à 20 cm pour le jeu 2 pour toutes les laisses sauf la laisse LC52 levée par Sogreah. On note que cette laisse est très proche en planimétrie de la laisse yahou4 levée par la Davar. Les écarts altimétriques entre les deux laisses sont importants (40 cm voir annexe 6). La conformité du calage avec les laisses de crues issues des levés de la DAVAR sera préférentiellement recherchée, comme justifié au §3.9.1.

Le calage sur la Yahoué et la Ouapeuse est bon sur les quelques laisses disponibles.

Sur la Yanna, quelques écarts sont observés par rapport aux laisses de crue :

- en amont du pont de la RP1 : le niveau est influencé par l'ouvrage sur 60 m en amont de l'ouvrage, si bien que le jeu de coefficient de Strickler n'a qu'un faible impact. Les écarts avec les laisses de crue restent acceptables sur quatre des cinq laisses de crue. L'écart avec la laisse ISL4 peut s'expliquer :
 - par la proximité de la laisse avec la condition limite amont du modèle. Pour rappel, cette condition limite amont a été fixée en amont de la RP1 afin de représenter au mieux les débordements sur la route et donc les zones inondables en aval de la RP1. Les débordements sur la route étant dictés par le pont, une mauvaise représentativité du modèle en amont de la zone d'influence de l'ouvrage n'est pas préjudiciable dans la mesure où la mise à jour de la cartographie n'est réalisée que dans la zone en aval de la RP1.
 - par la précision de la laisse levée 15 ans après l'évènement.

- En rive gauche en aval du pont de la RP1 aux laisses ISL1, LC10 et LC14. Compte-tenu des niveaux des autres laisses de crue à proximité de ces laisses, un calage sur l'ensemble des laisses de crue ne semble pas possible ce qui pose question sur la fiabilité des laisses ISL1, LC10 et LC14. Les écarts avec la majorité des laisses relevées par ISL et SOGREAH et avec les deux laisses relevées par la DAVAR sont faibles.

Globalement, le modèle représente bien les inondations observées en 2001.

Le jeu de coefficient 2 (Tableau 16) se rapproche le plus des niveaux observés.

3.9.3 CRUE DE VALIDATION : 2003

3.9.3.1 Synoptique de la crue

La dynamique de la crue de 2003 issue de la modélisation est la suivante :

- sur la Ouapeuse : débordements dans le lotissement « Ma rivière »,
- sur la Yanna : débordements en rive gauche de la Yanna, provenant principalement du débordement de la section bétonnée en amont du pont de la rue Beaupré, Beaupré,
- débordement en amont de la RP1 sur la Yanna, la Ouapeuse et la Yahoué,
- débordement sur la RP1 :
 - en rive gauche de la Yahoué au niveau de points bas sur la RP1,
 - en rive droite de la Ouapeuse,
 - en rive droite et gauche de la Yanna.
- sur la Yahoué : débordements généralisés dans la zone de mangrove.



Figure 44 : crue 2003 – débordement en rive gauche de la Ouapeuse dans le lotissement « Ma rivière »



Figure 45 : débordement en rive gauche de la Yanna



Figure 46 : crue 2003 – mise en fonctionnement du canal de décharge et débordements en amont de la RP1

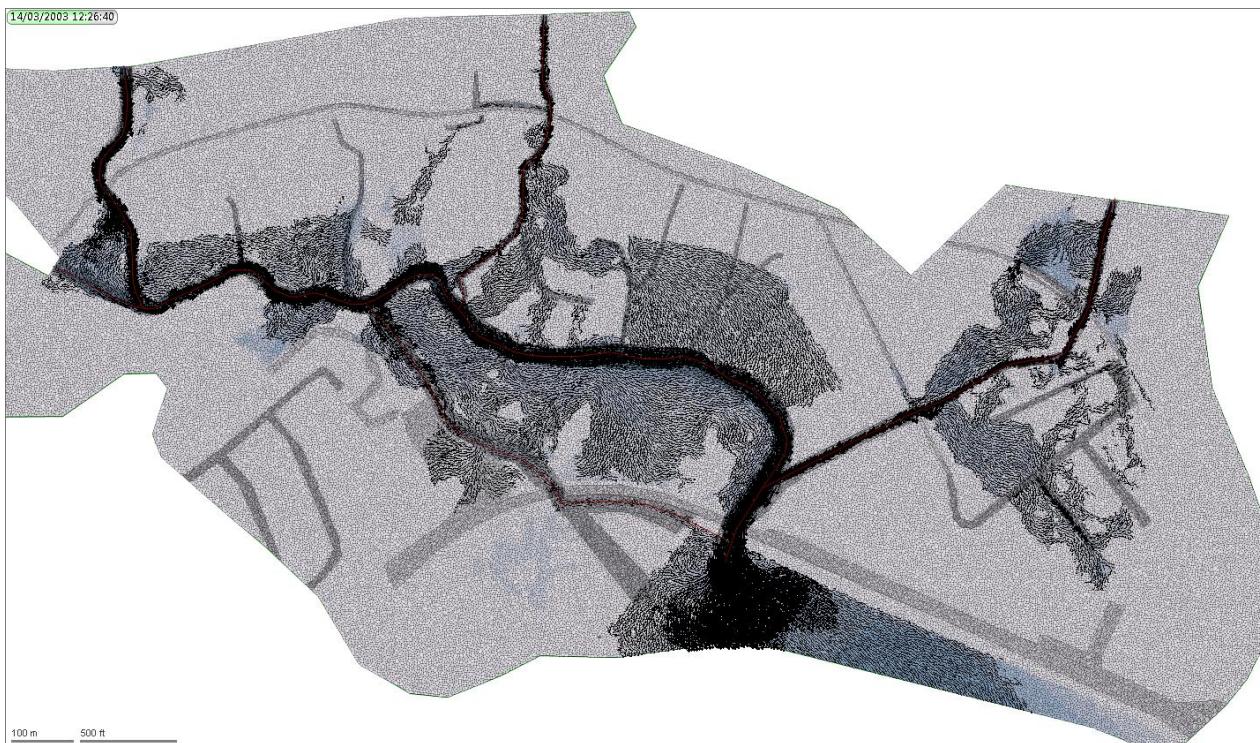


Figure 47 : débordements sur la RP1 et débordements généralisés

Hormis des phénomènes de ruissellement le long de la RP1, peu de témoignages ont pu être recueillis sur la cinétique de débordement des cours d'eau lors des enquêtes sur l'évènement de 2003. Quelques laisses de crue ont pu être recueillies.

3.9.3.2 Comparaison au niveau des laisses de crue

Les niveaux obtenus sur les modélisations de calage par rapport aux laisses de crues sont présentés ci-après. Ces comparaisons sont faites pour les deux séries d'hypothèses de coefficients de Strickler (cf § 3.8.2). Les différences sont représentées :

- sur une représentation planimétrique aux niveaux des laisses de crue (annexe 8),
- sur les profils en long des rivières, pour les laisses de crue à proximité du lit mineur figure 48 à figure 53),
- dans le tableau 15.

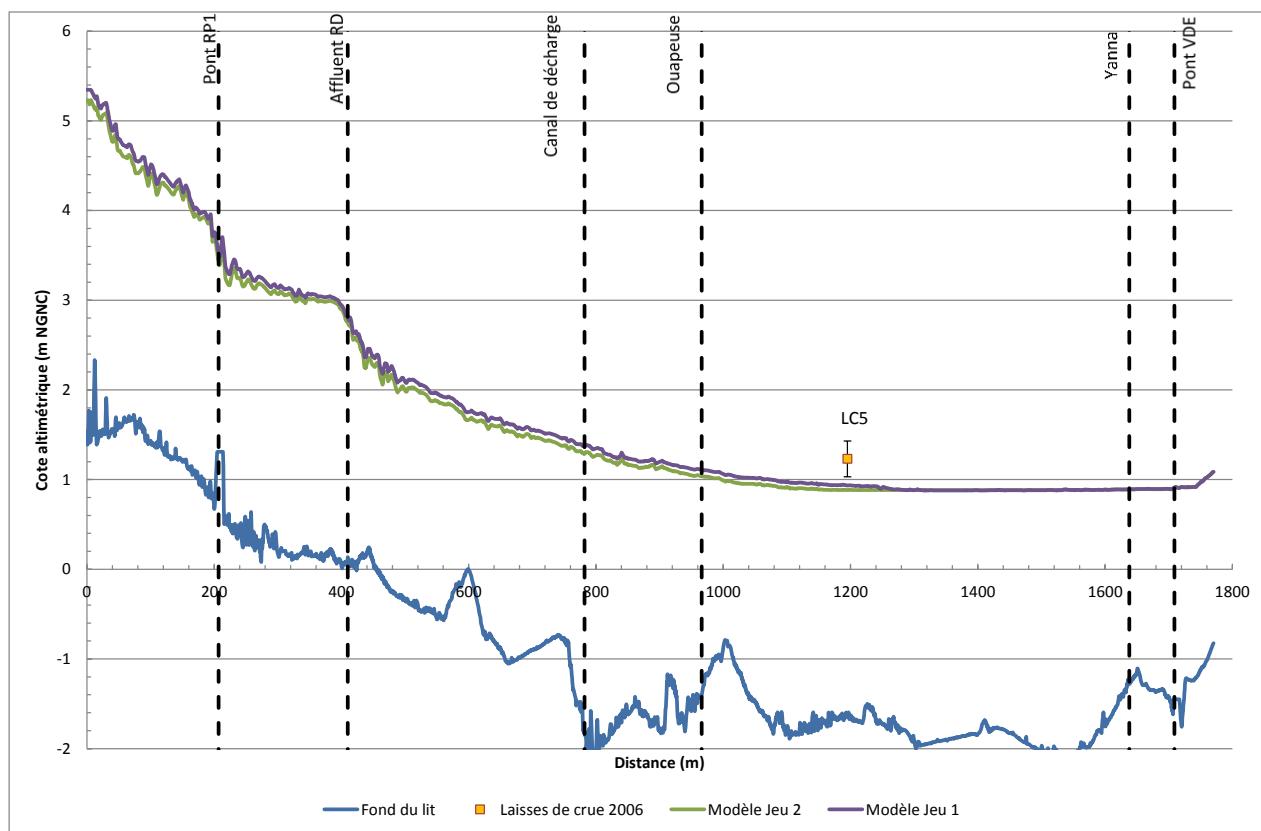


Figure 48 : profil en long sur la Yahoué – calage 2003

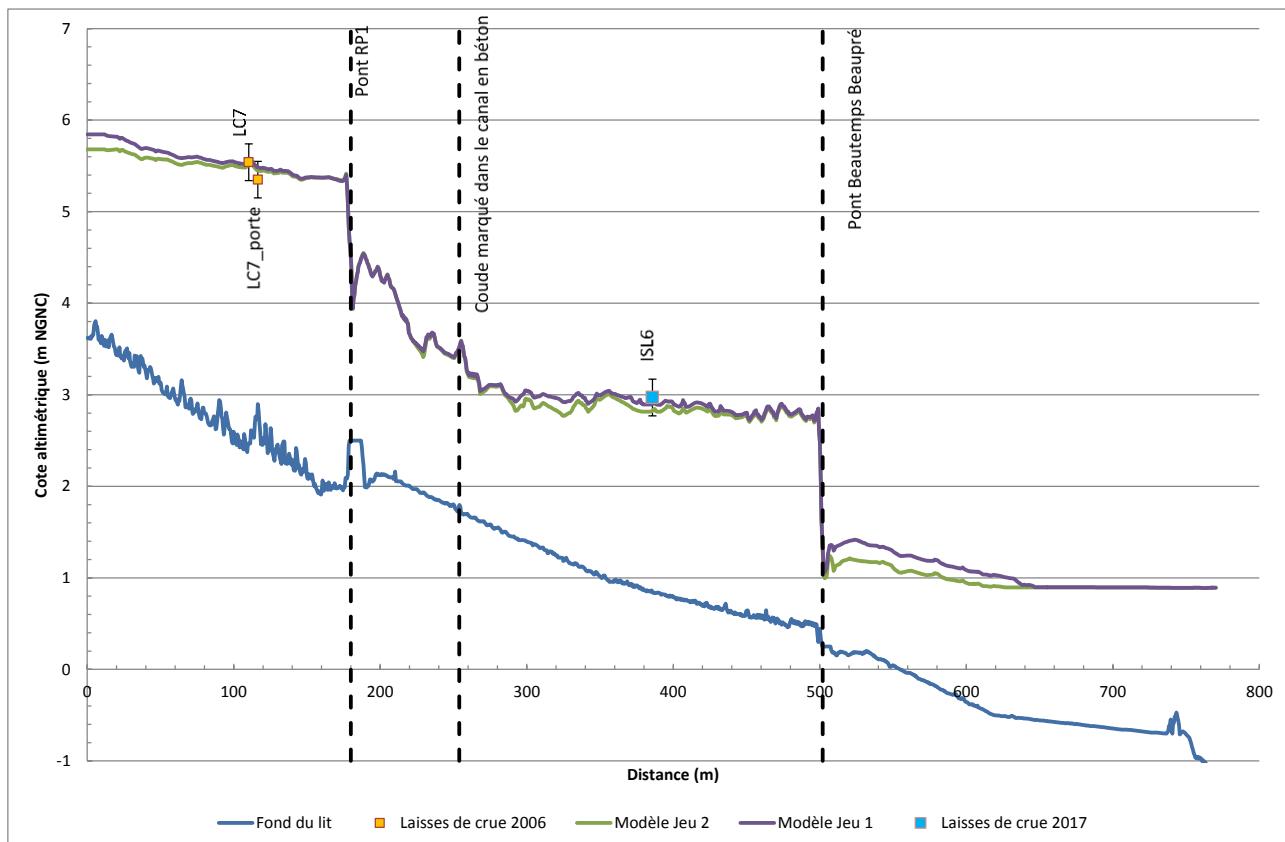


Figure 49 : profil en long sur la Yanna – calage 2003

La figure 49 montre une perte de charge importante au niveau du pont de la rue Beautemps-Beaupré. Le pont est à la limite de surverser. Le niveau à l'amont du pont est conditionné par la section du canal et la section du pont. A l'aval du pont, une perte de charge importante a lieu en raison de l'élargissement brusque dû à l'augmentation importante de la section d'écoulement, comme le montre le schéma sur la figure 50.

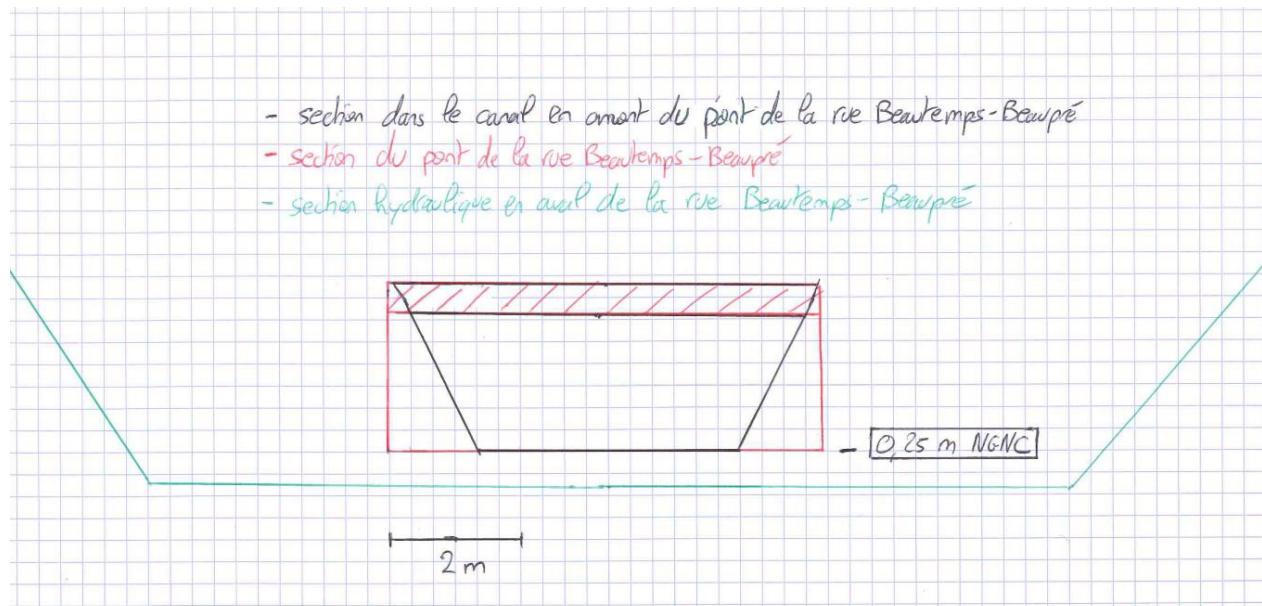


Figure 50 : représentation des sections d'écoulement en amont, au droit et en aval du pont de la rue Beautemps-Beaupré

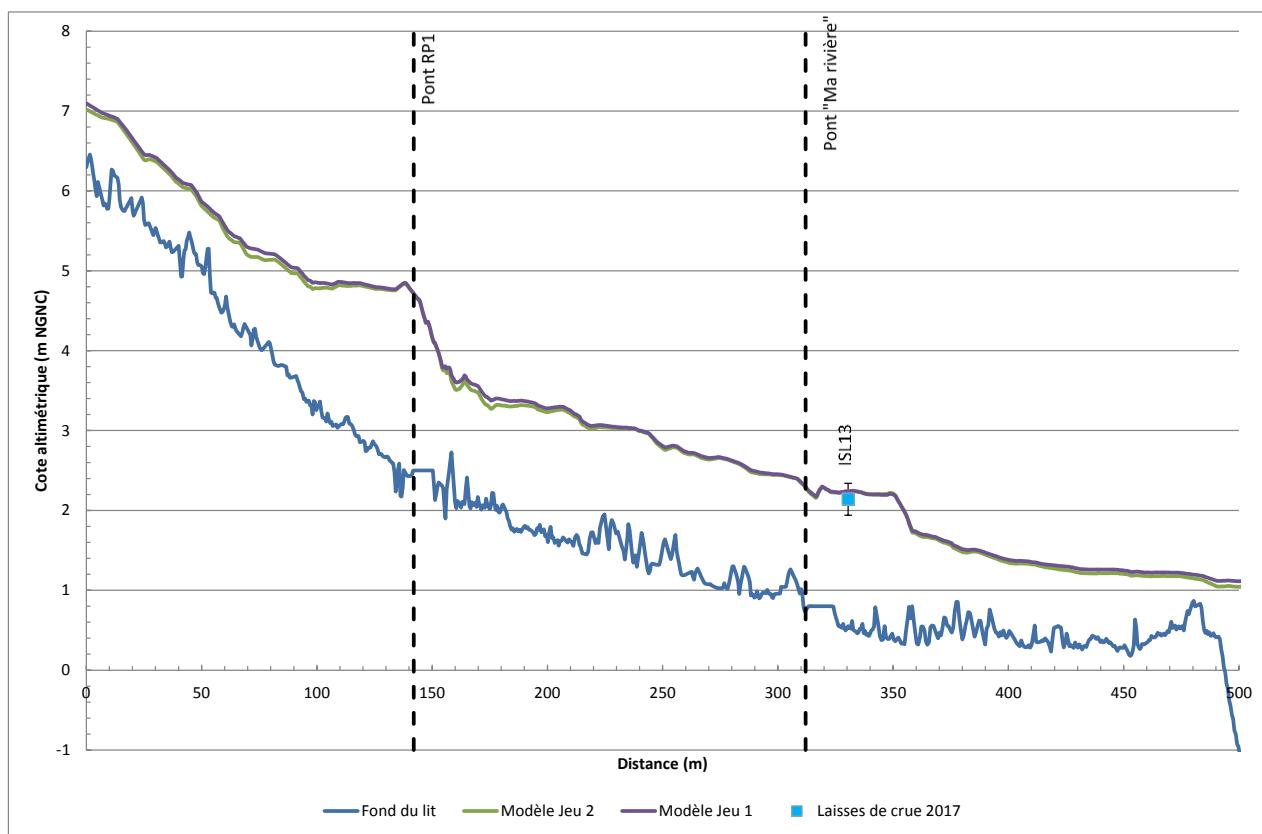


Figure 51 : profil en long sur la Ouapeuse – calage 2003

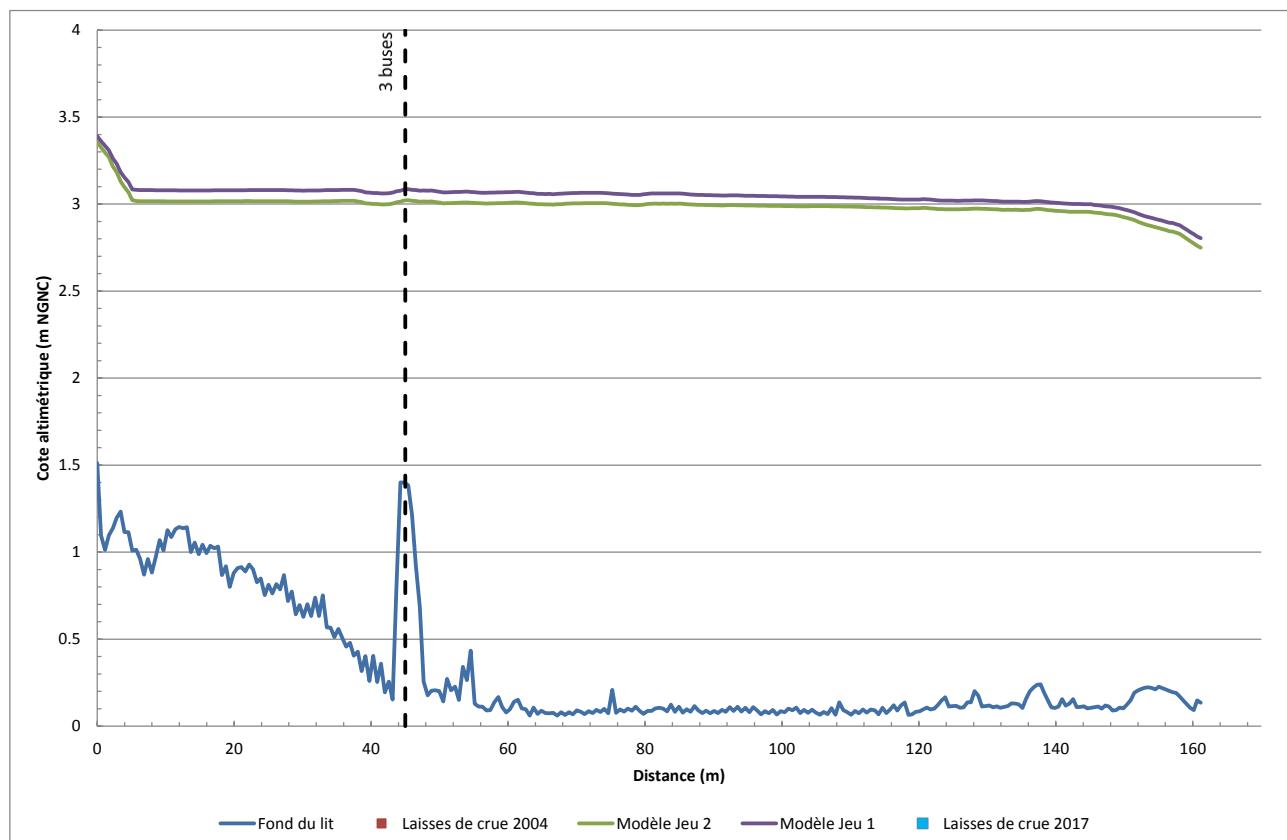


Figure 52 : profil en long sur l'affluent RD – calage 2003

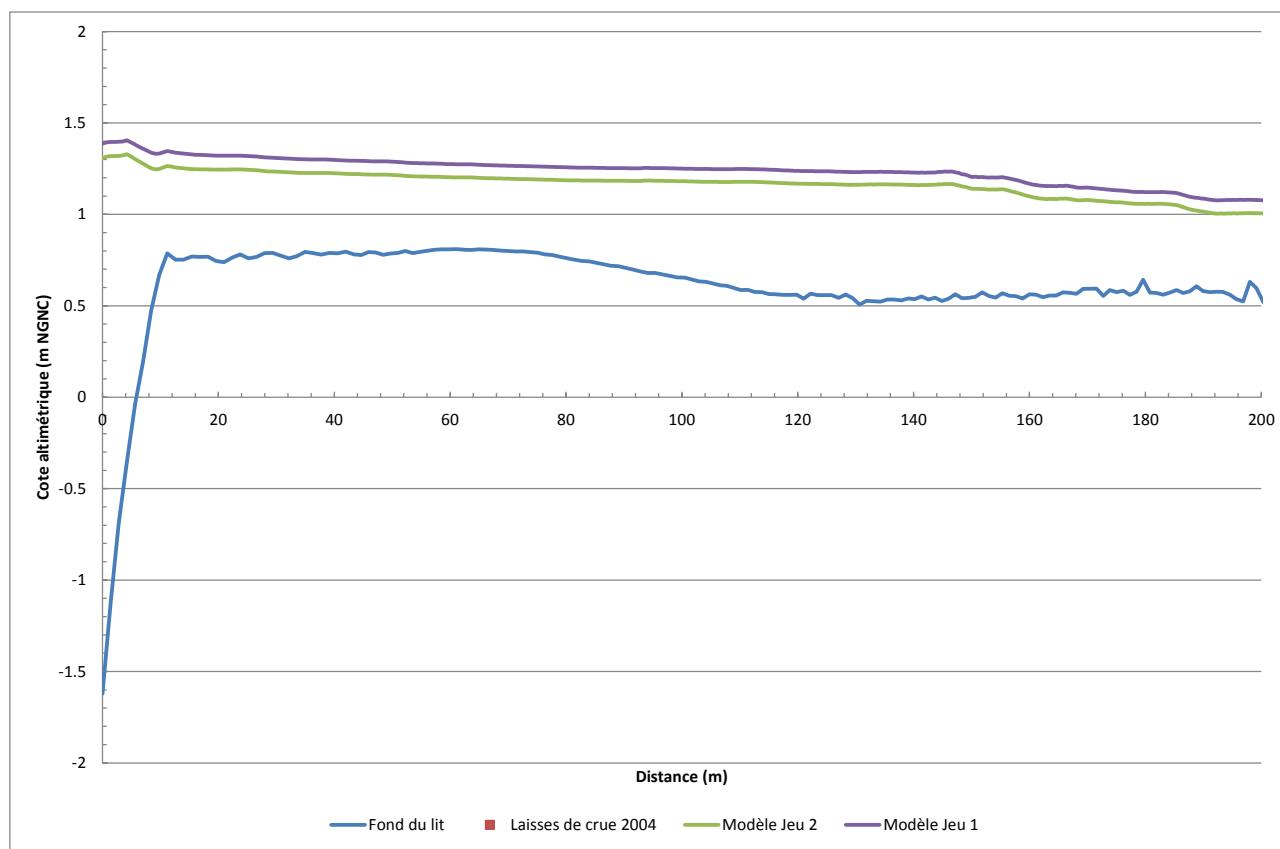


Figure 53 : profil en long sur le canal de décharge – calage 2003

	Cours d'eau	Evènement	Cote	Cote jeu 1	Cote jeu 2	Delta jeu 1	Delta jeu 2
LC16	Yanna	2003	2.4	1.99	1.95	-0.41	-0.45
LC9	Yanna	2003	2.97	3.11	3.06	0.14	0.09
LC7	Yanna	2003	5.54	5.51	5.48	-0.03	-0.06
LC7_porte	Yanna	2003	5.35	5.51	5.48	0.16	0.13
LC5	Yahoué	2003	1.23	1.04	1.03	-0.19	-0.2
LC56	Yahoué	2003	1.97	1.38	1.38	-0.59	-0.59
LC55	Yahoué	2003	2.06	1.81	1.8	-0.25	-0.26
LC54	Yahoué	2003	2.18	2.1	1.98	-0.08	-0.2
ISL6	Yanna	2003	3.18	3.11	3.06	-0.07	-0.12
ISL11	Yahoué	2003	1.6	0.93	0.9	-0.67	-0.7
ISL13	Ouapeuse	2003	2.14	2.21	2.19	0.07	0.05
ISL14	Yahoué	2003	1.85	1.04	0.95	-0.81	-0.9
ISL15	Yahoué	2003	0.84	0.96	0.9	0.12	0.06

Tableau 15 : comparaison au droit des laisses, crue de 2003

3.9.3.3 Analyse

Fonctionnement

Le fonctionnement est très similaire à celui de la crue de 2001.

Comparaison au niveau des laisses de crue

Le calage sur la crue de 2003 est correct sur les laisses de crue de la Yanna et la Ouapeuse (écart inférieur à 20 cm pour les deux jeux de coefficient).

Sur la Yahoué, des écarts plus importants sont observés sur les laisses ISL11 et ISL14.

Compte-tenu du niveau de la laisse ISL11 (1,6 m NGNC), il pourrait s'agir d'une confusion avec l'évènement de 2001. En effet, ce niveau est proche de celui de la laisse Ouapeuse_enquête_oua (1,5 m NGNC) relevé pour l'évènement de 2001 au même endroit.

Concernant la laisse ISL14, il s'agit d'un souvenir imprécis de hauteur d'eau dans une zone (« eau arrivant jusqu'au genou »). La laisse ISL14 est positionnée dans une zone dans laquelle des remblais ont été réalisés depuis la date de la crue (remblai d'environ un mètre selon la figure 3). Le niveau de la laisse de crue pourrait donc en réalité être environ 1 m plus bas. Les niveaux atteints lors de la modélisation seraient alors cohérents.

Par ailleurs le modèle ne représente pas bien les niveaux au droit des laisses LC54, LC55 et LC56. Ces laisses de crue sont situées au niveau du magasin actuel « Chez Vanessa », le long de la RP1. Selon les informations recueillies lors des enquêtes, certaines de ces habitations sont inondées fréquemment par un phénomène de ruissellement le long de la RP1 non repris par le réseau pluvial soumis aux embâcles. Les eaux de ruissellement sont dirigées vers ces habitations. Il pourrait s'agir de ce phénomène relevé lors des enquêtes de 2006, ce qui expliquerait la mauvaise représentation du modèle à ce niveau.

3.9.4 CONCLUSION DU CALAGE

Il est proposé de retenir le jeu de coefficient 2.

Jeu 2	
Lit mineur de faible dimension, végétation importante (Ouapeuse, affluent rive droite, Yanna amont)	20
Lit mineur de dimension intermédiaire sans végétation (Yahoué amont, Yanna aval, canal de décharge)	25
Lit mineur de grande dimension sans végétation (Yahoué aval)	30
Yanna tronçon en béton	60
Lit majeur : Habitations	10
Lit majeur : Herbes	20
Lit majeur : Mangrove	8
Lit majeur : Route	60
Lit majeur : Terre nue	20
Lit majeur : Végétation arborée, hors mangrove	10

Tableau 16 : jeu de coefficient retenu à l'issue du calage

4 ANALYSES DE SENSIBILITE SUR LA CRUE CENTENNALE

4.1 SITUATION DE REFERENCE

Les caractéristiques du scénario de base pour la comparaison avec les analyses de sensibilité sont :

- Topographie : état actuel relevé en 2017
- Rugosité : jeu de coefficient 2
- Conditions d'écoulement sous les ponts : pas d'embâcles
- Débit de pointe de la crue : résultat de l'application de la méthode rationnelle
- Volume de la crue : homothétie à partir de la forme des hydrogrammes de la modélisation hydrologique, saturation 80%
- Condition limite aval : marée moyenne combinée à une surcote dépressionnaire de 0,35 m : 0,54 m NGNC, marégramme construit par homothétie avec les marégrammes historiques

N.B : pour les analyses de sensibilité, le niveau de référence de la condition limite aval est la marée moyenne (0,54 m NGNC). En effet, un niveau de condition limite aval plus élevé pourrait nuire à l'interprétation des analyses de sensibilité sur la partie aval (impact prépondérant de la condition limite aval).

Néanmoins, le niveau de référence retenu pour les simulations des crues de projet est bien la marée haute (1,4 m NGNC), en cohérence avec les autres études hydrauliques réalisées dans la région.

4.2 ANALYSE DE SENSIBILITE : CONDITION LIMITÉE AVAL

Deux analyses de sensibilité sur la condition limite aval sont réalisées :

- Analyse 1 : une analyse considérant une condition limite aval fixe à la cote 1,40 m NGNC,
- Analyse 2 : une analyse considérant une condition limite aval variable avec un niveau maximum atteint de 1,40 m NGNC.

L'analyse 2 est comparée avec la situation de référence. L'analyse 1 est comparée avec l'analyse 2.

L'impact de ces analyses de sensibilité est représenté :

- Sur la cartographie en annexe 9. La condition limite aval constante n'a aucun impact sur les résultats. La cartographie n'est donc pas représentée pour cette configuration.
- Sur les profils en long ci-après. La condition limite aval constante n'a aucun impact sur les résultats. Les profils en long ne sont donc pas représentés pour cette configuration.

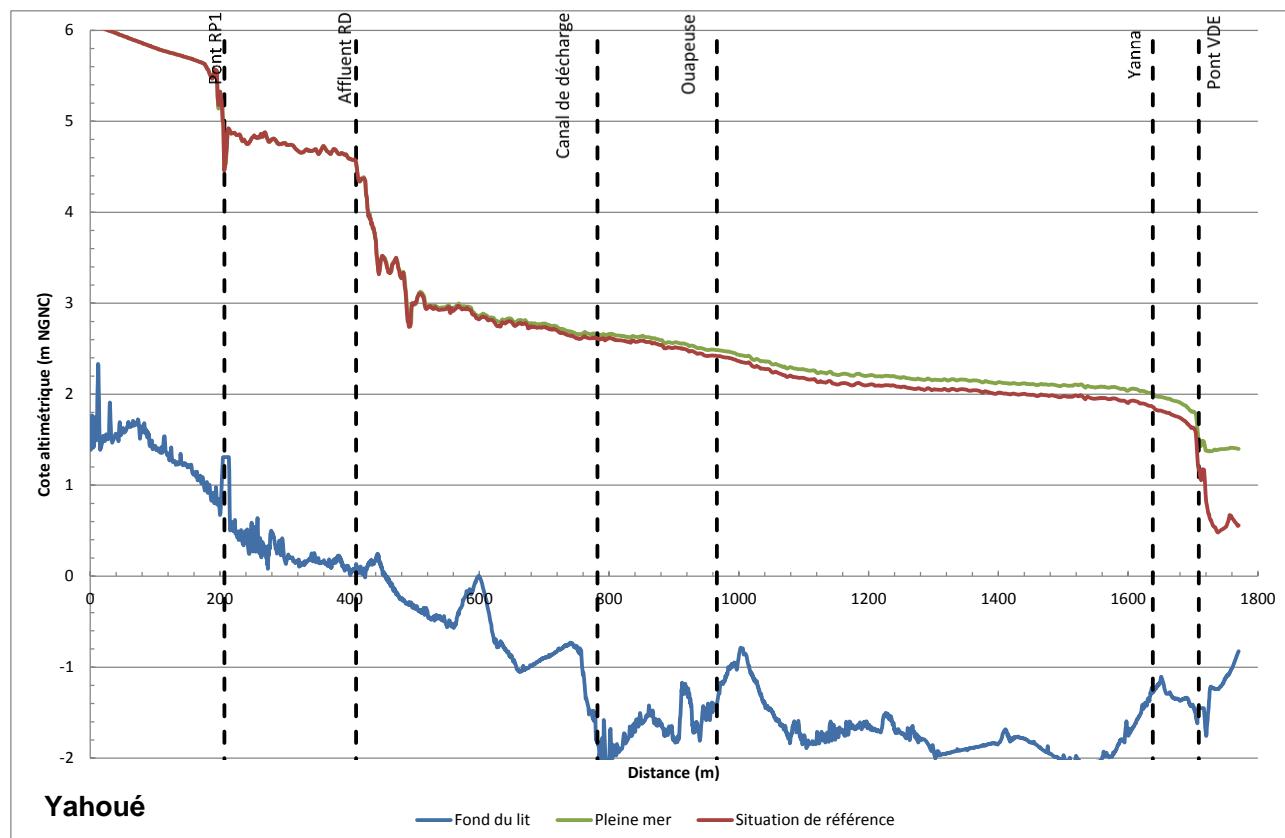


Figure 54 : analyse de sensibilité, crue centennale, condition limite aval, Yahoué

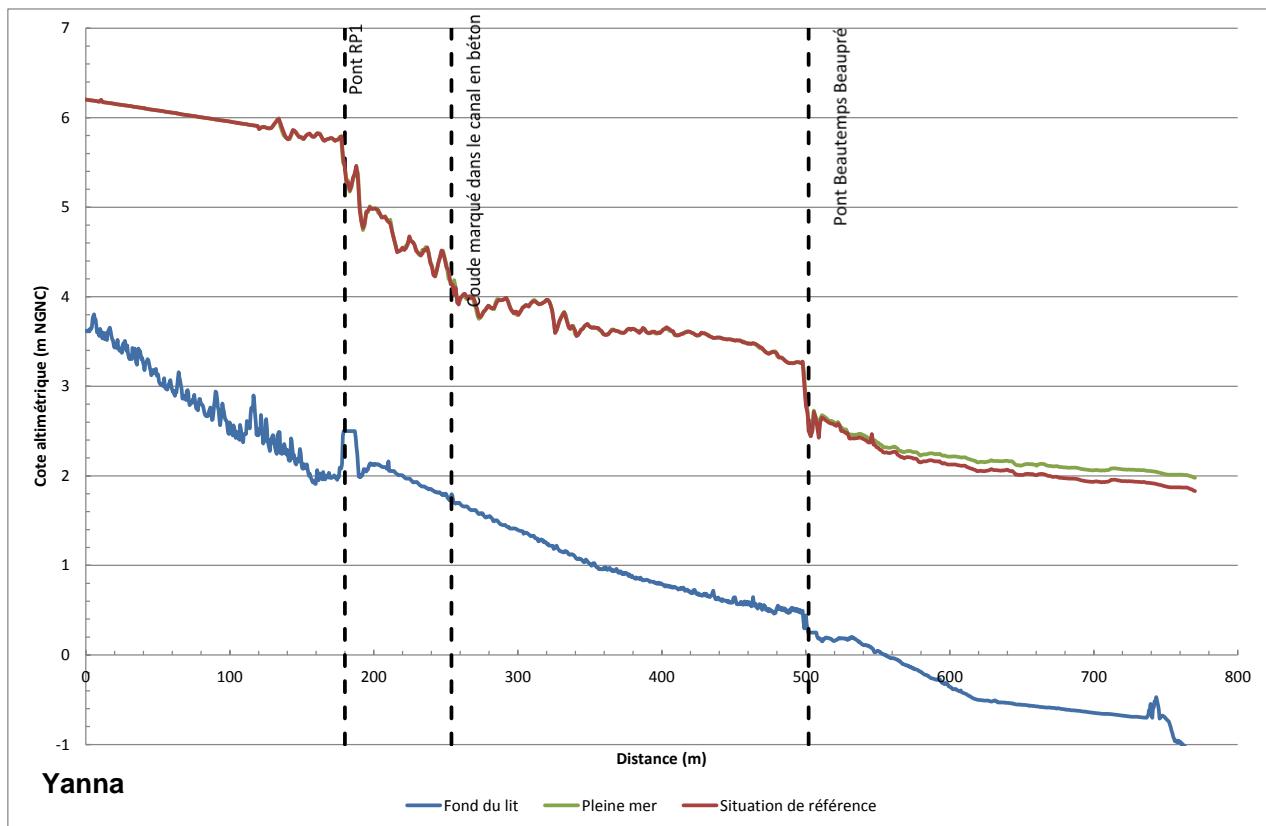


Figure 55 : analyse de sensibilité, crue centennale, condition limite aval, Yanna

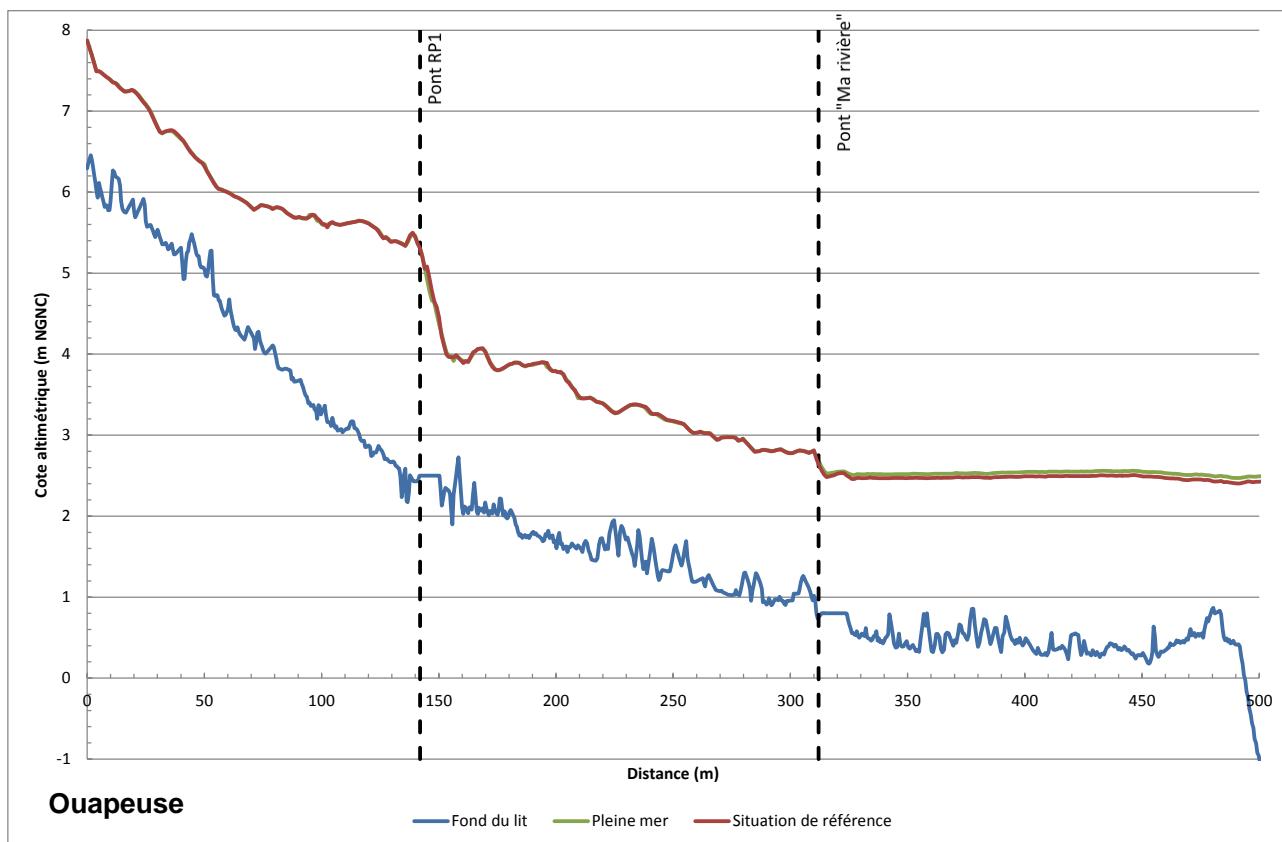


Figure 56 : analyse de sensibilité, crue centennale, condition limite aval, Ouapeuse

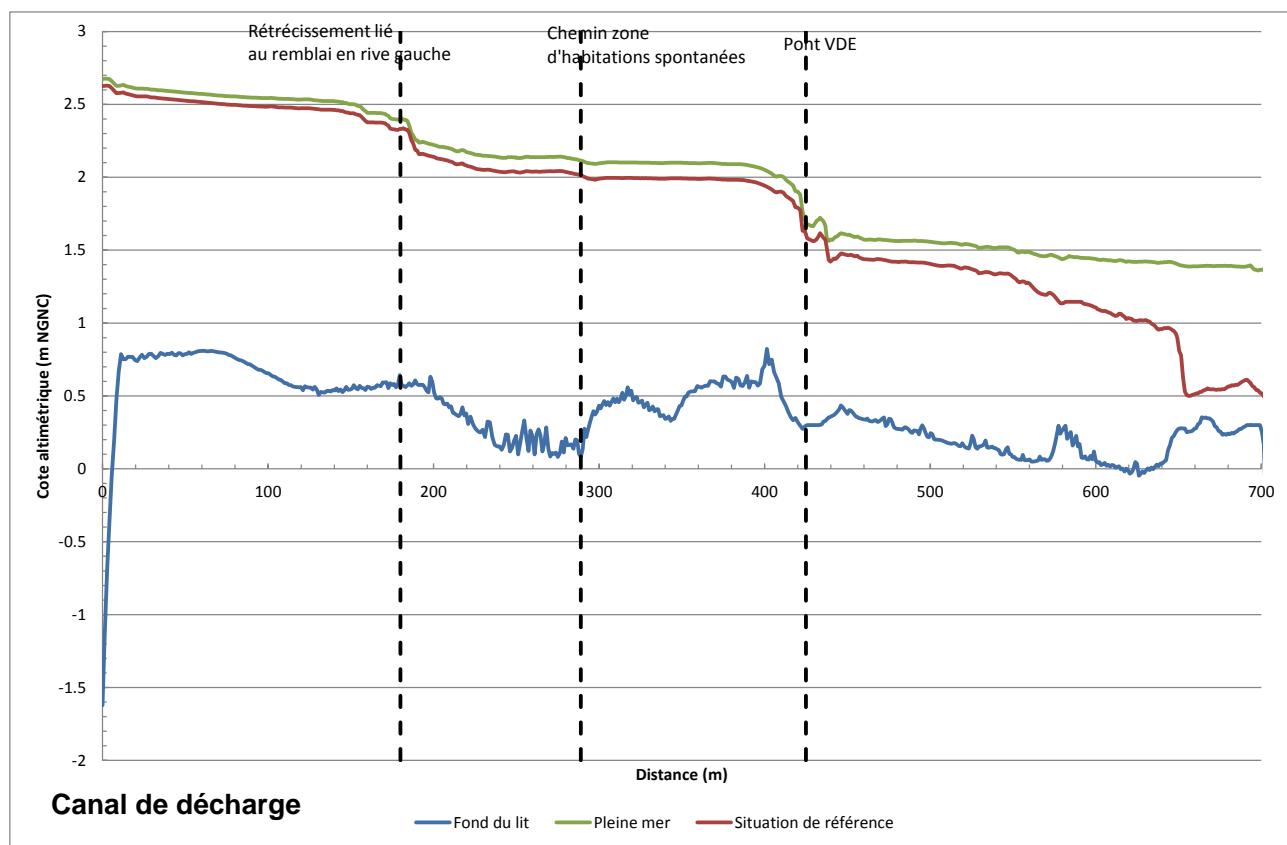


Figure 57 : analyse de sensibilité, crue centennale, condition limite aval, canal de décharge

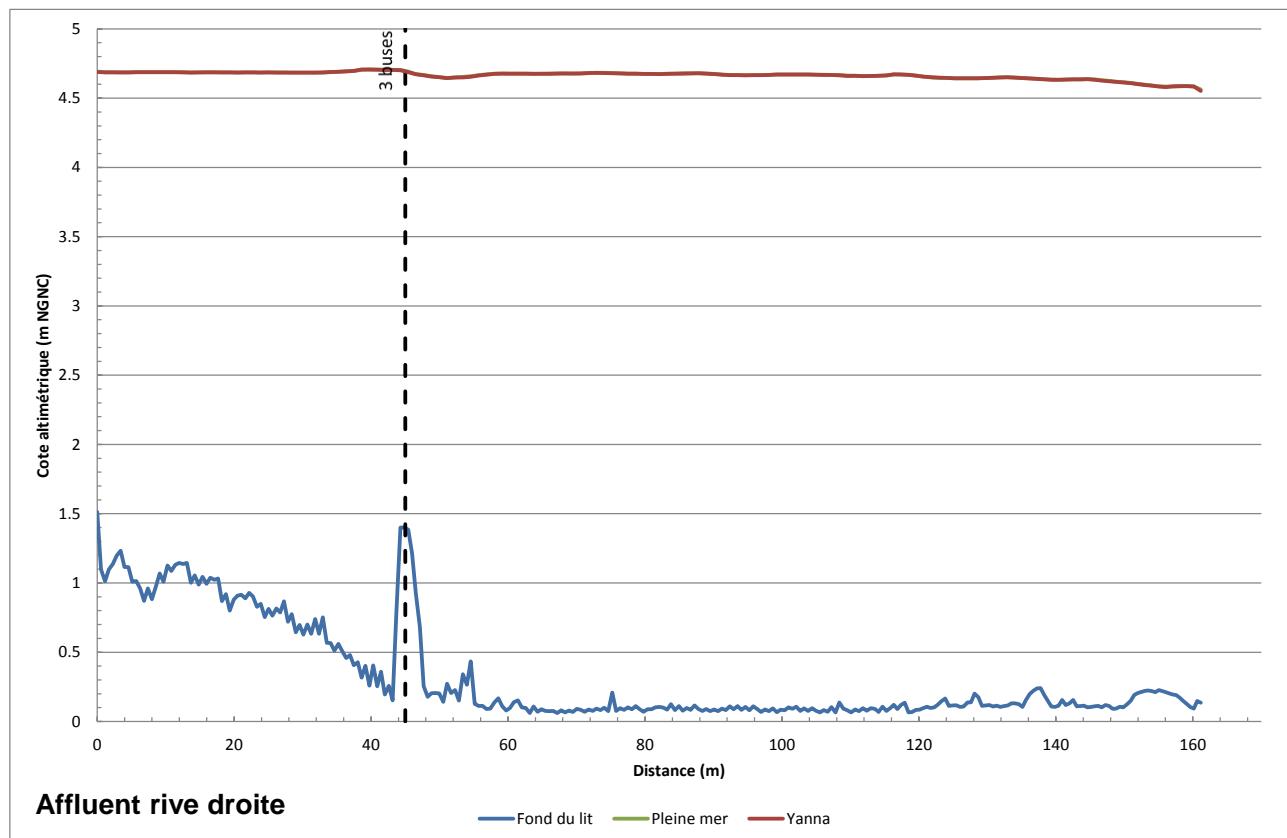


Figure 58 : analyse de sensibilité, crue centennale, condition limite aval, affluent rive droite

La zone d'influence de la condition limite aval en crue centennale s'étend :

- sur la Yanna : jusqu'en aval du pont de la rue Beautemps Beaupré et donc en aval des zones à enjeux,
- sur la Yahoué : jusqu'au remblai « Colas », environ 100 m en aval de la confluence avec l'affluent rive droite, les niveaux en lit majeur rive gauche dans les habitations longeant la RP1 étant influencés par la condition limite aval,
- sur la Ouapeuse : jusqu'en aval du « Drive in », les niveaux dans le quartier « Ma rivière » étant influencés par la condition limite aval,
- tout le long du canal de décharge, les niveaux dans les zones d'habitations spontanées étant influencés par la condition limite aval.

Dans les zones à enjeux, l'influence la plus marquée est :

- dans les zones d'habitations spontanées (jusqu'à 20 cm de surélévation des niveaux d'eau),
- dans la partie aval du quartier « Ma rivière » (jusqu'à 20 cm de surélévation des niveaux d'eau),
- dans les habitations en rive gauche du lit majeur de la Yahoué le long de la RP1 (jusqu'à 10 cm de surélévation des niveaux d'eau).

4.3 ANALYSE DE SENSIBILITE : RUGOSITE

L'analyse de sensibilité sur la rugosité est réalisée en abaissant et en augmentant de 20% le coefficient de Strickler. L'impact de ces analyses de sensibilité par rapport à la situation de référence est représenté sur la cartographie en annexe 9 et sur les profils en long ci-après :

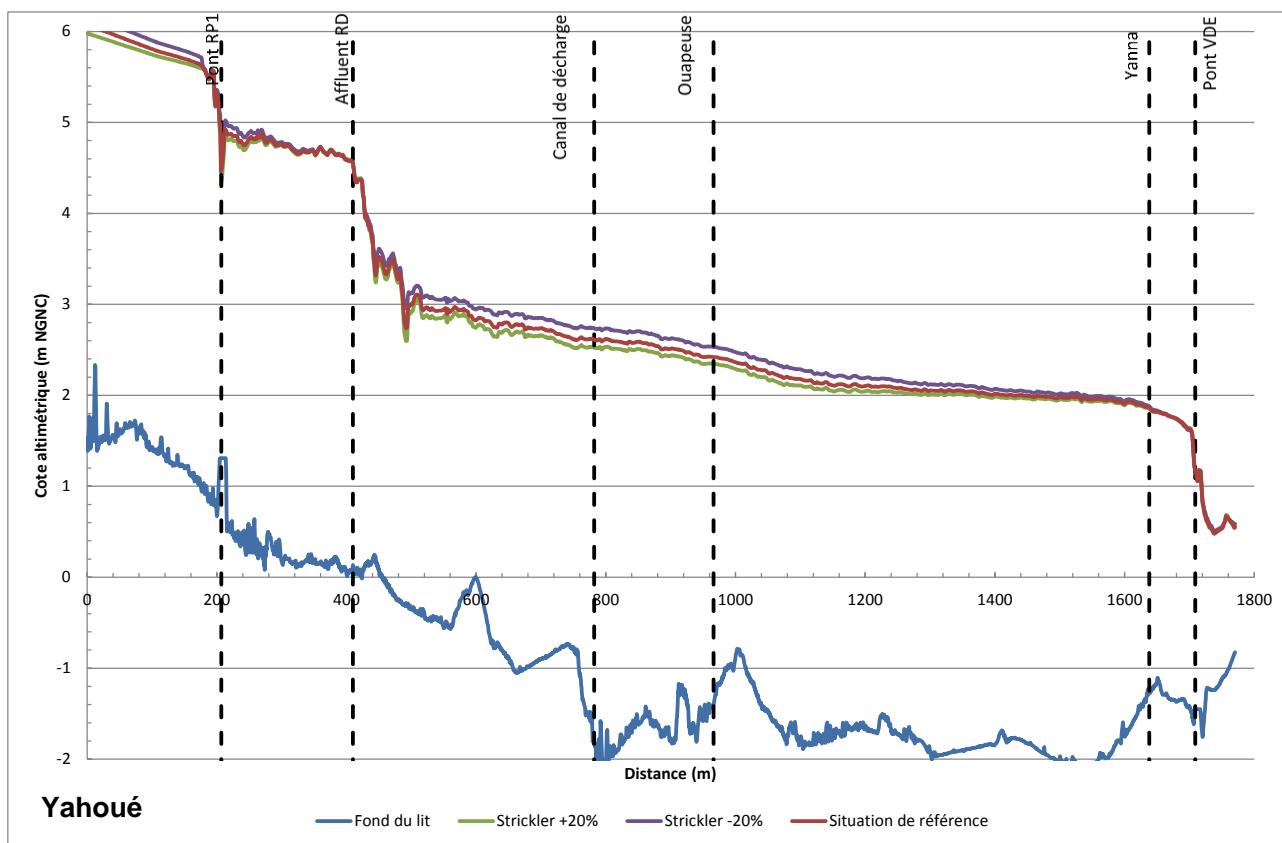


Figure 59 : analyse de sensibilité, crue centennale, rugosité, Yahoué

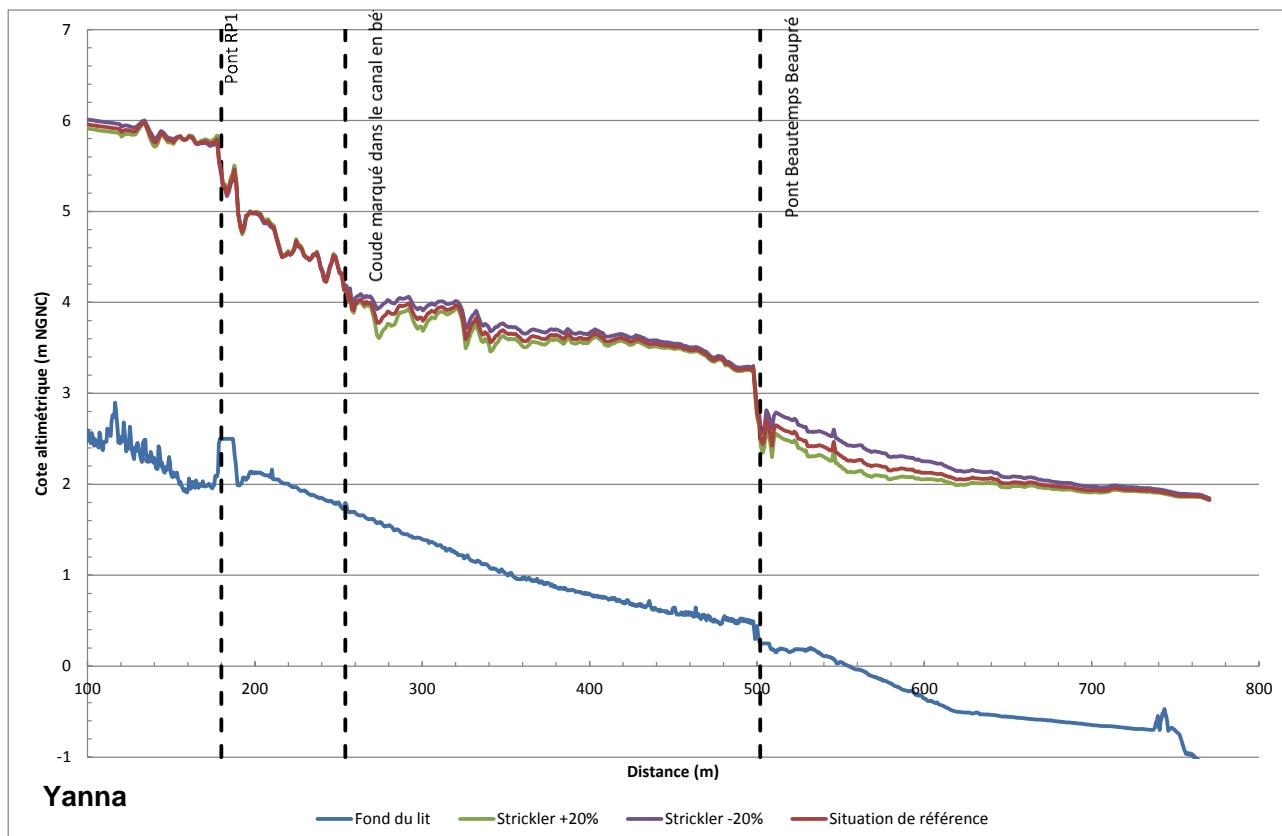


Figure 60 : analyse de sensibilité, crue centennale, rugosité, Yanna

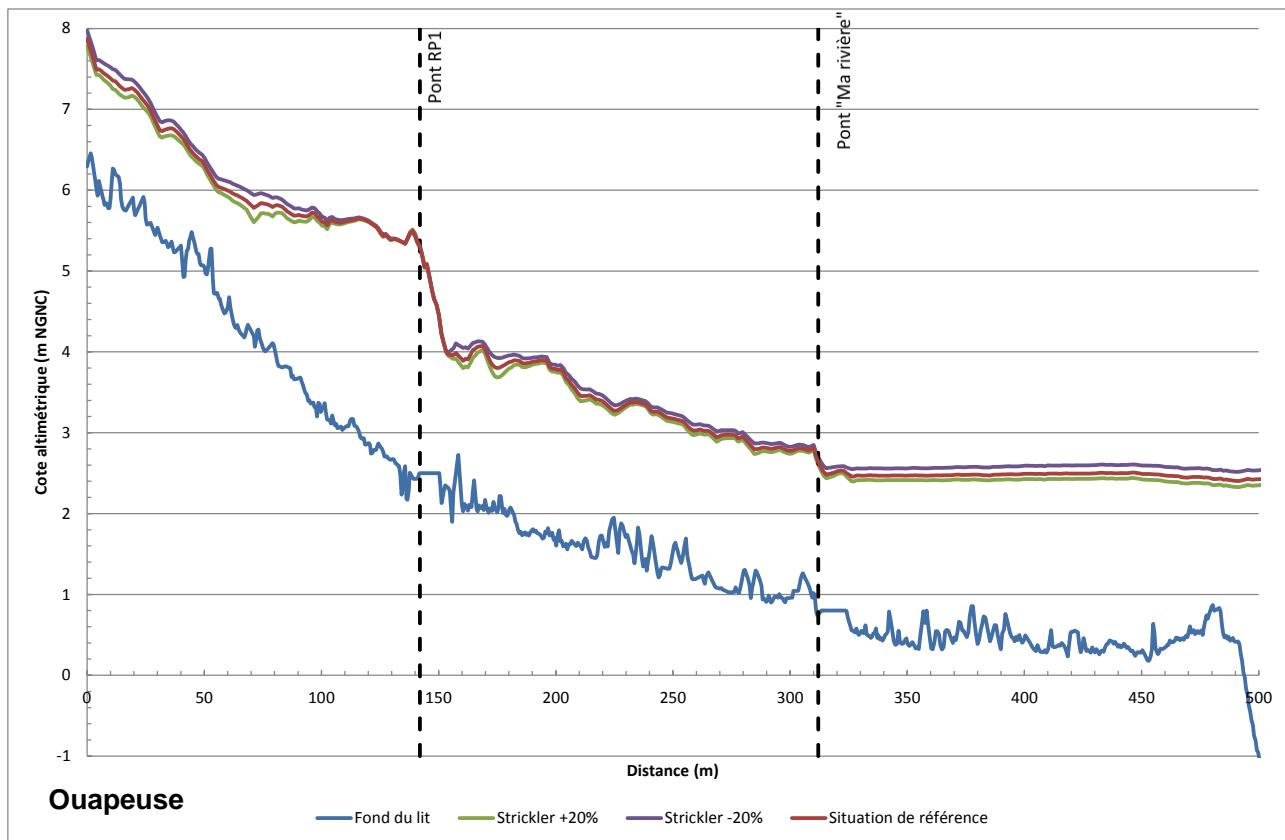


Figure 61 : analyse de sensibilité, crue centennale, rugosité, Ouapeuse

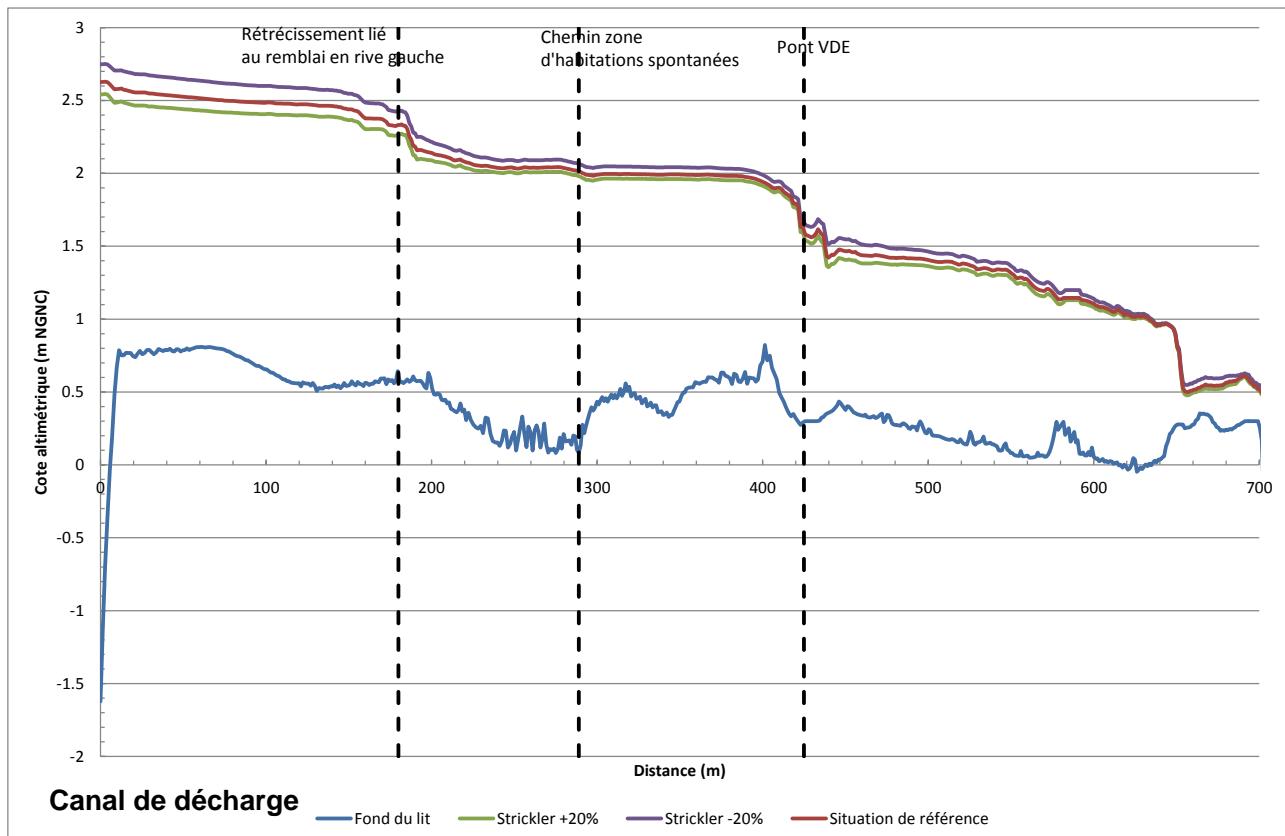


Figure 62 : analyse de sensibilité, crue centennale, rugosité, canal de décharge

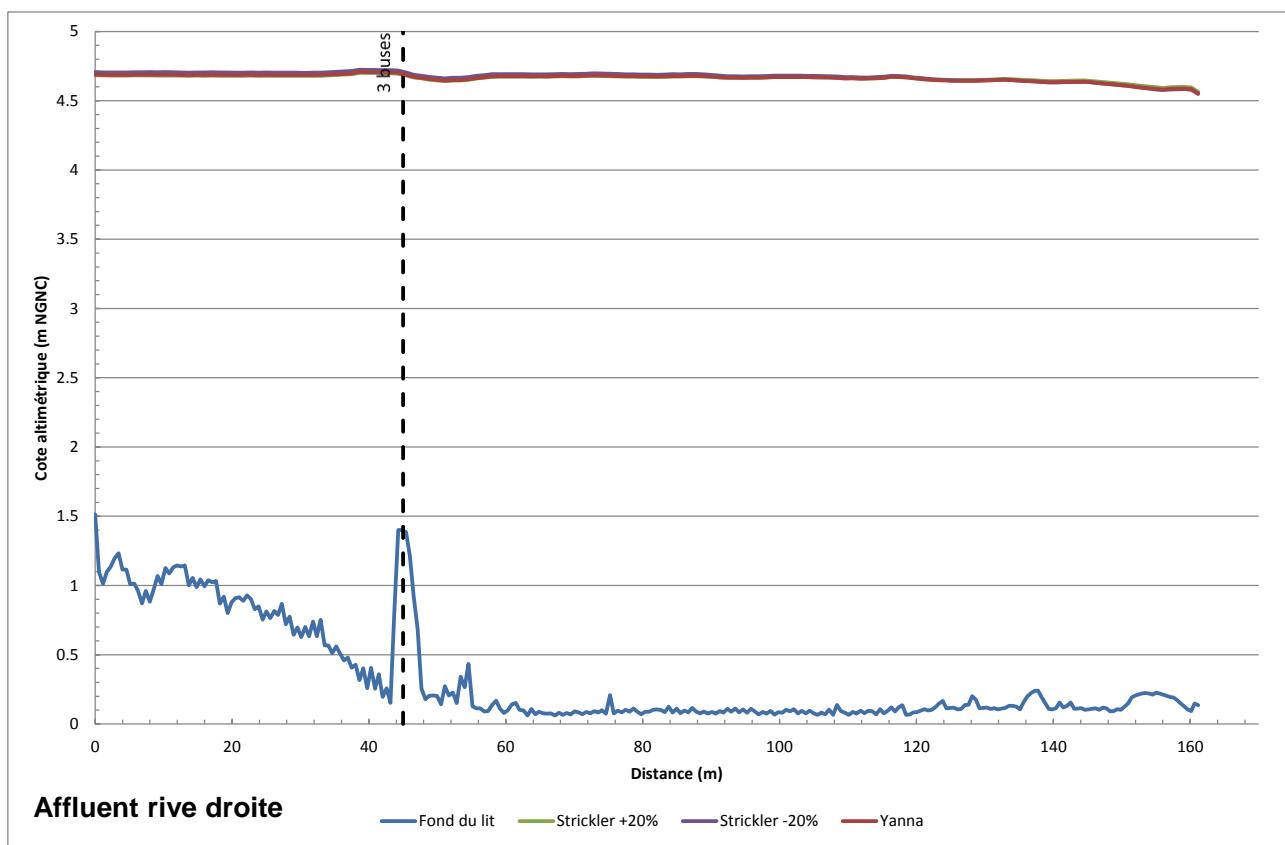


Figure 63 : analyse de sensibilité, crue centennale, rugosité, affluent rive droite

L'impact de la rugosité sur les hauteurs d'eau est globalement homogène sur l'ensemble de la zone d'étude :

- une diminution de 20% du coefficient de Strickler conduit en moyenne à une augmentation des niveaux d'eau de 10 cm,
- une augmentation de 20% du coefficient de Strickler conduit en moyenne à une diminution des niveaux d'eau de 5 cm.

L'influence de la rugosité est moindre en amont des ouvrages et en amont du coude dans le canal de la Yanna (influence prépondérante des éléments singuliers).

4.4 Analyse de sensibilité : Embâcles sous les ponts

La sensibilité des ponts aux embâcles est analysée en simulant une réduction de la section d'écoulement sous les ponts de 30%. L'influence de cette réduction de section est représentée sur la cartographie en annexe 9 et sur les profils en long suivants :

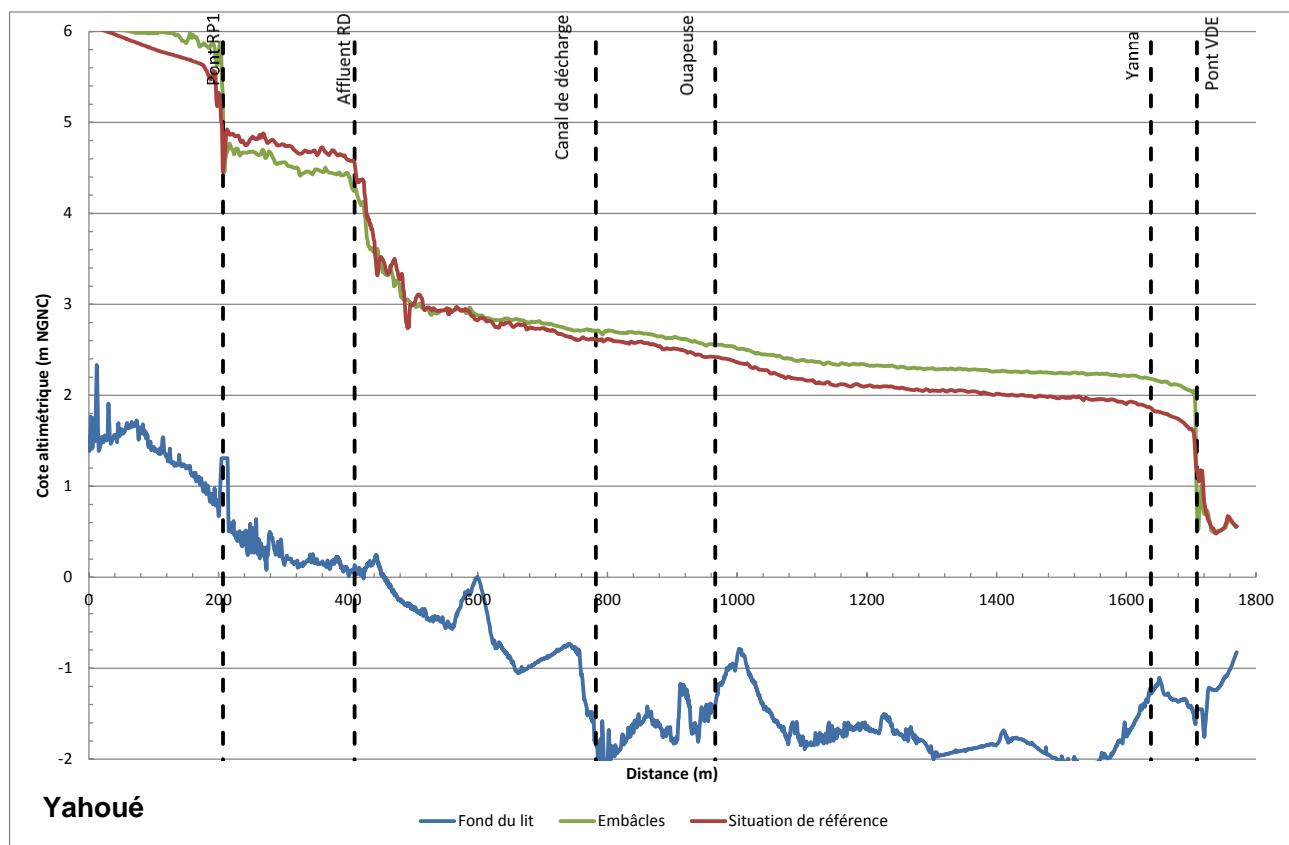


Figure 64 : analyse de sensibilité, crue centennale, embâcles, Yahoué

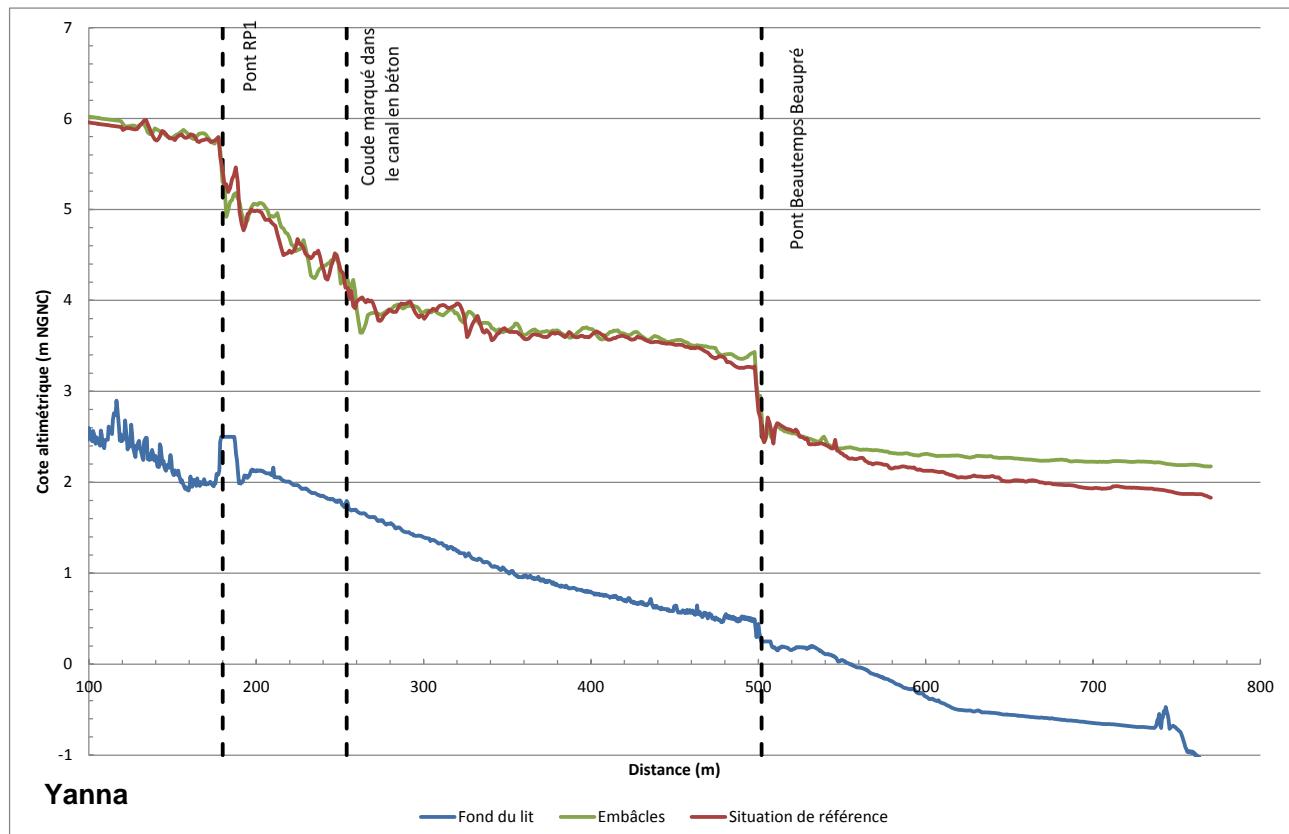


Figure 65 : analyse de sensibilité, crue centennale, embâcles, Yanna

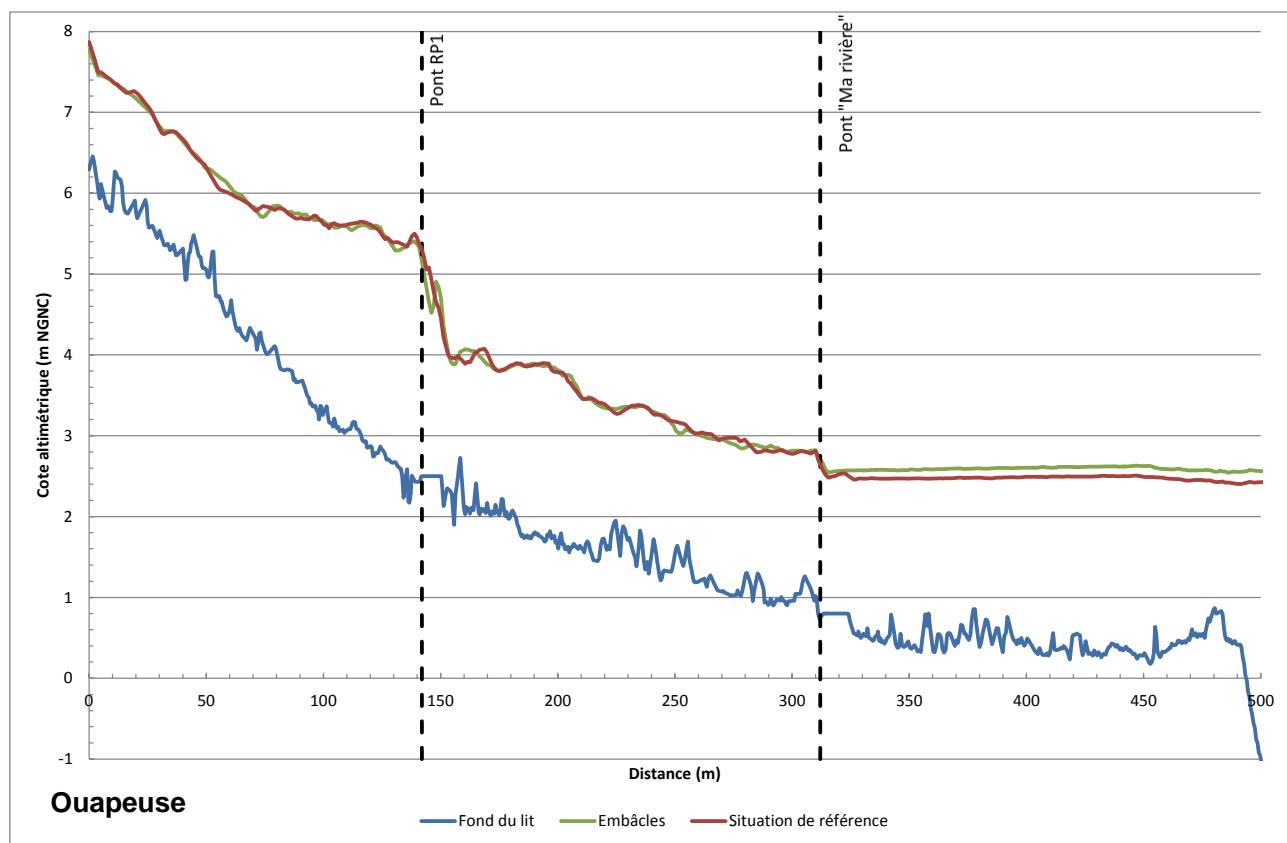


Figure 66 : analyse de sensibilité, crue centennale, embâcles, Ouapeuse

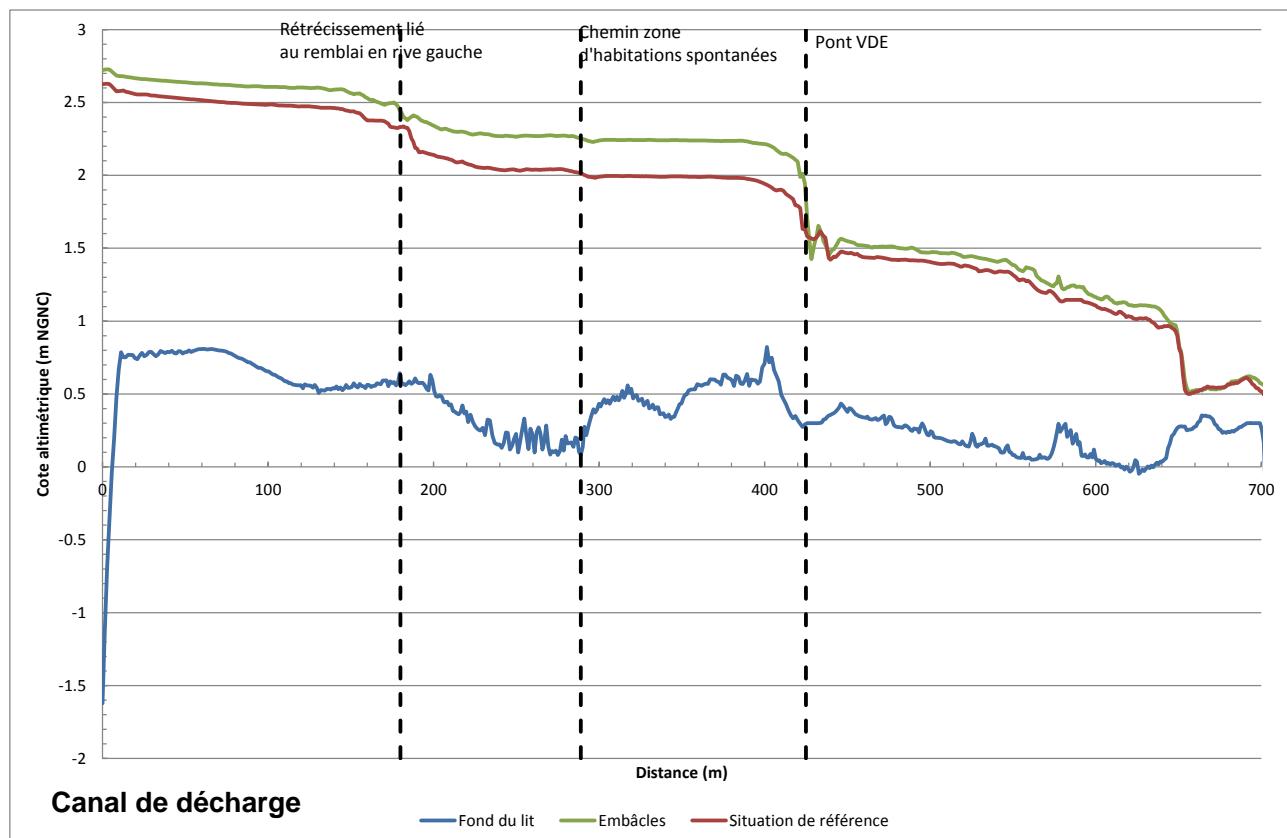


Figure 67 : analyse de sensibilité, crue centennale, embâcles, canal de décharge

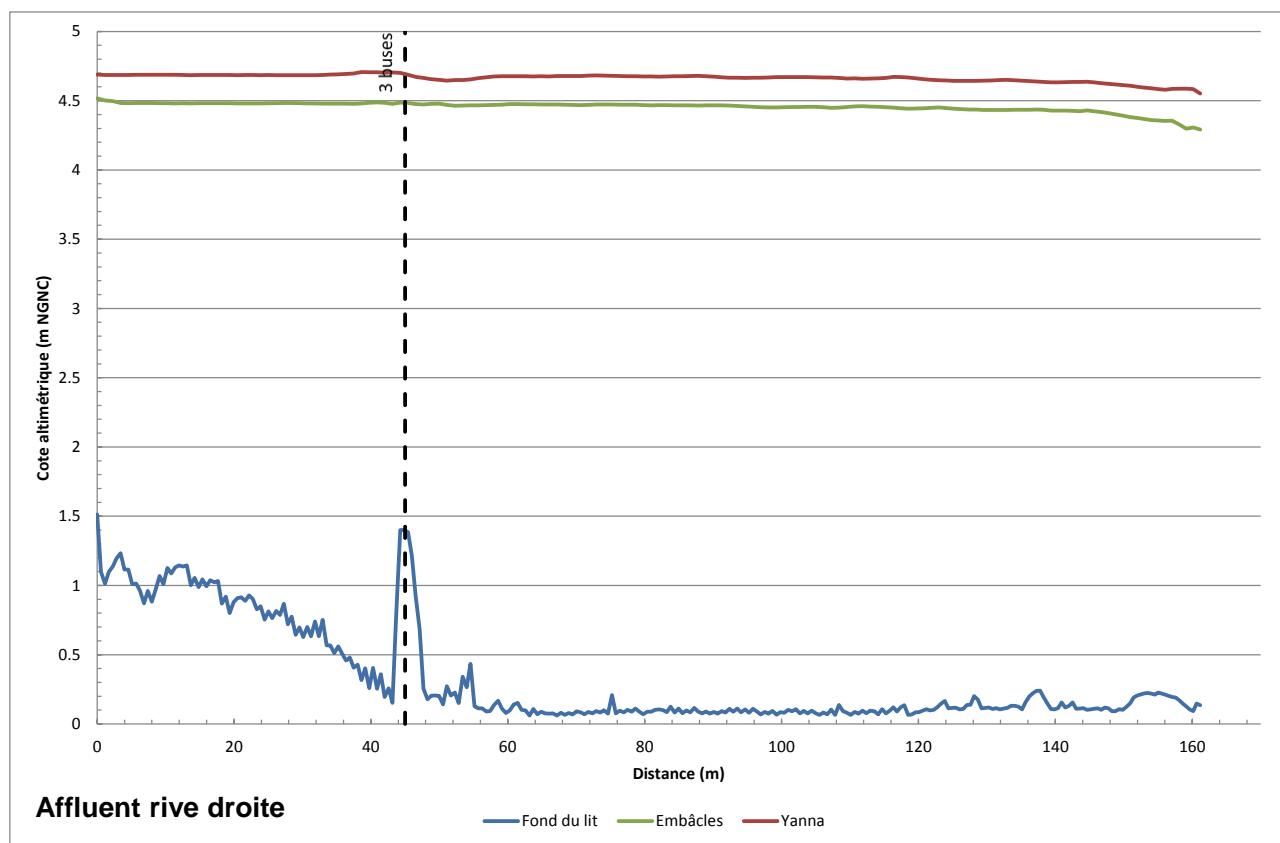


Figure 68 : analyse de sensibilité, crue centennale, embâcles, affluent rive droite

En crue centennale, la présence d'embâcles sous les ponts a pour conséquence :

- une augmentation comprise entre 10 et 20 cm sur les enjeux en aval de la RP1 en rive droite et gauche de la Yanna,
- une augmentation comprise entre 20 et 40 cm dans les zones d'habitations spontanées et dans le quartier « Ma Rivière »,
- une augmentation comprise entre 10 et 20 cm sur les enjeux en rive gauche de la Yahoué,
- une diminution entre 10 et 20 cm entre le pont de la RP1 sur la Yahoué et la confluence avec l'affluent rive droite.

La diminution sur ce secteur correspond à une modification de la répartition entre le flux passant dans le pont de la RP1 et le flux passant par-dessus la RP1 en rive gauche :

- le débit transitant par le pont est diminué en cas d'embâcles : les niveaux d'eau en aval du pont en lit mineur sont donc abaissés.
- le débit transitant par-dessus la RP1 en rive gauche est augmenté en cas d'embâcles : les niveaux d'eau en lit majeur rive gauche sont donc augmentés.

En crue centennale, les ponts les plus sensibles aux embâcles sont les ponts sur la Yahoué et le pont de la rue Beautemps Beaupré sur la Yanna. En effet, les autres ponts sont déjà très largement submergés dans la situation de référence. Compte-tenu de la largeur déversante importante sur la route, la diminution de la débitance sous ces ponts ne conduit qu'à une faible augmentation des niveaux d'eau à proximité de ces ponts.

4.5 ANALYSE DE SENSIBILITE : HYDROLOGIE

Deux analyses de sensibilité sont réalisées pour évaluer l'influence de l'hydrologie sur les niveaux d'eau sur la zone d'étude :

- Analyse « volume méthode rationnelle » : les hydrogrammes sont construits avec les débits de pointes et le volume de crue issus de la méthode rationnelle, correspondant à une diminution du volume de crue de 57% par rapport à la situation de référence et une conservation du débit de pointe (cf. tableau 17),
- Analyse « débit de pointe méthode GR4 » : les hydrogrammes sont construits avec les débits de pointes et le volume de crue issus de la modélisation hydrologique, correspondant à une diminution du débit de pointe et du volume de crue de 14% par rapport à la situation de référence (cf. tableau 17),

La figure 69 compare l'hydrogramme injecté dans la Yahoué pour les deux analyses de sensibilité et la situation de référence. L'hydrogramme construit à partir du débit de pointe de la méthode GR4 est construit par homothétie avec l'hydrogramme de la situation de référence, conduisant à une diminution des volumes. Néanmoins, cette diminution est très faible devant la diminution de l'analyse « volume méthode rationnelle », ce qui permet une analyse individuelle de l'impact du volume et du débit de pointe par comparaison des trois simulations.

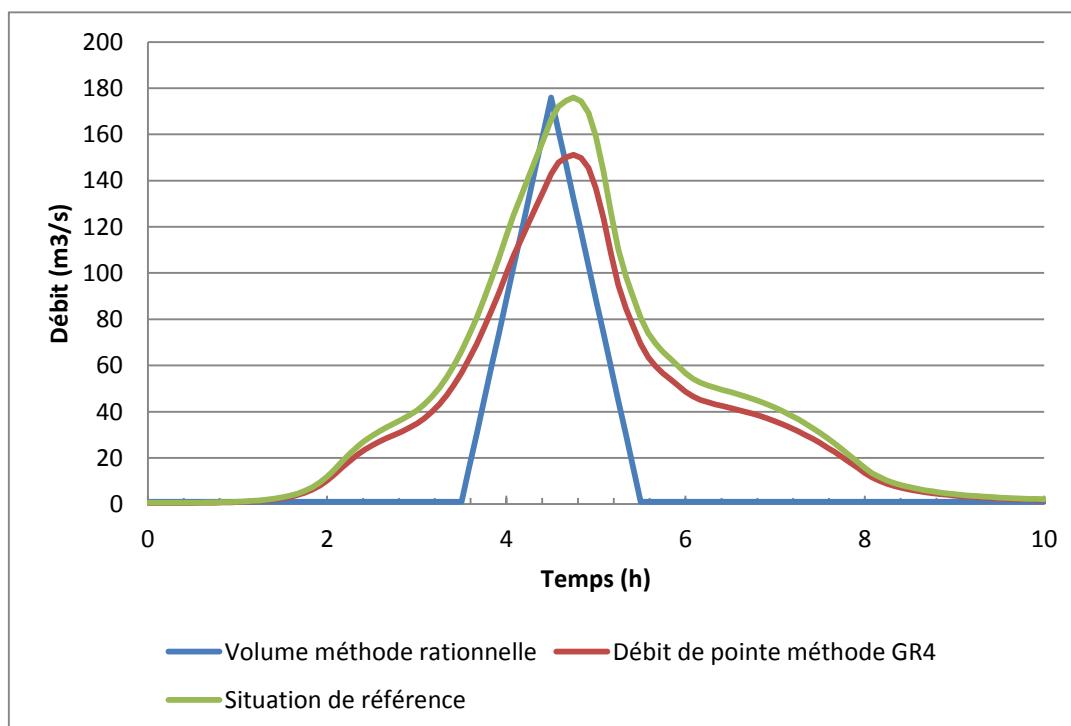


Figure 69 : hydrogrammes injectés dans la Yahoué dans les analyses de sensibilité sur l'hydrologie

	Débit de pointe (m ³ /s)	Volume (m ³)	Ecart débit de pointe // situation de référence	Ecart volume // situation de référence
$Q_{100 \text{ ref}}$	176	1 511 177		
$Q_{100 \text{ volume rationnelle}}$	176	643 005	0%	-57%
$Q_{100 \text{ Qp GR4}}$	151	1 298 041	-14%	-14%

Tableau 17 : comparaison des volumes et débits de pointe des analyses de sensibilité sur l'hydrologie – Yahoué, crue centennale

Les résultats de ces simulations sont comparées à la situation de référence sur la cartographie en annexe 9 et sur les profils en long ci-après.

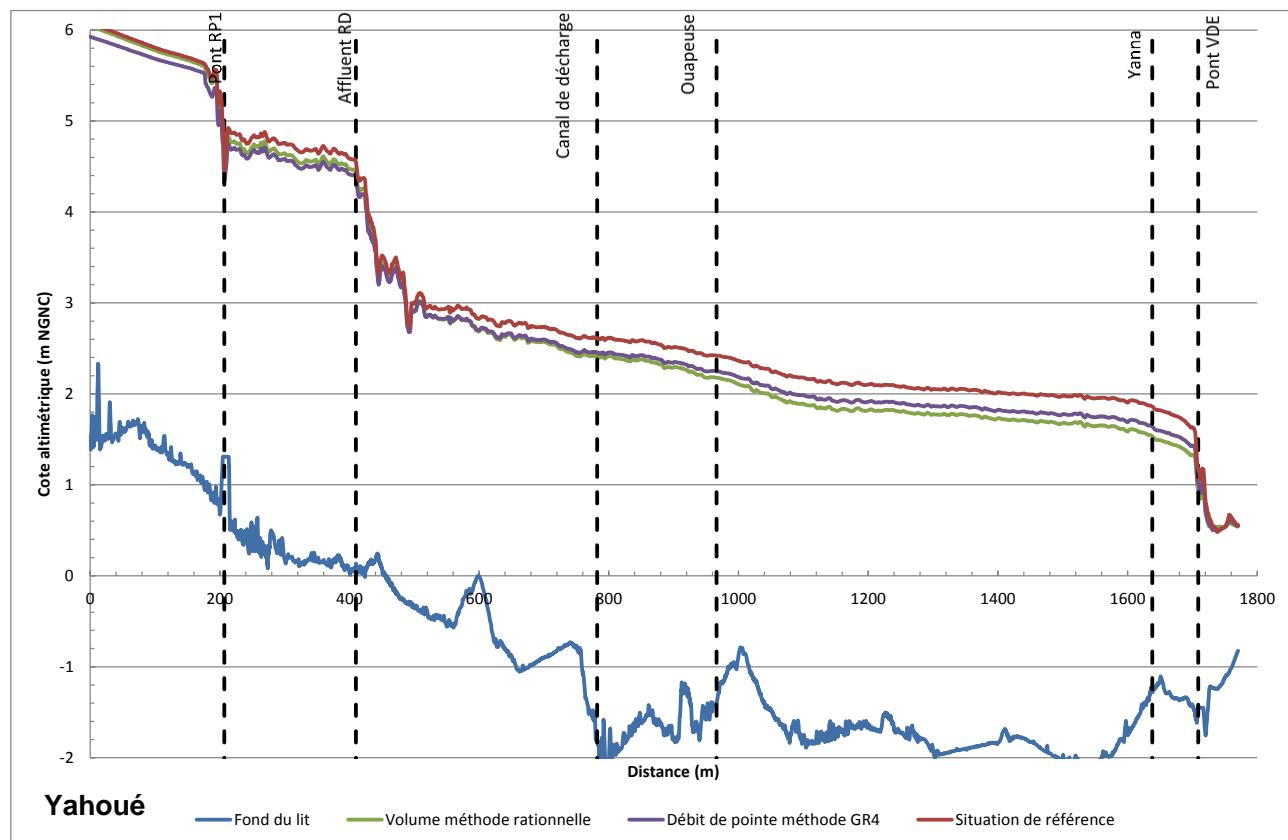


Figure 70 : analyse de sensibilité, crue centennale, hydrologie, Yahoué

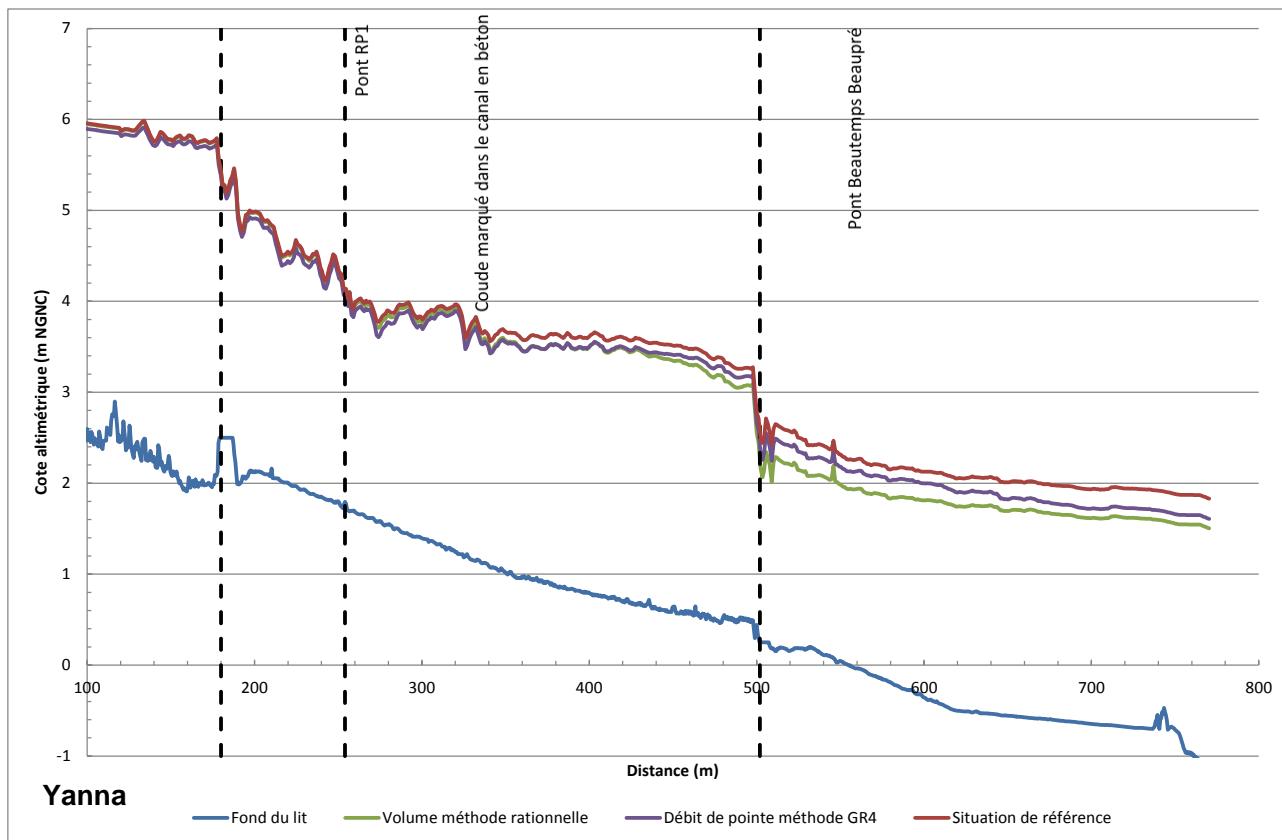


Figure 71 : analyse de sensibilité, crue centennale, hydrologie, Yanna

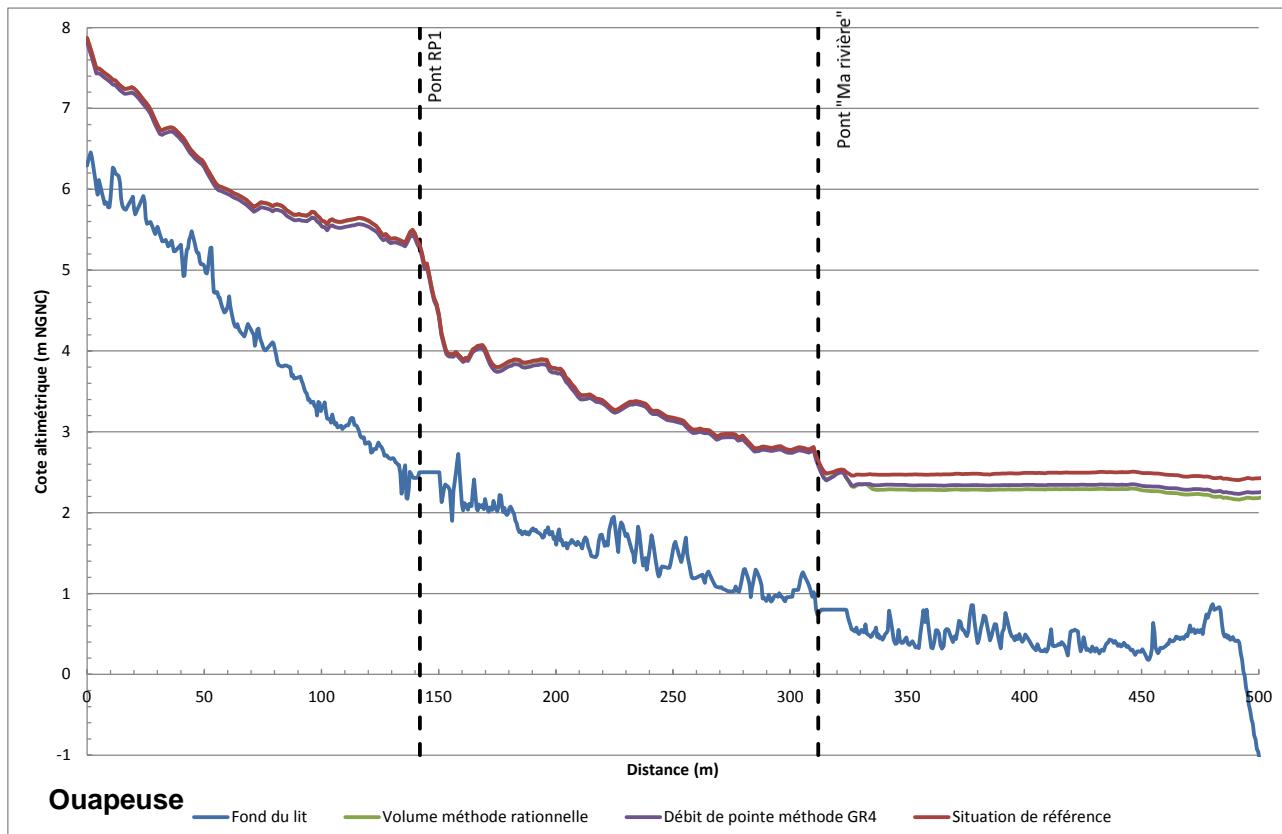


Figure 72 : analyse de sensibilité, crue centennale, hydrologie, Ouapeuse

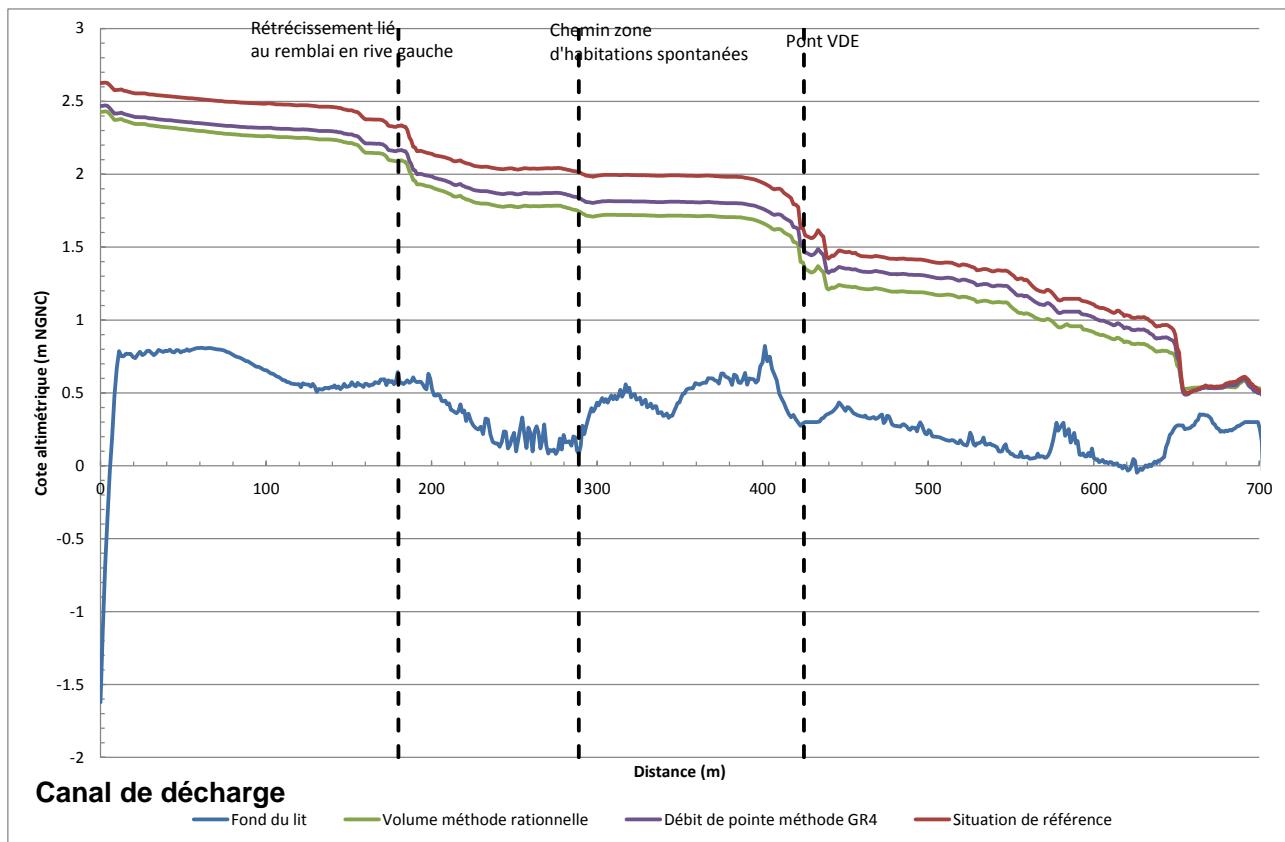


Figure 73 : analyse de sensibilité, crue centennale, hydrologie, canal de décharge

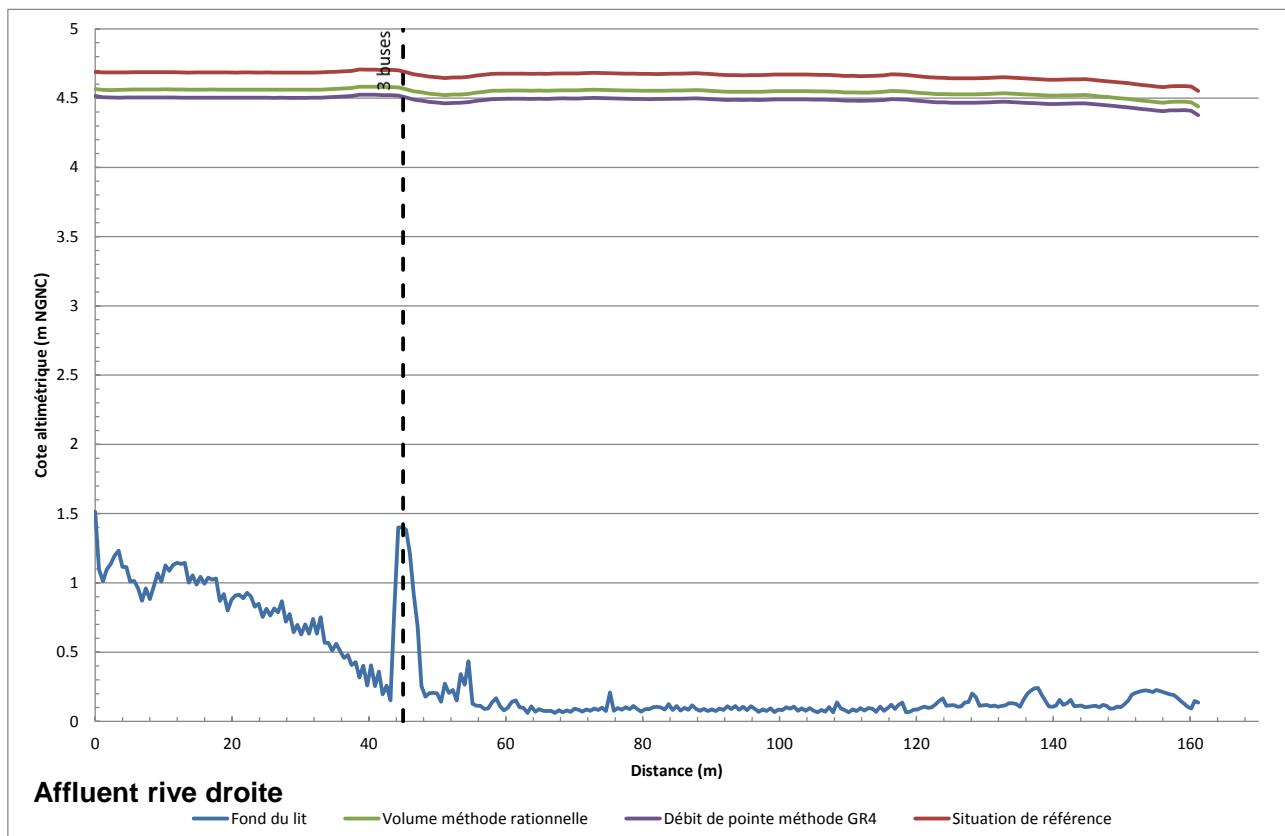


Figure 74 : analyse de sensibilité, crue centennale, hydrologie, affluent rive droite

Pour une crue centennale :

- une diminution du débit de pointe de 14% conduit à une diminution des niveaux d'eau de 5 à 20 cm sur l'ensemble de la zone inondée par rapport à la situation de référence. Cette influence croît progressivement d'amont en aval.
- une diminution du volume de 57% conduit à une diminution des niveaux d'eau de 5 à 40 cm sur l'ensemble de la zone inondée par rapport à la situation de référence. Cette influence croît progressivement d'amont en aval. Elle est plus marquée dans les casiers hydrauliques (zones d'accumulation à faibles vitesses d'écoulement en rive gauche de la Yanna entre la rue Beautemps Beaupré et la VDE). Elle est moins marquée sur la partie amont des cours d'eau où les volumes de stockage en lit majeur sont faibles.

4.6 CONCLUSION DES ANALYSES DE SENSIBILITE

Les analyses de sensibilité ont permis de montrer l'influence de certains paramètres sur les niveaux d'eau atteints en crue centennale.

L'influence de la rugosité est globalement uniforme sur l'ensemble des zones inondées (hors zones singulières telles que des ponts ou coudes) :

- +10 cm pour une diminution de 20% du coefficient de Strickler,
- -5 cm pour une augmentation de 20% du coefficient de Strickler.

L'influence des embâcles est plus marquée sur les ponts sur la Yahoué et le pont de la rue Beautemps Beaupré, les autres ponts étant déjà largement submergés en situation de référence.

La réduction de 30% de la section d'écoulement conduit à une augmentation des niveaux d'eau comprise entre 10 et 20 cm sur la majeure partie des zones inondées et entre 20 et 40 cm sur la partie aval de la Yahoué. Ces ouvrages étant déjà largement submergés en crue centennale, l'influence des embâcles s'en trouve limitée. Une diminution des niveaux est observée en aval du pont de la RP1 sur la Yahoué en raison de débordement amont plus importants en rive gauche.

L'influence des choix sur l'hydrologie a été évaluée. Elle croît progressivement d'amont en aval. La partie amont des cours d'eau (amont de la RP1) est moins sensible aux variations de volume de crue en raison du faible volume de stockage en lit majeur. La zone d'accumulation en rive gauche de la Yanna en amont proche de la VDE est la plus sensible aux variations de volume.

Enfin, un niveau de marée de 1,4 m NGNC conduit à une surélévation maximale de 20 cm dans les zones à enjeux par rapport à un niveau de marée de 0,54 m NGNC. Les zones à enjeux impactées sont le quartier « Ma rivière », les zones d'habitations spontanées le long du canal de décharge et les habitations en rive gauche de la Yahoué le long de la RP1. Les zones à enjeux le long de la Yanna ne sont pas impactées.

En cumulé, les incertitudes sur les niveaux en crue centennale liées aux différents choix réalisés sur la rugosité, les conditions d'écoulements sous les ponts, le niveau de la marée et l'hydrologie des cours d'eau sont majoritairement comprises entre -50 cm et +50 cm. De manière générale, l'incertitude croît d'amont en aval (condition limite aval, embâcles dans les ponts de la VDE et impact du volume et du débit de pointe).

5 SIMULATIONS DES CRUES DE PROJET

5.1 HYPOTHESES

Pour la simulation des crues de projet, les hypothèses suivantes sont considérées :

- Topographie : état actuel relevé en 2017
- Rugosité : jeu de coefficient 2
- Conditions d'écoulement sous les ponts : pas d'embâcles
- Débit de pointe de la crue : résultat de l'application de la méthode rationnelle
- Volume de la crue : homothétie à partir de la forme des hydrogrammes de la modélisation hydrologique, saturation 80%

Condition limite aval : pleine mer combinée à une surcote dépressionnaire de 0,35 m : 1,4 m NGNC

5.2 REPRESENTATION DES RESULTATS

Les cartographies en annexe 10 présentent les classes de hauteurs d'eau pour les crues de période de retour de 5 ans, 10 ans et 100 ans.

Les cartographies en annexe 11 présentent les classes de vitesses d'écoulement pour les crues de période de retour de 5 ans, 10 ans et 100 ans.

Les cartographies en annexe 12 présentent les classes de d'aléas pour la crue centennale.

Pour chaque crue, les niveaux d'eau maximum atteints dans les lits mineurs sont présentés dans les paragraphes suivants.

5.3 PROFILS EN LONG

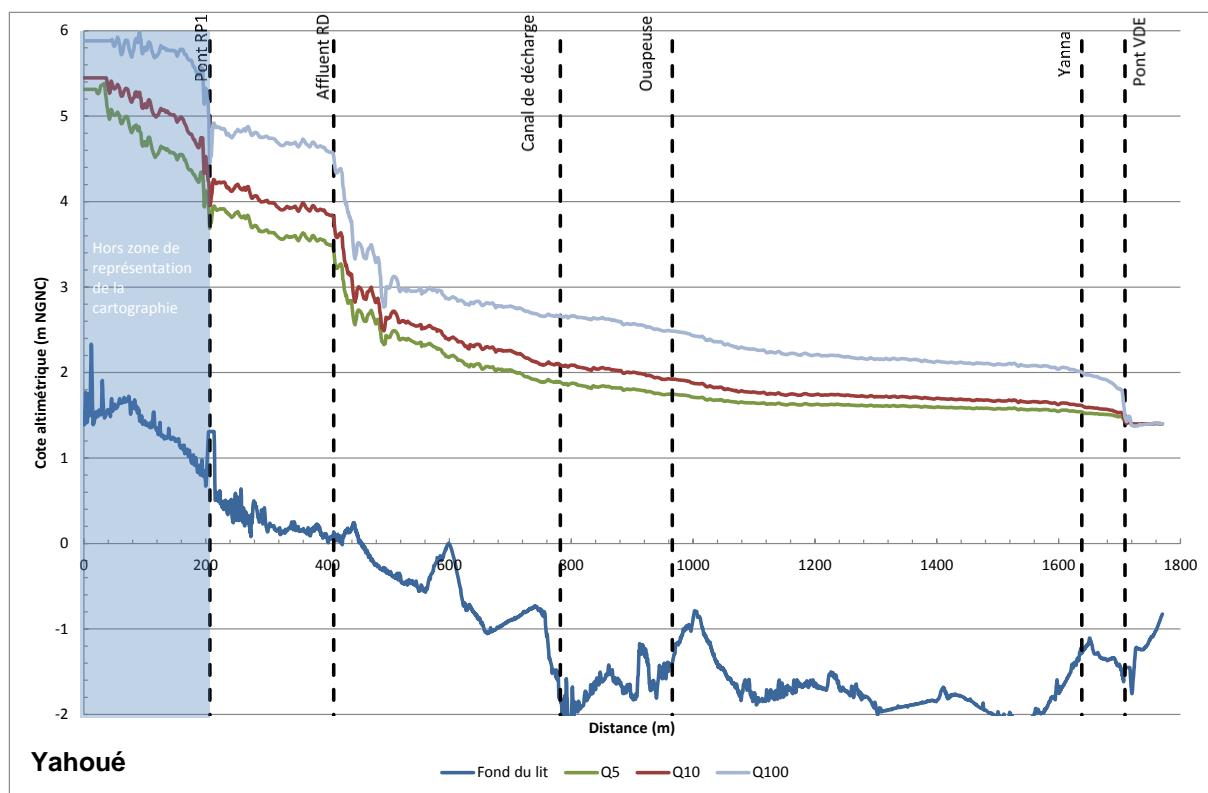


Figure 75 : profil en long, crues de période de retour de 5, 10 et 100 ans, Yahoué

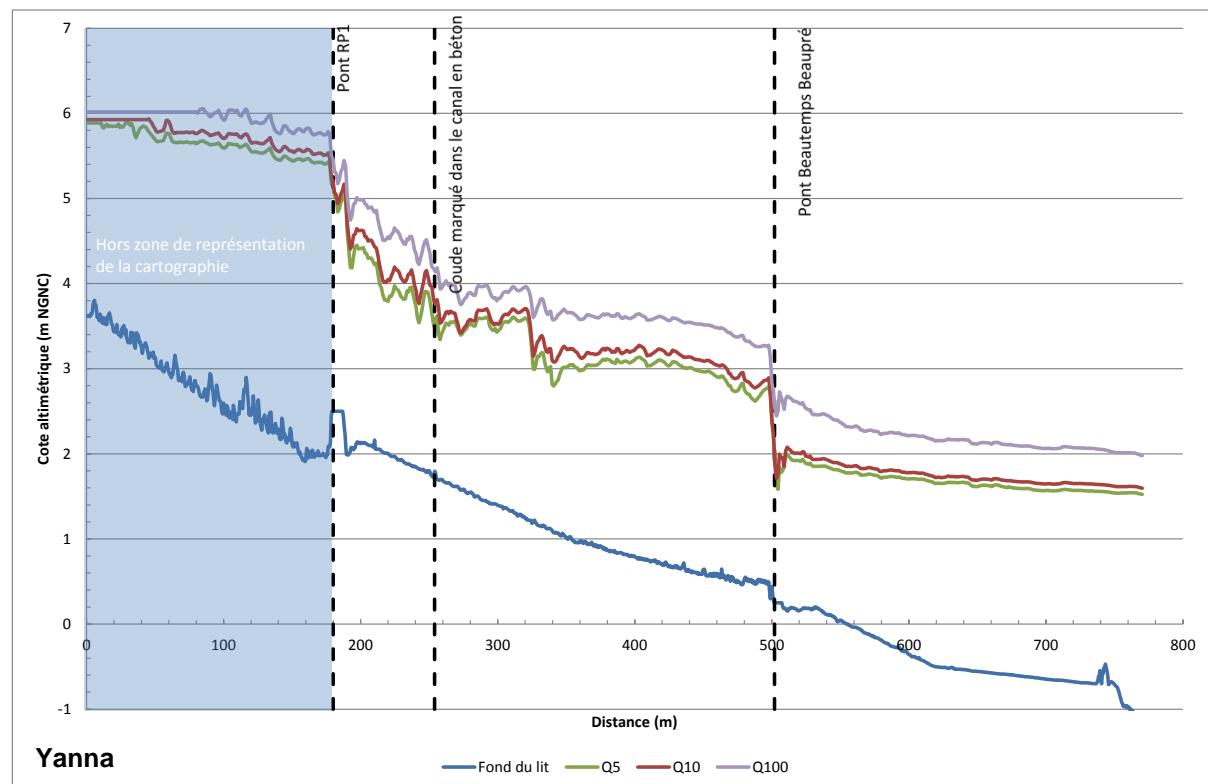


Figure 76 : profil en long, crues de période de retour de 5, 10 et 100 ans, Yanna

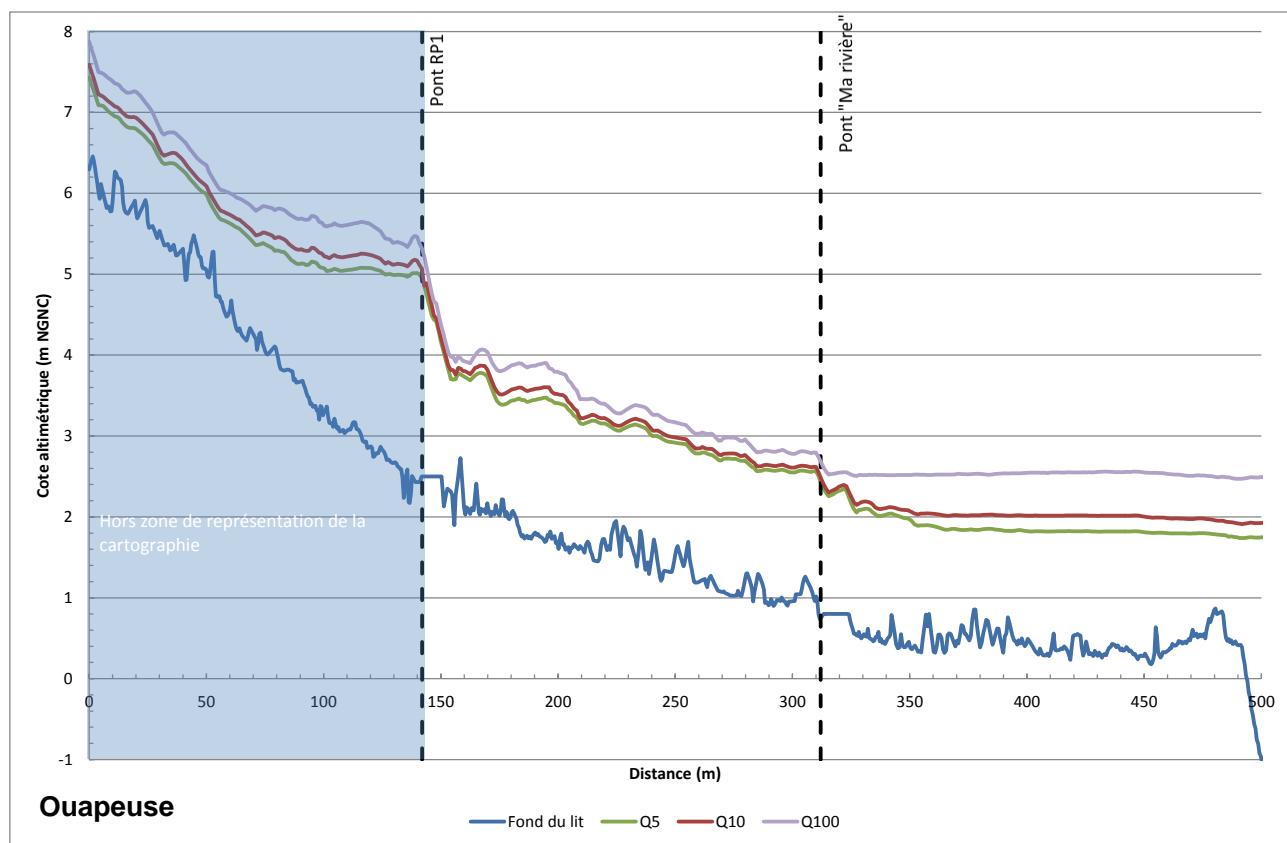


Figure 77 : profil en long, crues de période de retour de 5, 10 et 100 ans, Ouapeuse

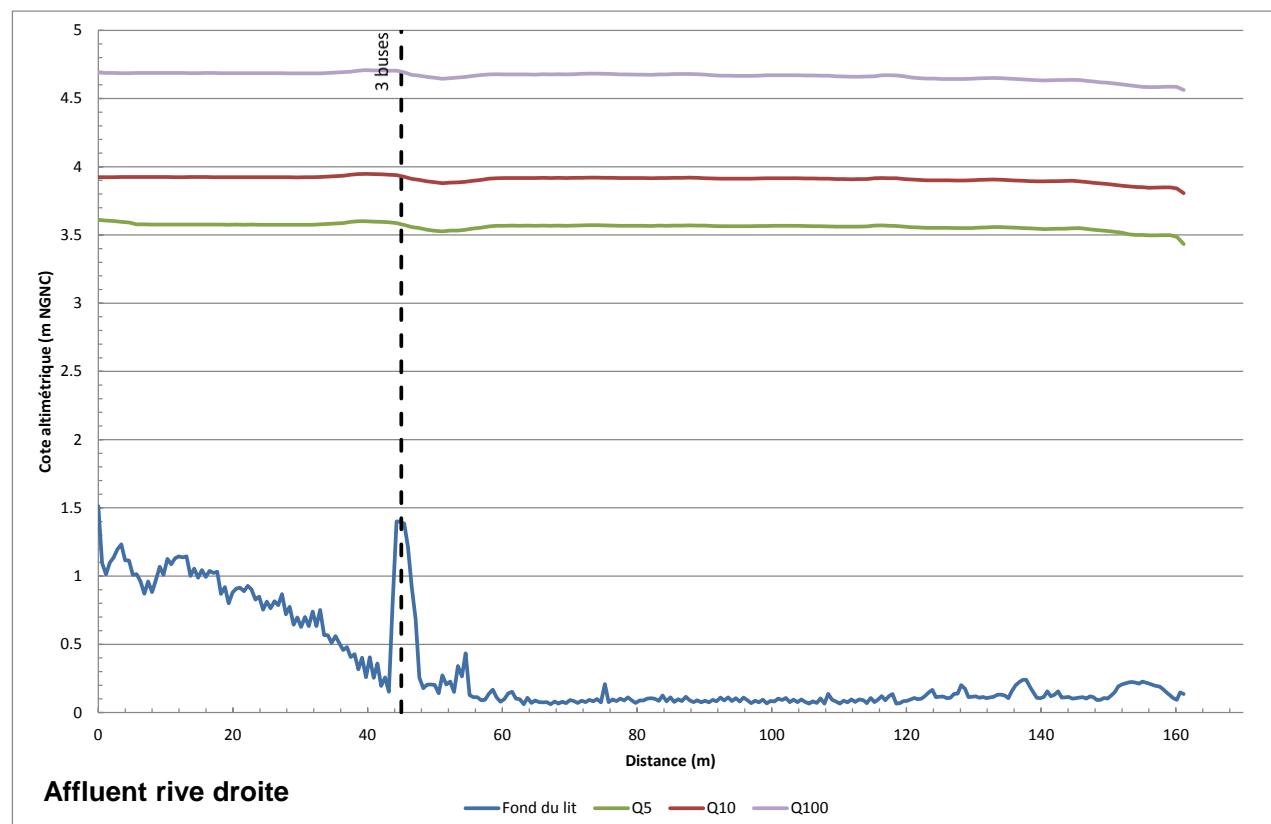


Figure 78 : profil en long, crues de période de retour de 5, 10 et 100 ans, Affluent rive droite

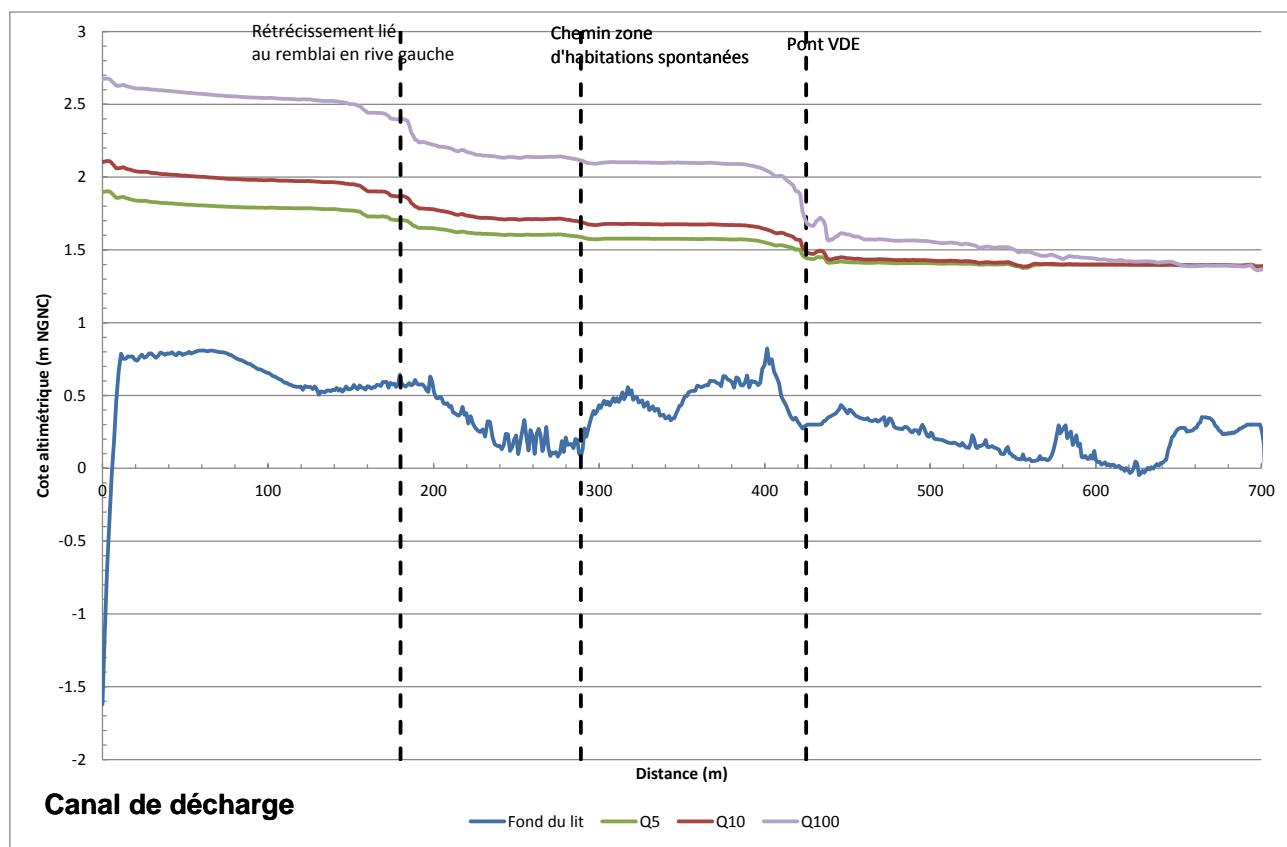


Figure 79 : profil en long, crues de période de retour de 5, 10 et 100 ans, canal de décharge

5.4 ANALYSE

Les ponts de la RP1 sur la Ouapeuse et la Yanna sont en charge dès la crue quinquennale. La RP1 est surversée :

- En rive gauche de la Yahoué, au niveau du bâtiment « Korail ». Les hauteurs d'inondation de la RP1 sont de l'ordre de 10 cm en crue quinquennale, 20 cm en crue décennale et 60 cm en crue centennale.
- En rive droite de la Ouapeuse, au niveau du « Drive in ». Les hauteurs d'inondation de la RP1 sont de l'ordre de 10 cm en crue quinquennale, 13 cm en crue décennale et 15 cm en crue centennale.
- En rive droite et gauche de la Yanna. Les hauteurs d'inondation de la RP1 sont de l'ordre de 10 cm en crue quinquennale, 20 cm en crue décennale et 25 cm en crue centennale de part et d'autre.

Le profil en long de la Yanna montre une perte de charge de l'ordre de 40 cm en crue quinquennale, 30 cm en crue décennale et 5 cm en crue centennale au niveau du point métrique 320. Celle-ci correspond aux premiers débordements du tronçon canalisé vers le lit majeur en rive gauche.

Les zones à enjeux inondées sont :

- En rive gauche et droite de la section canalisée de la Yanna. Les hauteurs d'inondation en lit majeur sont majoritairement inférieures à 1 m en crue quinquennale et majoritairement

comprises entre 1 m et 1,5 m en crue décennale. Elles dépassent régulièrement 1,5 m en rive gauche en crue centennale. La station « Mobil » est inondée en crue centennale. La cinétique d'inondation est la suivante :

- En rive droite : inondation par la surverse sur la RP1, puis retour dans le lit mineur en amont de la rue Beautemps Beaupré.
- En rive gauche : inondation par la surverse sur la RP1 et par débordement du lit mineur canalisé. En crue centennale, le casier hydraulique se remplit progressivement jusqu'à surverse sur la rue Raphael Pidjot et inondation de la station « Mobil ».
- En rive gauche de la Ouapeuse dans le quartier « Ma Rivière ». Les hauteurs d'inondation en lit majeur sont majoritairement inférieures à 50 cm en crue quinquennale et décennale et comprises entre 50 cm et 1 m en crue centennale. Elles dépassent néanmoins 1 m en bordure de la Yahoué et dans les points bas du quartier « Ma rivière » pour toutes les crues étudiées. La cinétique d'inondation est un débordement en partie amont du quartier « Ma rivière » puis un ruissellement jusqu'au retour dans la Yahoué.
- En rive gauche de la Yahoué, par débordement direct de la Yahoué. Les hauteurs d'inondation peuvent atteindre 0,7 m en crue quinquennale, 0,8 m en crue décennale et dépasser le mètre en crue centennale.

La rive droite de la Yahoué est inondée par des hauteurs supérieures au mètre dès la crue quinquennale 50 m en aval de la confluence avec l'affluent rive droite jusqu'au canal de décharge.

En crue quinquennale, les vitesses d'écoulement sont inférieures à 1 m/s sauf en lit mineur de la Yanna, de la Ouapeuse et de la partie amont de la Yahoué jusqu'à la confluence avec le canal de décharge.

En crue décennale, les vitesses d'écoulement sont inférieures à 1 m/s sauf :

- en lit mineur de la Yanna, de la Ouapeuse et de la partie amont de la Yahoué jusqu'au quartier « Ma rivière »,
- en lit majeur au droit des surverses sur la RP1.

En crue centennale, les vitesses d'écoulement sont inférieures à 1 m/s sauf :

- en lit mineur de la Yanna, de la Ouapeuse et de la partie amont de la Yahoué jusqu'au quartier « Ma rivière »,
- en lit majeur au droit des surverses sur la RP1, du bâtiment « Korail », de la station « Mobil » et de certaines voiries.

Les vitesses dans le canal de décharge sont inférieures à 1m/s jusqu'à la crue centennale.

5.5 PLAN SYNOPTIQUE DE COMPORTEMENT HYDRAULIQUE DU SECTEUR D'ETUDE EN CAS DE CRUE CENTENNALE

La figure 80 présente le plan synoptique de la crue pour la crue centennale.

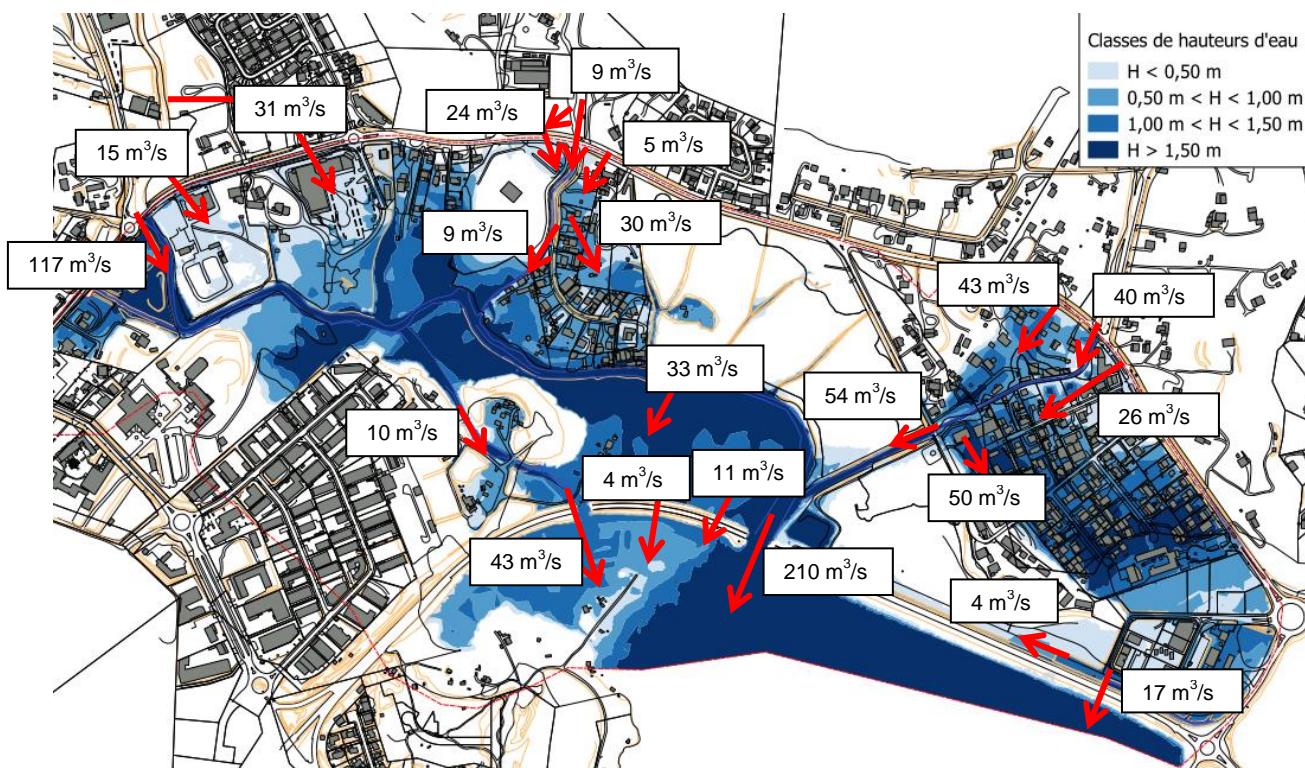


Figure 80 : plan synoptique de la crue centennale

5.6 IMPACT DU CENTRE COMMERCIAL « KORAIL »

Une analyse spécifique a été réalisée afin d'évaluer l'impact du centre commercial Korail sur les niveaux d'eau en crue centennale. Deux modélisations ont été réalisées :

- une modélisation considérant le centre commercial Korail hydrauliquement transparent,
- une modélisation considérant le centre commercial Korail complètement étanche et faisant obstacle aux écoulements.

L'impact sur les niveaux d'eau est présenté sur la figure 81.

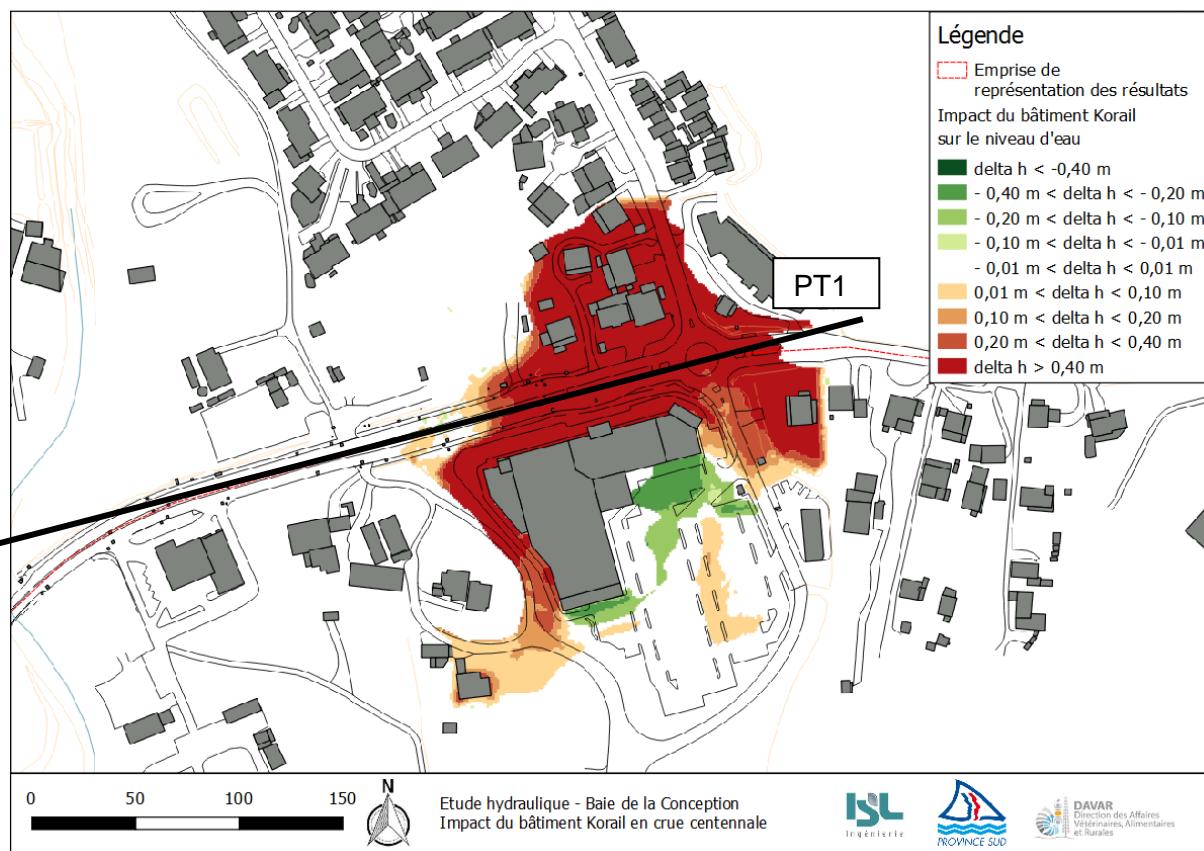


Figure 81 : impact du centre commercial Korail sur les niveaux d'eau en crue centennale

L'impact du centre commercial est très localisé. Le bâtiment n'a pas d'impact sur la répartition du débit entre le bras dans le lit mineur et la surverse par la RP1 en rive gauche en crue centennale. En effet, la zone en amont du bâtiment Korail est une cuvette se remplissant, comme le montre le profil en travers PT1 en figure 82.

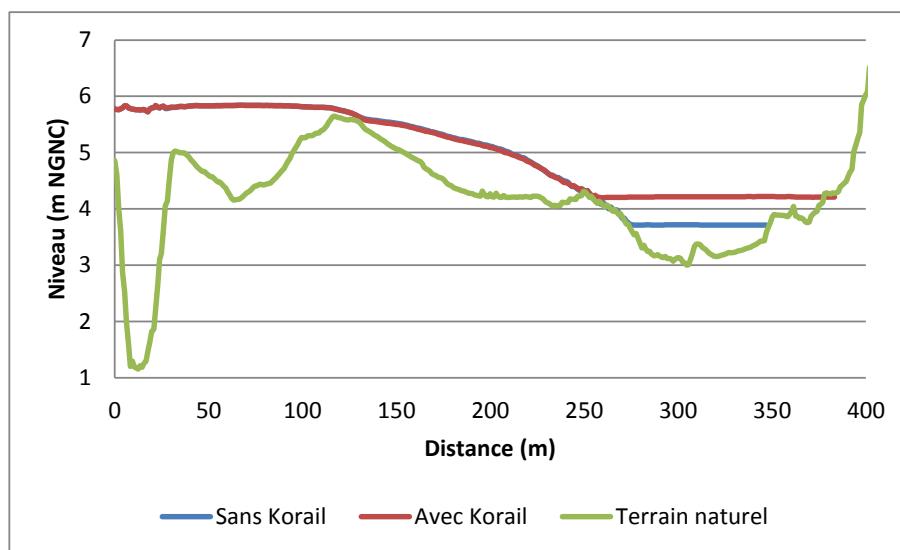


Figure 82 : profil en travers PT1

L'impact du centre commercial Korail en crue centennale est une augmentation du niveau d'eau de l'ordre de 50 cm aux alentours proches du bâtiment.

Cette augmentation impacte :

- Sept bâtiments en amont de la RP1, déjà inondés et présentant un aléa fort en considérant le centre commercial transparent. Trois d'entre eux présenteraient un aléa très fort en considérant le centre commercial parfaitement étanche.
- Deux bâtiments dans la zone de représentation de la cartographie en aval de la RP1, non inondés en considérant le centre commercial hydrauliquement transparent.

Sans étude approfondie des possibilités de circulation d'eau dans le centre commercial Korail, il n'est pas possible de savoir avec précision la répartition réelle des flux dans cette zone. Ainsi, à titre conservateur, il a été considéré dans la cartographie en aval de la RP1 :

- Les hauteurs d'eau issues de la modélisation considérant le centre commercial Korail transparent, corrigées par une surélévation de 50 cm (augmentation d'une classe de hauteur) dans la zone de surélévation.
- Les vitesses d'écoulement de la modélisation considérant le centre commercial Korail transparent.

6 CARTOGRAPHIE DES ZONES INONDABLES

6.1 EMPRISE DE LA ZONE CARTOGRAPHIÉE

Afin d'éviter les effets de frontière, la zone cartographiée est plus réduite que la zone d'étude présentée au chapitre 3.4.1. Elle s'étend sur la partie située en aval de la route provinciale n°1.

6.2 CONSOLIDATION DES CARTOGRAPHIES

La nouvelle cartographie ne concerne que la zone située en aval de la route provinciale n°1.

Sur ce secteur, elle se substitue à la cartographie précédente établie en 2010.

Sur le secteur situé en amont de la route provinciale n°1, l'étude de 2010 reste valide.

Aussi, les cartographies produites reprennent les résultats obtenus dans la présente étude sur la partie aval et les consolident avec les résultats de 2010 sur la partie amont afin de n'avoir qu'une seule cartographie.

La limite d'étude apparaît clairement sur les cartes.

6.3 CARTE DES ISO-HAUTEURS ET DES ISO-VITESSES

Les hauteurs d'eau sont représentées sous la forme de classes d'iso-hauteurs par incrément de 0,5 m. Les hauteurs d'eau sont calculées par croisement des niveaux d'eau extraits à chaque nœud de la modélisation hydraulique avec le modèle numérique de terrain. Les classes de hauteurs d'eau sont :

- $0 \text{ m} < h < 0,5 \text{ m}$
- $0,5 \text{ m} < h < 1 \text{ m}$
- $1 \text{ m} < h < 1,5 \text{ m}$
- $h > 1,5 \text{ m}$

Les cartographies de hauteurs d'eau sont présentées en annexe 10.

Cette cartographie fait également apparaître les isocotes le long desquelles les niveaux d'eau (en m NGNC) modélisés en crue centennale sont égaux.

Les vitesses d'écoulement sont représentées sous la forme des classes d'iso-vitesses suivantes :

- $v < 1 \text{ m/s}$
- $v > 1 \text{ m/s}$

Les cartographies de vitesses d'écoulement sont présentées en annexe 11.

Les vitesses et les hauteurs d'eau sont issues de la modélisation considérant le centre commercial Korail transparent. Pour la crue centennale, une correction manuelle est réalisée au niveau des zones impactées telle que présentée en 5.6.

6.4 CARTE DES ALEAS

La qualification des aléas traduit le niveau de menace des inondations sur la vie humaine.

La cartographie des aléas est établie pour la crue centennale. Celle-ci est construite par croisement des classes de vitesses et des classes de hauteurs d'eau selon la grille présentée dans le tableau 18.

VITESSE HAUTEUR D'EAU	Faible à modérée $\le 1 \text{ m/s}$	Forte à très forte $> 1 \text{ m/s}$
	Moyen	Fort
$0 \text{ m} < H \le 0.5 \text{ m}$	Moyen	Fort
$0.5 < H \le 1 \text{ m}$	Moyen	Fort
$1 < H \le 1.5 \text{ m}$	Fort	Très fort
$H > 1.5 \text{ m}$	Très fort	Très fort

Tableau 18 : grille de définition des aléas (source : cahier des charges).

La cartographie des aléas est présentée en annexe 12.

L'interprétation des niveaux de risque en fonction des vitesses et hauteur d'eau est à rapprocher des estimations des capacités d'évolution moyenne des personnes et des possibilités d'intervention. Ci-après un graphique reprenant les principales estimations.

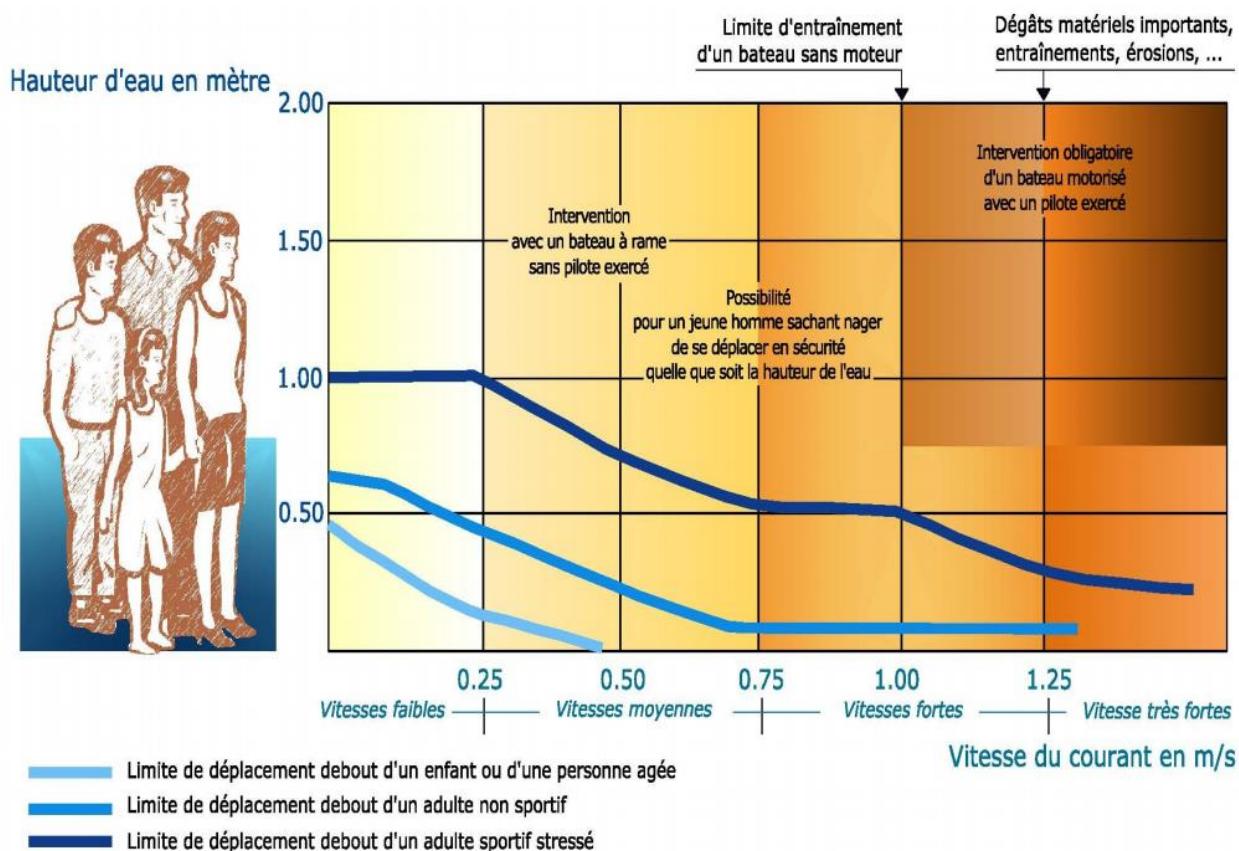
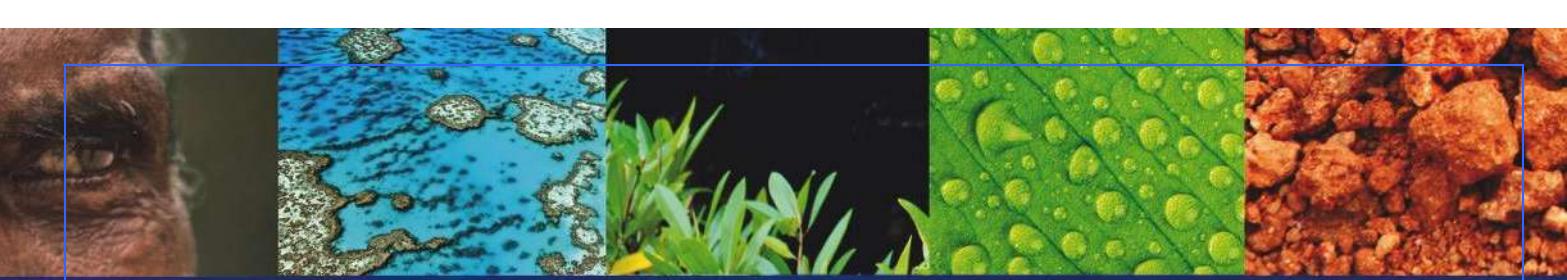


Figure 83 : Capacité de déplacement estimée et possibilités d'intervention en fonction des hauteurs d'eau et des vitesses d'écoulement.

ANNEXE 1 : ANALYSE DIACHRONIQUE



ENVIRONNEMENT MINE DE LA AU RÉCIF

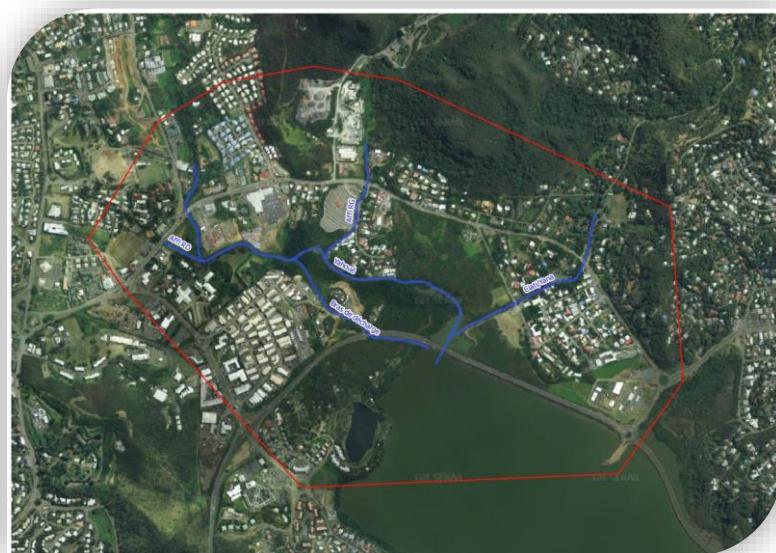


Af-17-0944 / Ra-17-1179

Etudes préliminaires :

Analyses bibliographique et diachronique

Secteur de Yahoué – La Conception



Environnement de la Mine au Récif
Nouméa : 20 route du Vélodrome (Orphelinat) – BP 7949 – 98801 Nouméa Cedex
Tel. : (687) 27 77 93 / Fax : (687) 27 19 53
Koné : 134 impasse des pirogues
Koné : BP 680 – 98860 Koné Cedex





*Etudes préliminaires :
Analyses bibliographique et diachronique
Secteur de Yahoué – La Conception*

Commanditaire : Direction du développement Rural – Province Sud

Responsable du projet : Elia Massette (EMR) – Jyri Quatremarre (ISL)

Références	Version	Date	Auteur	Vérification	Approbation	Client
Ra-17-1179	1	28/08/2017	E. Massette	A. Kissling O. Carel	A. Kissling	V. Thieffine

Aucune partie de ce document ne peut être photocopiée, reproduite, stockée en accès libre ou transmise sous toute forme ou moyen que ce soit (électronique, manuelle ou autre) sans l'accord de EMR sarl et du Commanditaire.

Tout ou partie de son contenu ne peut en aucun cas être modifié ou copié pour être utilisé hors du cadre de EMR sarl sans son avis exprès. EMR sarl, dégage toute responsabilité pour toute utilisation du présent document (en totalité ou en partie) en dehors du cadre de la présente étude.

Le présent document a été établi sur la base des informations et des données fournies à EMR sarl, et en conformité avec la réglementation en vigueur à la date de la rédaction du présent. La responsabilité d'EMR sarl ne saurait être engagée en dehors de ce cadre précis.

En tant que bureau conseil, EMR sarl donne des avis et des recommandations en fonction des informations et des données qui lui ont été communiquées, et en respect de la réglementation en vigueur à la date de la rédaction du présent document. Toutefois, la responsabilité d'EMR sarl ne saurait se substituer à celle du Commanditaire, qui reste le décideur final.

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	4
LISTE DES TABLEAUX	4
LISTE DES FIGURES.....	4
1 INTRODUCTION ET CONTEXTE	5
2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	6
3 COLLECTE DES DONNEES	7
3.1 DONNEES COLLECTEES	7
3.2 SYNTHESE DES DONNEES COLLECTEES	9
3.2.1 PRESENTATION DES ZONES DES PLANS D'URBANISME DIRECTEUR (PUD)	9
3.2.2 MILIEUX NATURELS.....	10
3.2.3 SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT (SDA) ET REJETS	10
3.2.4 ETUDES ZONE INONDABLE	12
4 ANALYSE DIACHRONIQUE	13
4.1 EVOLUTION DU BATIS	13
4.2 EVOLUTION DES COURS D'EAU.....	15
4.3 EVOLUTION DE LA MANGROVE.....	18
4.4 EVOLUTION GLOBALE DE LA PARTIE AMONT DU BASSIN VERSANT	20
4.5 BILAN.....	22
5 CONCLUSION	23
6 ANNEXES	24

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : LISTE ET DESCRIPTIF DES DONNEES COLLECTEES	8
--	---

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE : LOCALISATION GENERALE ET CONTEXTE HYDROLOGIQUE	6
FIGURE 2 : PRESENTATION DETAILLEE DE LA ZONE D'ETUDE	7
FIGURE 3 : PRESENTATION DES PUD SUR LA ZONE D'ETUDE (SOURCE : PUD DE NOUMEA ET DU MONT-DORE).....	9
FIGURE 4 : INDICES DE PRIORITE DE CONSERVATION DE LA BIODIVERSITE (SOURCE : DENV, MILIEUXNATURELS_2015)	10
FIGURE 5 : TYPES DE RESEAUX PRESENTS SUR LA ZONE D'ETUDE (SDA)	11
FIGURE 6 : BASSIN VERSANTS CAPTES PAR LES POINTS DE REJETS (SOURCE : DONNEES SIG DE LA COMMUNE DU MONT-DORE)	11
FIGURE 7 : RESULTATS DES ETUDES HYDRAULIQUES COMPLEMENTAIRES SUR LA COMMUNES DU MONT-DORE (SOURCE : SOGREAH, 2010)	12
FIGURE 8 : EVOLUTION DU BATI DE 1985 A 2016	14
FIGURE 9 : CHENAL SUR LA PARTIE AVAL DE LA YANA	15
FIGURE 10 : MODIFICATION DE L'aval DE LA YANA ENTRE 1985 ET 1995 (PHOTO AERIENNE DE 1995).....	16
FIGURE 11 : EVOLUTION DES COURS D'EAU DE LA ZONE D'ETUDE ENTRE 1985 ET 2016	17
FIGURE 12 : EVOLUTION DE LA MANGROVE DE 1985 A 2016	19
FIGURE 13 : EVOLUTION DES BASSINS VERSANTS AMONT DE 1982 A 2016	21
FIGURE 14 : OCCUPATION DU SOL EN 2016	22

1 INTRODUCTION ET CONTEXTE

La province Sud a missionné ISL afin de réactualiser les zones inondables sur le secteur aval de la Yahoué afin de prendre en compte notamment les nouveaux aménagements qui ont eu lieu dans la zone depuis l'étude des aléas d'inondation réalisée par Sogreah en 2010.

L'étude vise donc à réaliser le diagnostic hydraulique sur l'aval de la Yahoué, de la Ciaty (Yana) et de leurs affluents, ainsi que sur la partie de la Baie de la Conception aujourd'hui fermée par le remblai routier, ceci dans le but de mieux appréhender son fonctionnement hydraulique, de redéfinir les aléas inondations et d'étudier les possibilités d'aménagement en cas d'impacts négatifs avérés.

EMR, sous-traitant d'ISL, a été chargé, entre autre, de la partie de collecte et de synthèse des données bibliographiques, ainsi que de l'analyse diachronique des photos aériennes. Ces études préliminaires ont pour but de mettre en évidence les éléments majeurs à prendre en compte en termes d'aménagement et d'environnement notamment pour la suite de l'étude. Les données collectées serviront à la préparation du terrain et à la campagne de relevés topographiques qui auront lieu par la suite.

Le présent rapport présente les données collectées et synthétise les principales informations.

2 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude s'étend sur la commune du Mont-Dore principalement et sur la commune de Nouméa. Elle recoupe les bassins versants de YAHOUÉ (7,5 km²) et de le YANA (5,2 km²). Les bassins versants concernés sont présentés sur la Figure 1.

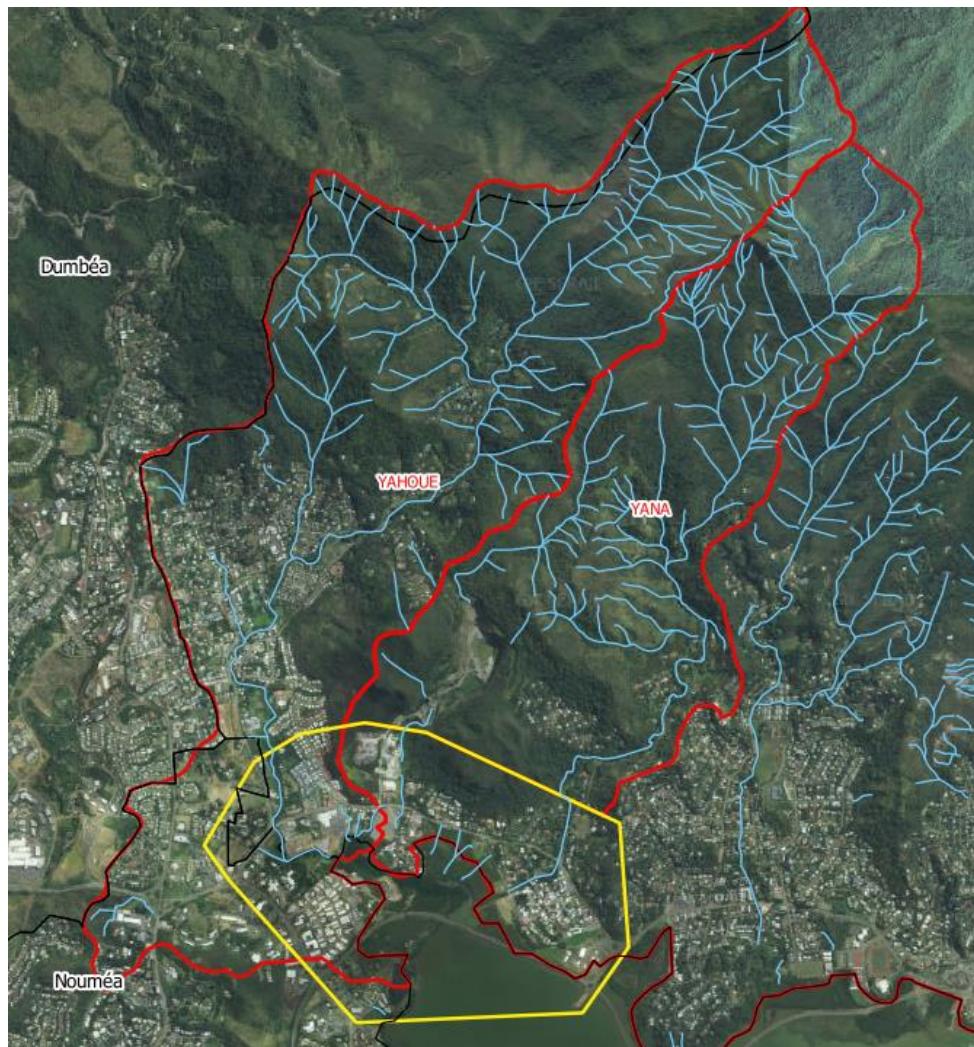


Figure 1 : Présentation de la zone d'étude : localisation générale et contexte hydrologique

La zone d'étude concerne l'aval de la Yahoué, de la Ciati (Yana) et de leurs affluents (Affl RD et Affl RG) ainsi que la partie de la baie de la Conception fermée par la Voie de Dégagement Est (VDE). L'ensemble de la zone inondable était également traité par l'étude de 2010 de Sogreah.

Elle est localisée sur la Figure 2. La route provinciale n°1 (RP1 ou avenue des deux baies) est inclue dans la zone d'étude qui s'arrête un peu en amont de cette dernière. Le secteur d'étude a été légèrement agrandi afin d'inclure :

- au nord, la carrière (cf. Figure 2, cercle jaune) ;
- au sud, la mangrove localisée au sud de la VDE (cf. Figure 2, cercle jaune), à la demande de la mairie de Nouméa qui a des projets pour cette zone.

L'étude porte sur un linéaire de cours d'eau d'environ 3.8 km et sur une emprise de 2,6 km² dont environ 0,70 km² sont aujourd'hui cartographiés en zone inondable (*source : cahier des charges de la consultation*).

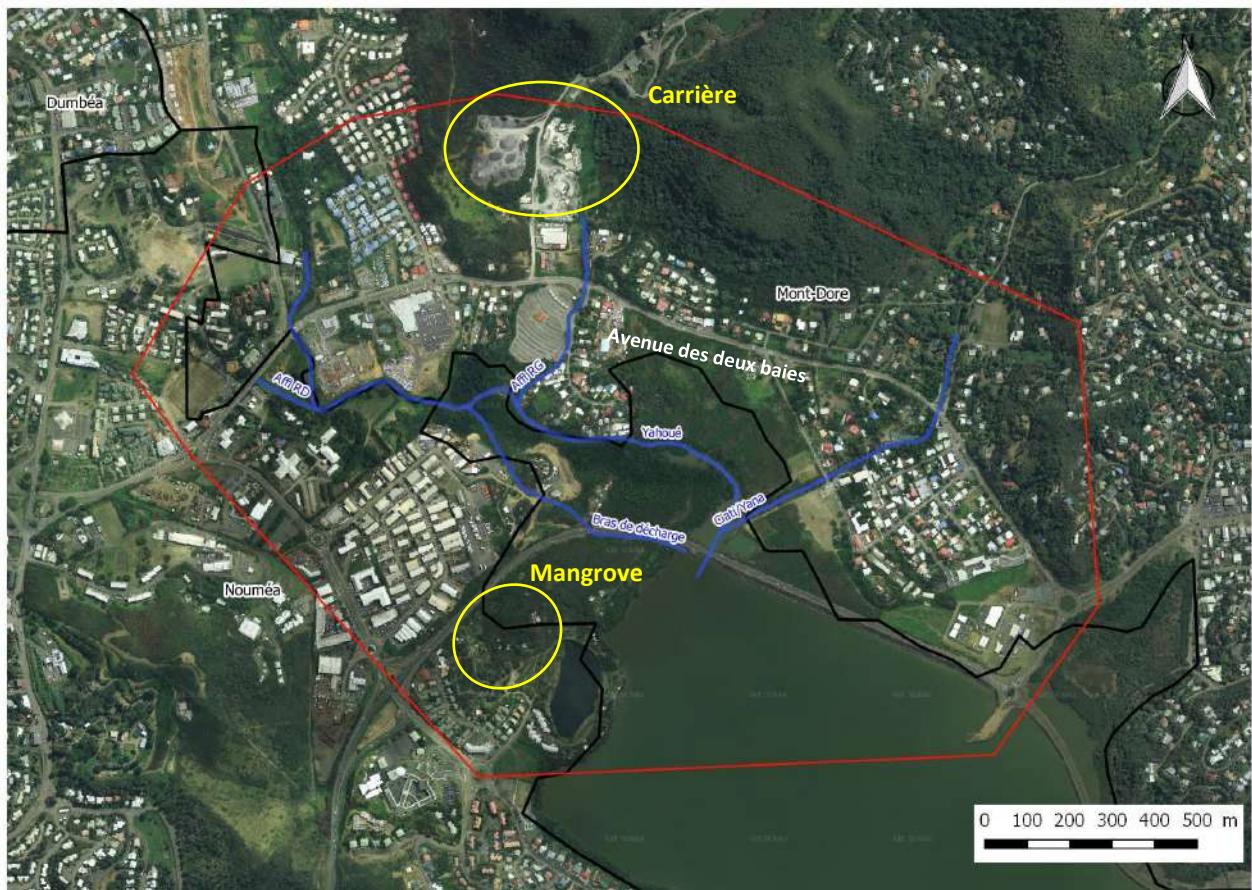


Figure 2 : Présentation détaillée de la zone d'étude

3 COLLECTE DES DONNEES

3.1 DONNEES COLLECTEES

Les données ont été collectées auprès des différents acteurs concernés par l'étude à savoir :

- La province Sud :
 - o Direction du développement Rural (DDR)
 - o Direction de l'équipement (DEPS)
 - o Direction de l'environnement (DENV)
 - o Direction de l'aménagement et du foncier (DAF)
- SERAIL (via la DAF)
- La commune du Mont-Dore
- La commune de Nouméa
- La Direction des Affaires Vétérinaires, Alimentaires et Rurales (DAVAR)
- L'explorateur cartographique (géorep.nc)

Les données nécessaires à la bonne connaissance et compréhension du secteur d'étude ont été collectées suivant les thématiques principales suivantes :

- Données hydrologiques,
- Données environnementales,
- Données d'urbanisme et concernant les infrastructures,
- Données topographiques,
- Données historiques.

L'ensemble des données récupérées sont présentées dans le Tableau 1. Au moment de la rédaction de ce rapport, aucune étude sur la construction de la Voie de Dégagement Est (VDE) n'a pu être récupérée auprès de la DEPS.

Tableau 1 : Liste et descriptif des données collectées

Acteur	Format	Fichier	Détails
DENV	pdf	Carte_Indices_Priorité_Conservation_Biodiversite_2 011_05-09-2012	
DENV	shp	MilieuxNaturels_2015.shp	
DFA/SERAIL	dxf shp		Données topographiques : 2005, 2006 en dxf 2007, 2009, 2011, 2013, 2015 en shp
DFA/SERAIL	TIFF	ORTHOS_20	2013, 2015, 2016
DFA/SERAIL	TIFF	ORTHOS_50	2007, 2007_2008, 2009_2010, 2011_2012, 2012_2013
DITTT	TIFF	BDORTHO-NC_50cm	2007
DITTT		BDTOPO-NC_SHAPE	
DITTT		PPI-NC_SHAPE	
DITTT	TIFF	RASTER10-NC	
Mairie Nouméa	pdf et shp	SDA	
Mairie Nouméa	shp	données SIG	PUD, eau pluviale, espace urbanisé, etc.
CDE	Plan papier		Plan de récolement
DAVAR	pdf	2001_Novembre_HGM_ZI_Yahoue_Tatie_Namie 2006_Fevrier_Etude_hydraulique_Mont_Dore 2010_Mars_EHydrauliques_Complement_MontDore Atlas_HGM_ZI_MontDore MONT-DORE_Enquetes_historiques_crues	Etudes récupérées sur le site FTP de la DAVAR
DAVAR	shp	DAVAR_HAUTES_EAUX_NC	
EMR	pdf	EMR_Ra-13-0688-VF_El tina village	
Mairie Mont Dore	pdf	Rapport de présentation du PUD	Rapport de présentation du PUD
Mairie Mont Dore	shp		Courbes de niveau, réseau assainissement, point de rejet épuration, extrait PUD
DEPS			
Géorep	jpeg	Photos aériennes	1985, 1995, 2000, 2003, 2007, 2009, 2013
DDR	shp	Base de données captage et forage	
DDR	xls	Tableau priorisation v2	Tableau de notation des risques
DDR		Rapport et données de l'étude Sogreah (2010) : Etudes hydrauliques complémentaires sur la commune du Mont-Dore	Rapport, plans, profils, modèles, etc
DDR	pdf	Etude hydraulique ISL 1996	Impact hydraulique du projet de construction de la voie de dégagement Est

D'autres données ont été récupérées par ISL auprès de la DAVAR, à savoir :

- Les données météorologiques
- Données hydrologiques (débitmétriques et limnimétrique)

3.2 SYNTHESE DES DONNEES COLLECTEES

3.2.1 PRESENTATION DES ZONES DES PLANS D'URBANISME DIRECTEUR (PUD)

Le zonage présenté mixe les données des PUDs des communes du Mont-Dore et de Nouméa. Il est présenté sur la carte en Figure 3.

Les PUDs présentés datent de 2013. Celui de la commune de Nouméa a été réactualisé en 2017. Il ne présente pas de modification sur le secteur étudié.

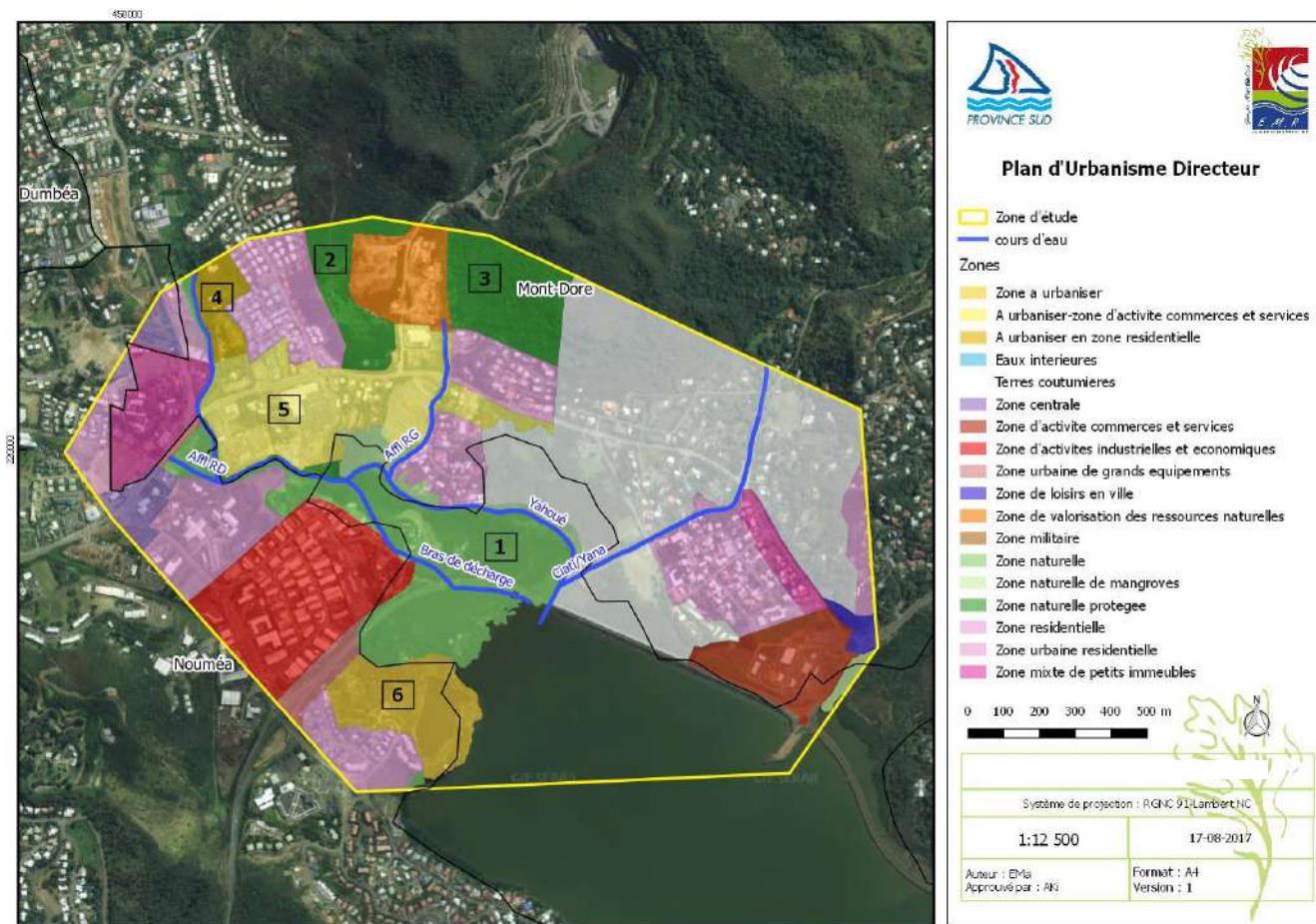


Figure 3 : Présentation des PUD sur la zone d'étude (source : PUD de Nouméa et du Mont-Dore)

On note que certaines zones qualifiées comme « à urbaniser » en 2013 apparaissent déjà partiellement ou totalement bâties en 2017 (zone 5).

Plusieurs informations sont intéressantes pour les besoins de l'étude :

1. la localisation des **zones naturelles** (zones 1, 2 et 3 sur la carte) et notamment les zones naturelles protégées (zones 2 et 3), qui représentent un enjeu environnemental à préserver ;
2. les **zones à urbaniser localisées en bordure de cours d'eau** (zones 4 et 5), qui sont à considérer vis-à-vis du risque inondation. La zone 6 est également à urbaniser, elle sera également à surveiller bien qu'elle semble présenter moins de risque vis-à-vis de l'aléa inondation.

3.2.2 MILIEUX NATURELS

Les données concernant la caractérisation des milieux naturels ont été récupérées auprès de la DENV. Les données datent de 2015. Le détail des formations végétales est présenté sur la carte en Annexe 1. Un indice a également été attribué par la DENV par zone en fonction de la botanique, de l'herpétofaune et de l'avifaune présentes. Les indices des milieux du secteur étudié sont présentés sur la carte en Figure 4.

Les milieux d'indice 2 (en marron clair) correspondent aux zones de forêts denses et humides alors que les milieux d'indice 3 (en marron foncé) sont constitués des zones de mangrove.

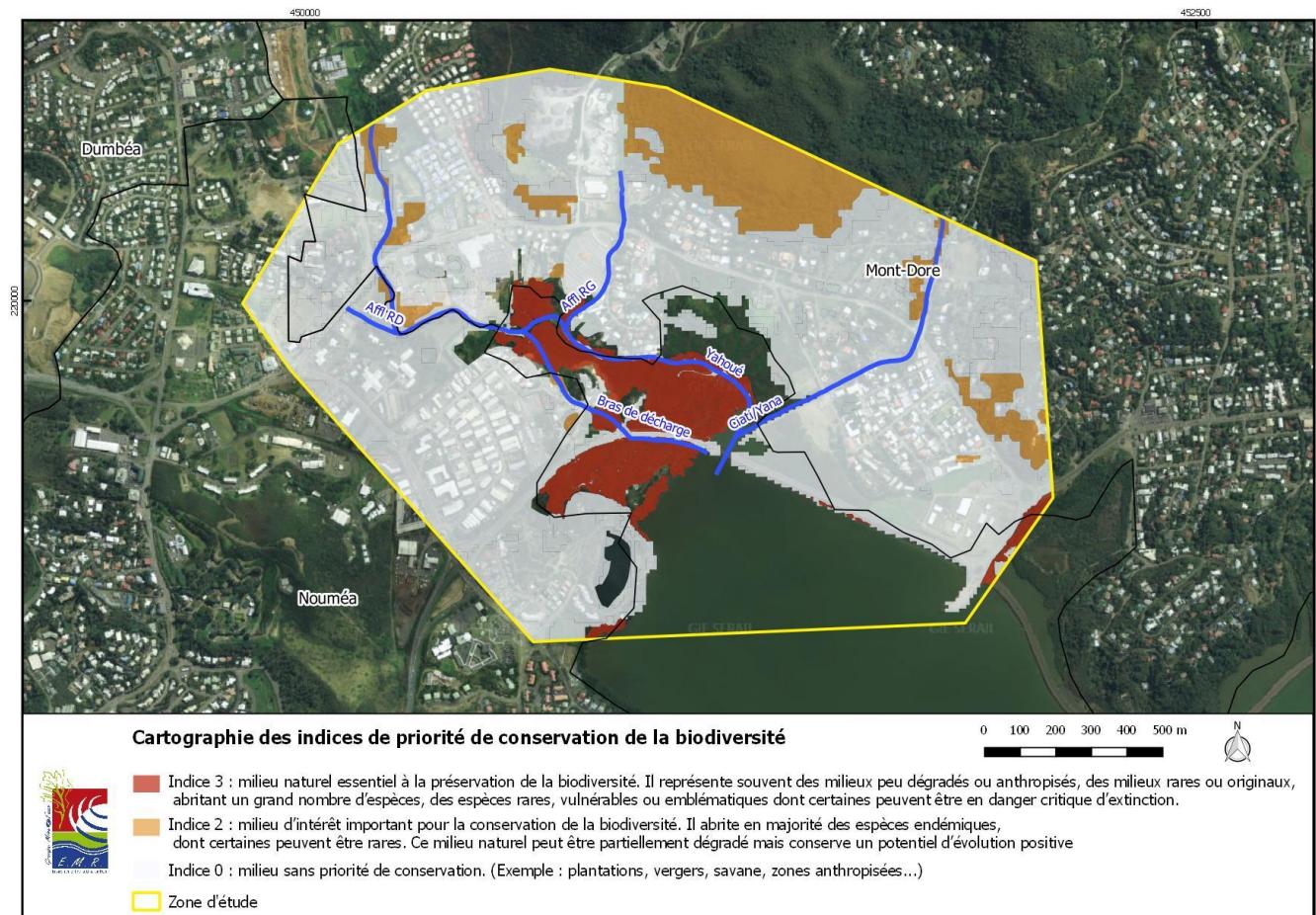


Figure 4 : Indices de priorité de conservation de la biodiversité (source : DENV, MilieuxNaturels_2015)

3.2.3 SCHEMA DIRECTEUR D'ASSAINISSEMENT (SDA) ET REJETS

Les informations concernant les SDA sont présentés sur les Figure 5 et Figure 6.

Le schéma directeur d'assainissement de la mairie de Nouméa date de 2010. La majeure partie de la commune de Nouméa concernée par la zone d'étude est constituée d'un réseau séparatif, traité par la station d'épuration de Yahoué. Le point de rejet est situé dans la Yahoué au droit de la STEP. La partie de la commune située au sud de la VDE est en réseau unitaire. La mairie de Nouméa a transmis les maxima et minima des débits rejetés au droit de la STEP pour l'année 2017, à savoir 544 m³/j en janvier et 1074 m³/j en avril.

En ce qui concerne la commune du Mont Dore, le SDA n'a pas été transmis. Les informations ont été collectées auprès des services techniques de la commune. Tout le secteur est équipé d'un réseau unitaire et l'assainissement est autonome. Deux points de rejets sont recensés :

- un dans la baie de la Conception, qui collecte les eaux de Yahoué, Pont des Français et une partie de la Conception ;
- un au niveau de la station Mobil qui collecte les eaux de la zone Est de la Conception.

Aucun débit ne nous a été fourni par la commune du Mont-Dore, ils ne sont pas mesurés aux points de rejets.

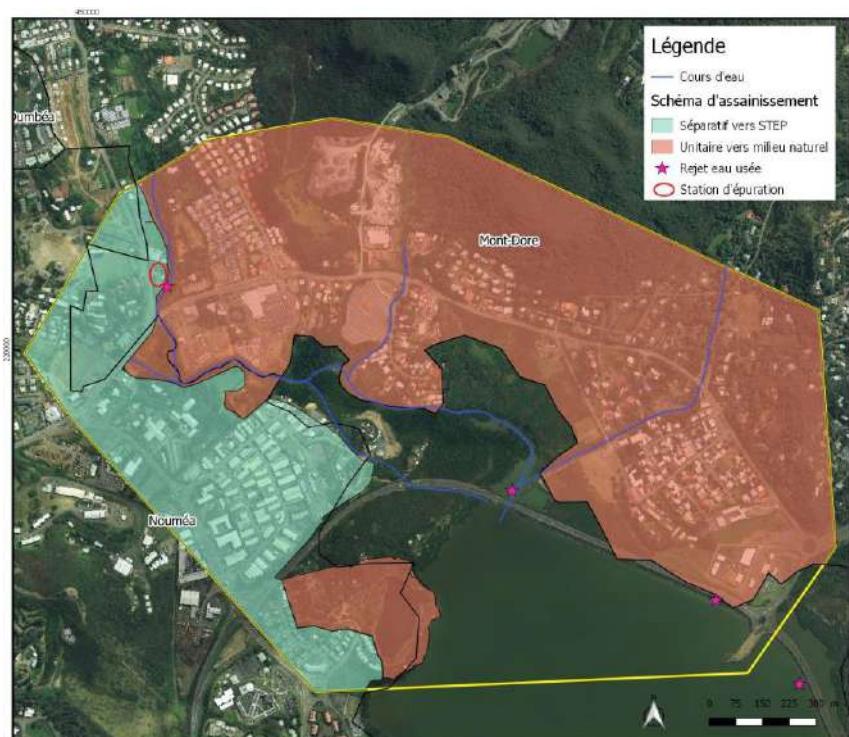


Figure 5 : Types de réseaux présents sur la zone d'étude (SDA)

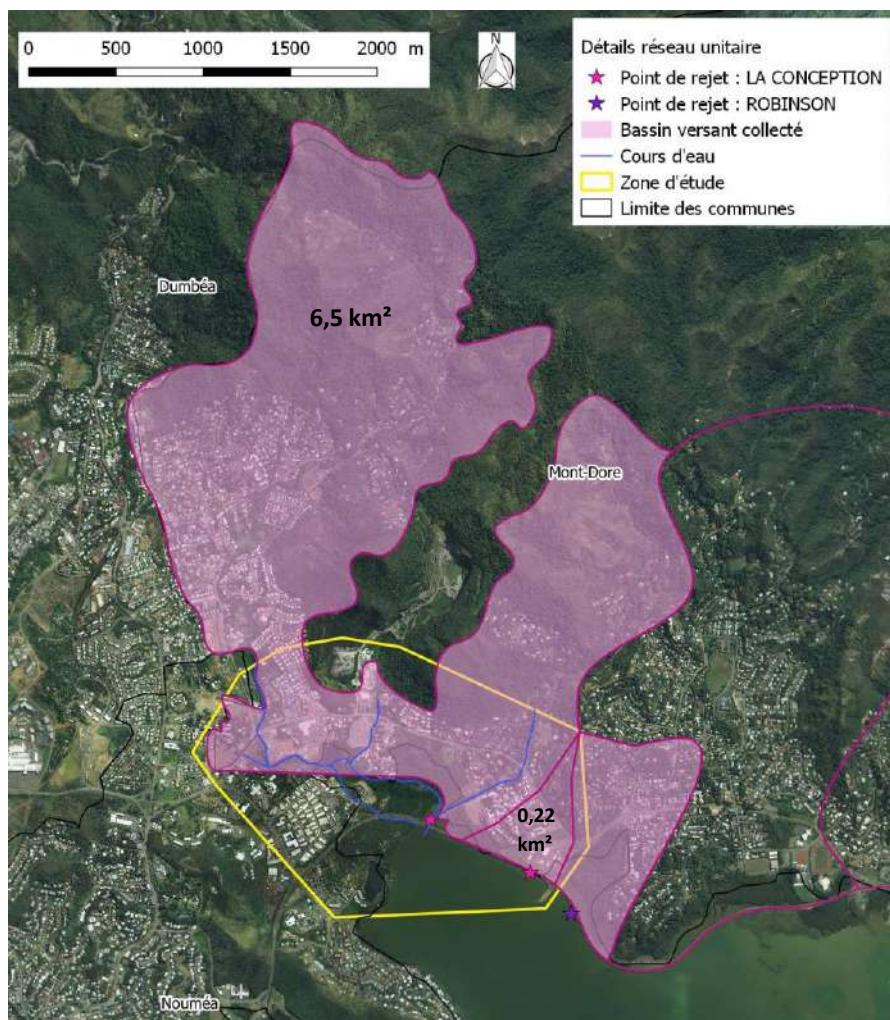


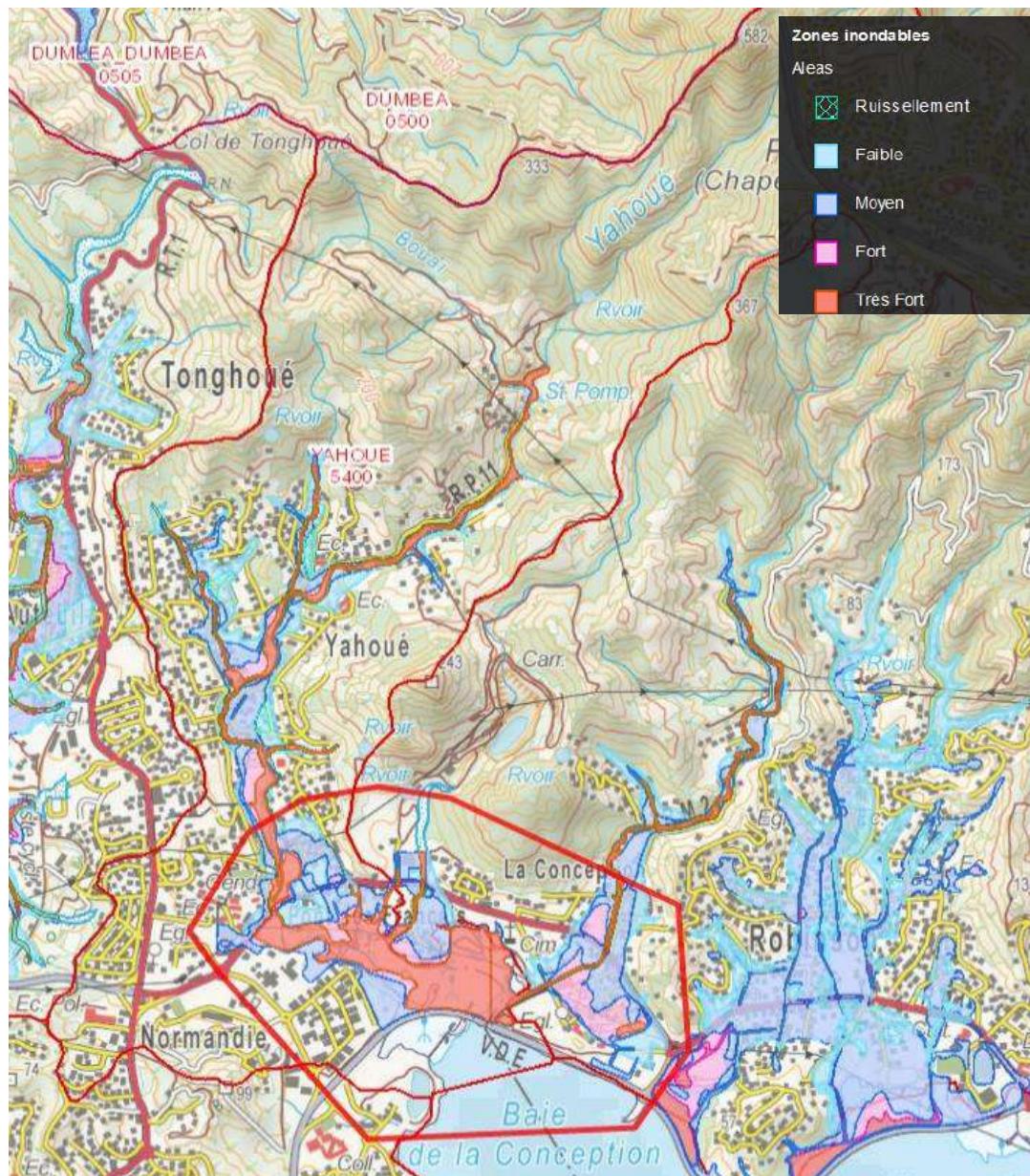
Figure 6 : Bassin versants captés par les points de rejets (source : données SIG de la commune du Mont-Dore)

3.2.4 ETUDES ZONE INONDABLE

Une étude menée par Sogréah en 2006 a établi les aléas inondation sur la commune du Mont-Dore pour le compte de la Province Sud. Une étude complémentaire a été menée sur ce même secteur en 2010 par le même bureau d'étude. Les résultats de l'étude 2010 sont présentés en Figure 7.

Les résultats complets des études sont présentés dans les rapports des études Sogréah :

2006_Fevrier_Etude_hydraulique_Mont_Dore et *2010_Mars_EHydrauliques_Complement_MontDore*.



Réalisé avec www.georep.nc le 28/08/2017

Figure 7 : Résultats des études hydrauliques complémentaires sur la communes du Mont-Dore (source : Sogreah, 2010)

4 ANALYSE DIACHRONIQUE

Les photos aériennes ont été récupérées sur l'explorateur cartographique de la Nouvelle-Calédonie (<https://explorateur-carto.georep.nc/>). Elles ont ensuite été géoréférencées.

L'analyse diachronique a pour but de mettre en évidence les évolutions marquantes au niveau :

- du bâti et des infrastructures ;
- des cours d'eau ;
- de la mangrove. L'analyse de la mangrove sera globale, une analyse plus détaillée sera faite dans l'état des lieux environnemental suite aux visites de terrain.

Elle s'est portée sur 4 années : 1985, 2000, 2007 et 2016. L'année 1995 ne couvrant pas toute la zone d'étude, celle-ci a été écartée. Les photos aériennes des années 1995, 2003 et 2013 ont été géoréférencées et ont servi à l'analyse diachronique mais ne seront pas présentées dans le rapport.

L'année 1985 constitue l'état initial. En effet en 2000 le premier tronçon de la VDE concernant le secteur d'étude avait déjà été construit.

4.1 EVOLUTION DU BATIS

Les cartes d'évolution du bâti (axes routiers, infrastructures, habitations, etc.) sont présentées en Annexe 2 et en Figure 8.

❖ 1985 :

En 1985, la zone est faiblement urbanisée. Les zones d'habitations sont peu denses. Seules deux lotissements résidentiels principaux sont observables (zone 1 et 2). Les abords des cours d'eau sont faiblement urbanisés. Au niveau de la voirie, seules la route principale (l'avenue des deux baies) et la route de Yahoué sont présentes. Un réseau d'axe routier secondaire est développé vers le sud et les quartiers résidentiels.

❖ 2000

En 2000, le tronçon de la VDE localisé sur la zone d'étude (tronçon A en jaune sur la Figure 8, 2000) est construit. Cette route est constituée d'un tronçon terrestre et d'un tronçon maritime qui traverse et longe la baie de la conception. Des travaux de remblai ont donc été réalisés (zone 4, 4' et une partie de la zone 6). Une autre zone semble avoir été remblayée au sud de la VDE (Zone 10). Un nouvel axe routier (B) desservant la future zone industrielle de Yahoué est également créée.

La zone industrielle au sud de la Yahoué commence à se développer (zone 7) et les zones d'habitat se densifient (zone 5).

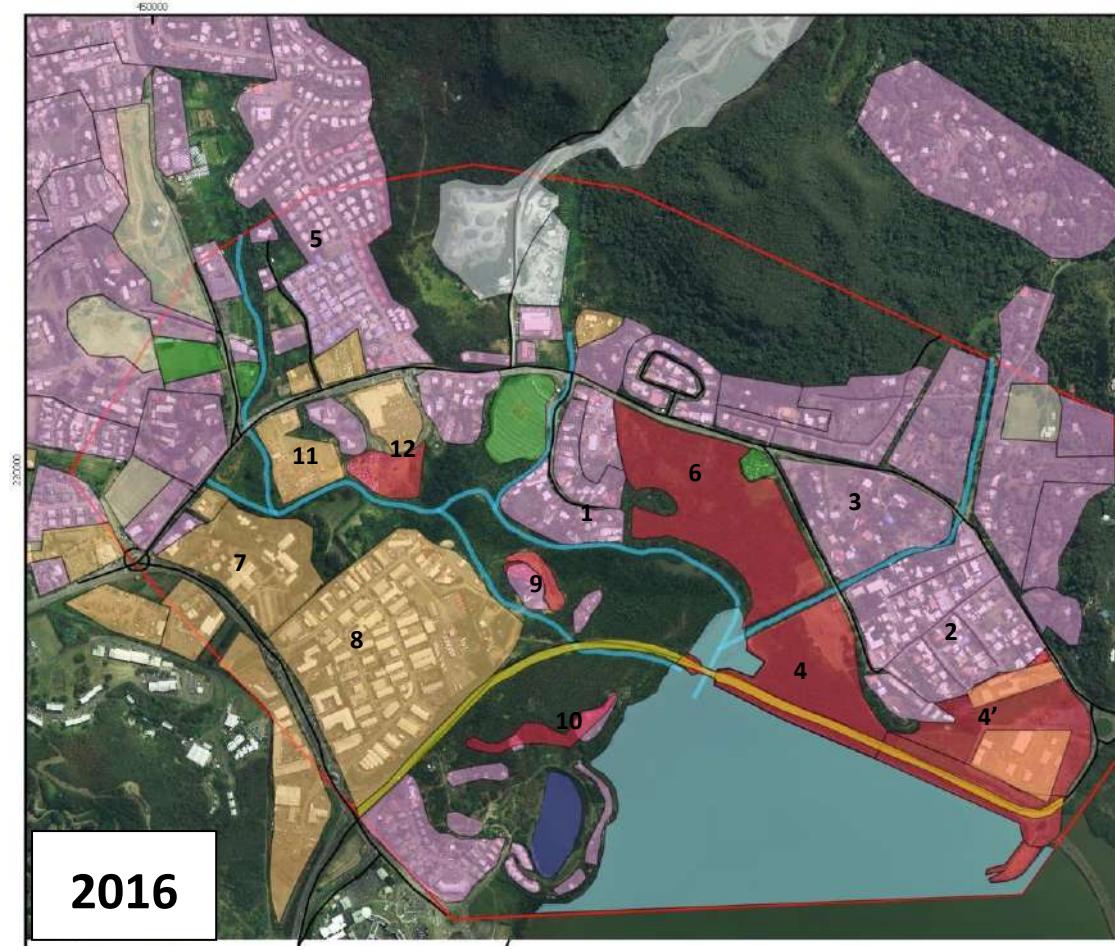
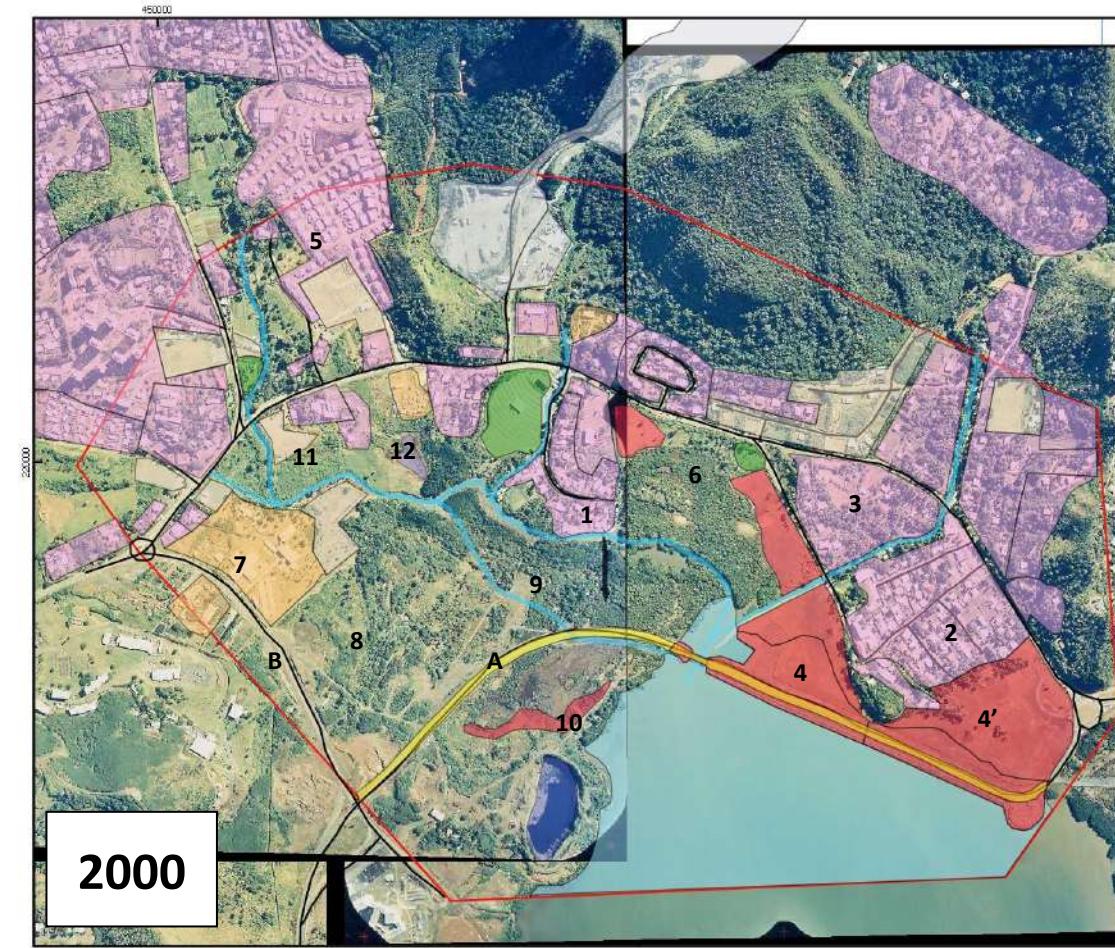
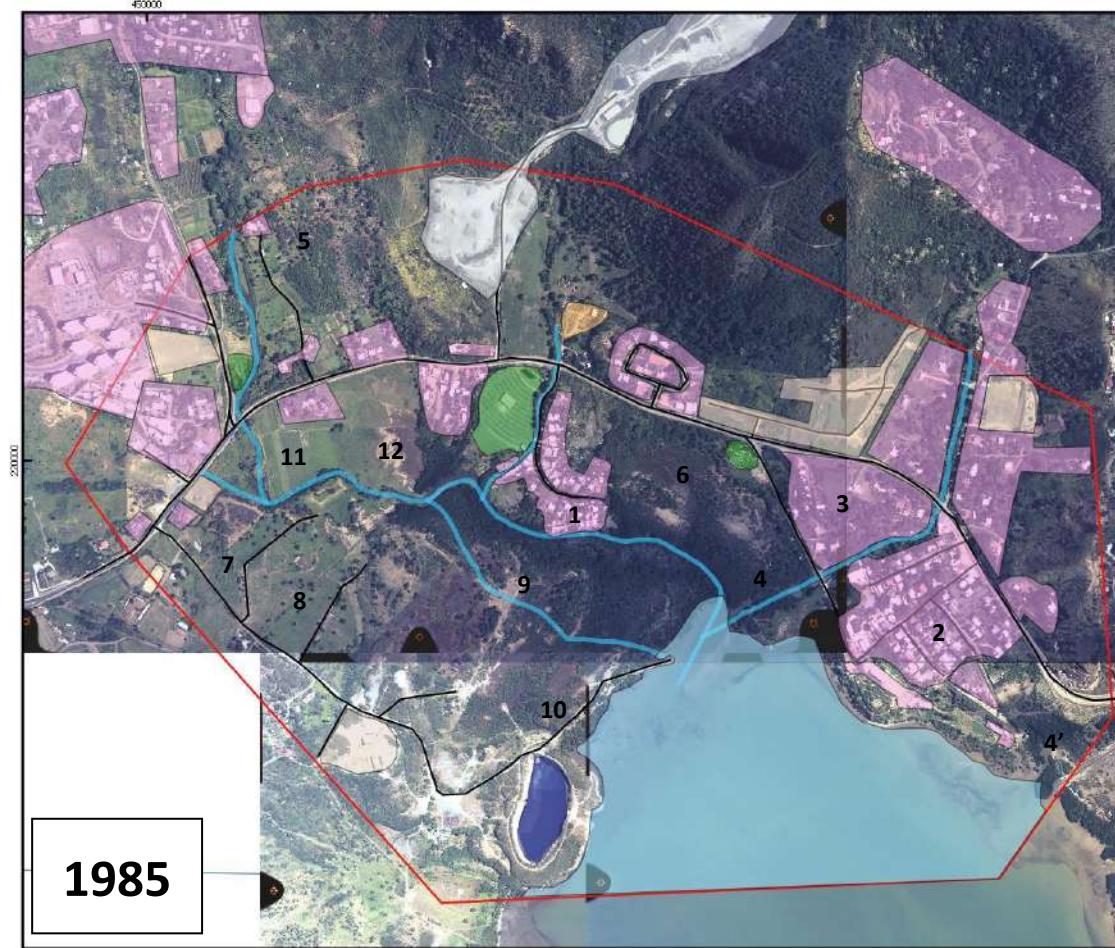
❖ 2007

En 2007, la zone 6 située entre l'aval de la Yahoué et l'avenue des deux baies semble avoir été totalement remblayée (et la végétation a totalement repoussé). Deux autres zones de remblai (9 et 12) sont également apparues.

La zone industrielle de Yahoué se développe fortement entre 2000 et 2007 (zone 8). Les zones d'habitats continuent de se développer modérément. A noter, l'apparition de squats au niveau de la zone 9 entre 2000 et 2003, et dans la zone de mangrove au sud de la VDE entre 2003 et 2007.

❖ 2016

La principale évolution notable se situe au niveau des zones 11 et 12. La zone 11 a potentiellement été remblayée et abrite un entrepôt industriel. La zone 12 a été remblayée pour accueillir un parking de concessionnaire et le parking du nouveau centre commercial « Korail ».



Occupation du sol

- Habitation
- Autre
- Carrière
- Commerce - Industrie
- Plan d'eau
- VDE
- Remblai
- Zone denudée
- Mer
- Voierie
- Zone d'étude

Figure 8 : Evolution du bâti de 1985 à 2016

4.2 EVOLUTION DES COURS D'EAU

L'étude diachronique sur les cours d'eau a été réalisée sur les années 1985, 2003, 2007 et 2016. La qualité des photos aériennes en 2000 ne permet pas une analyse à l'échelle du cours d'eau. Les évolutions des cours d'eau sont présentées sur la Figure 11 et en Annexe 3.

De plus, seuls la Yahoué et l'aval de la Yanna sont décrits. Les photos aériennes ne permettent pas de décrire les affluents et les cours d'eau en amont de la route (trop étroit, végétation abondante).

Globalement, entre 1985 et 2016, la Yahoué semble être devenue plus rectiligne et semble s'être élargie.

❖ 1985 :

En 1985, la zone est faiblement urbanisée. Le cours d'eau est donc considéré comme à l'état initial. Le bras de décharge est inexistant. On observe une zone de dépôt (zone 3), possiblement dû au barrage naturel présent au niveau de l'insertion de l'affluent RG (flèche rouge sur la Figure 11, 1985).

Dès 1985, la partie de la Yana située entre la RT1 et la rue Charles Francois Beaupre est chenalisée (cf. Figure 9).



Figure 9 : Chenal sur la partie aval de la Yana

❖ 2003

La photo aérienne de 2003 semble avoir été prise lors d'une grande marée basse (et/ou étiage). La visibilité des « zone de dépôt » ou « engravement » en Figure 11 (2003) est plutôt dues aux conditions hydrologiques qu'à des transformations morphologiques de la Yahoué, excepté la zone 5 qui, elle, semble constituer une évolution.

Le **bras de décharge** a été créé entre 2000 et 2003. Il fait entre 15 et 30 m de large et d'étend de la Yahoué à la VDE. Au niveau de la VDE un ouvrage permet l'évacuation des eaux vers la mer avec un transit dans une zone de marais (mangrove).

On observe sur la **Yahoué**, entre 1985 et 1995, la disparition du méandre en aval du pont de la RT1 (zone 1) puis dans les années 2000, du méandre en zone 2, également très atténué. La disparition du verrou de végétation à la confluence de l'affluent RG avec la Yahoué a entraîné un transfert de la zone de dépôt 3 vers la zone de dépôt 5.

Au niveau de la Yana, un chemin d'écoulement préférentiel rectiligne a été créé entre 1985 et 1995 (zone 4). La configuration en 1995 est présentée en Figure 10. Puis, une digue a été construite, entre 1995 et 2000 (simultanément à la construction de la VDE), du pont de la rue Charles Francois Beautemps Beaupre à l'estuaire de la Yana dans la baie de la conception.



Figure 10 : Modification de l'aval de la Yana entre 1985 et 1995 (photo aérienne de 1995).

❖ **2007**

Peu de changements significatifs sont observés entre 2003 et 2007. Le bras de décharge commence à se revégétaliser en amont, au niveau de la diffluence avec la Yahoué.

❖ **2016**

Entre 2007 et 2016, les principales évolutions observées sont la végétalisation de la zone de dépôt (zone 5) et de toute la zone amont du bras de décharge. La zone aval du bras de décharge est également bien plus étroite.

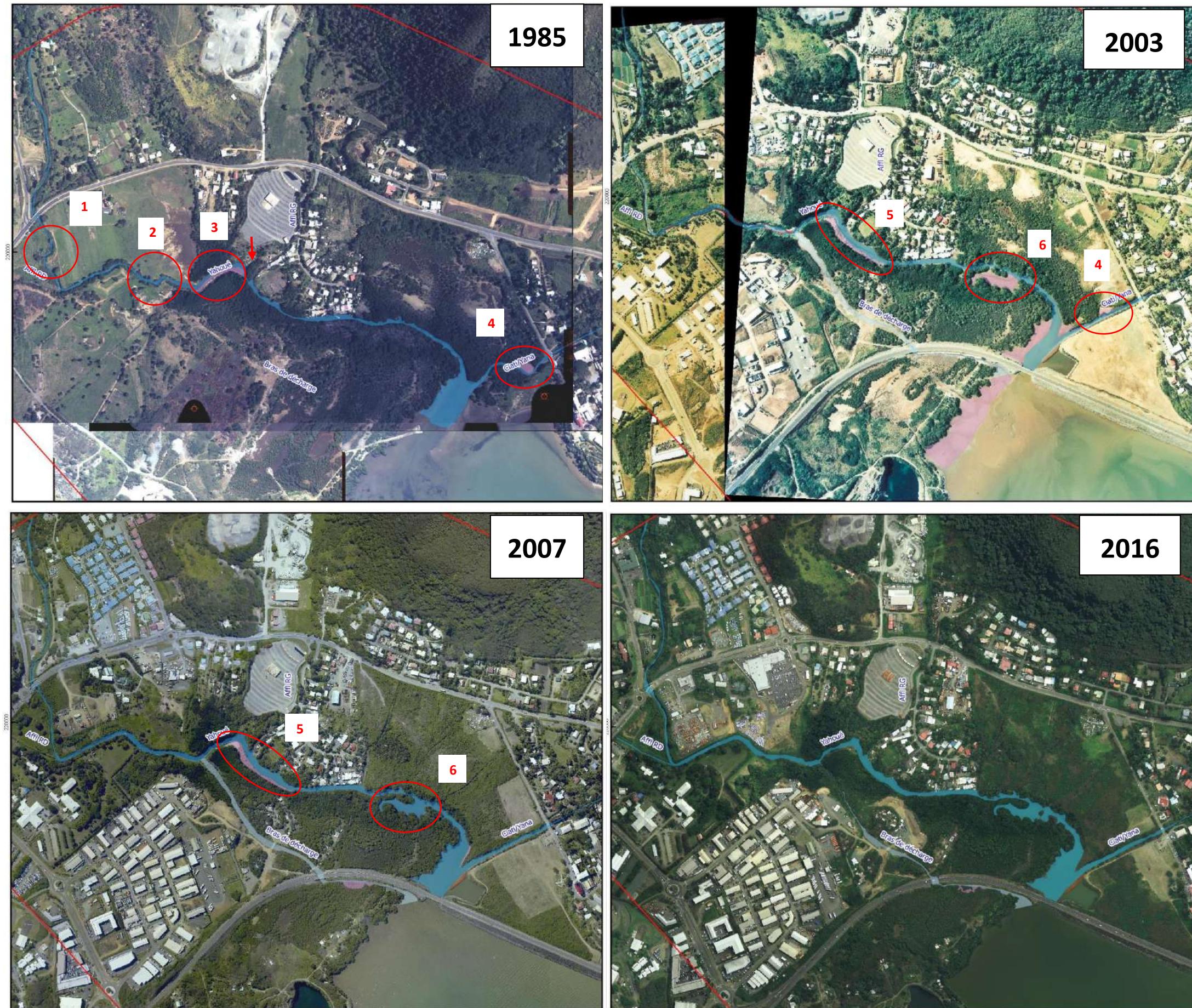


Figure 11 : Evolution des cours d'eau de la zone d'étude entre 1985 et 2016

4.3 EVOLUTION DE LA MANGROVE

Cette analyse a été réalisée à partir de photos aériennes de qualité variable, seules les grands ensembles ont donc été tracés et des incertitudes persistent. Les cartes sont présentées en Figure 12 et en Annexe 4.

Les informations complémentaires seront collectées sur le terrain afin de définir les limites plus précises des ensembles ainsi que les espèces qui les composent. Ces résultats seront présentés dans le rapport d'état des lieux environnemental.

❖ De 1985 à 2003

L'année 1985 correspond à l'état initial. La construction de la VDE est le principal facteur impactant la mangrove. Celle-ci était présente en 2000 et les opérations de remblai étaient terminées le long de la VDE et amorcées au sud de la RP1. Le bras de décharge est également créé en 2000. En 2003, les impacts de la VDE sont déjà visibles. On observe :

- peu de changement au niveau des zones 1 et 2 ;
- une diminution de la surface des zones 3 et 5 suite aux travaux de remblai ;
- la disparition presque totale de la zone 6 au profil d'une zone remblayée ;
- un recul de la mangrove au sud de la VDE : d'une part à cause du remblai et d'autre part à cause de la création de la VDE (changement de la courantologie, des phénomènes de sédimentation etc.).

❖ De 2003 à 2007

La seule évolution majeure est la fin du remblai de la zone au sud de la RP1. On observe :

- la réduction de la zone 3 à une mince bande le long de la Yahoué ;
- la disparition de la zone 5 ;
- la reprise de la mangrove de la zone 4 au sud de la VDE ;
- la réduction de la zone 2 à l'ouest du bras de décharge à cause de l'agrandissement de la zone industrielle.

❖ De 2007 à 2016

La seule évolution observable est l'apparition d'une zone de remblai (cercle rouge sur la Figure 12) à l'est de la zone industrielle qui empiète sur la mangrove des zones 2 et 4.

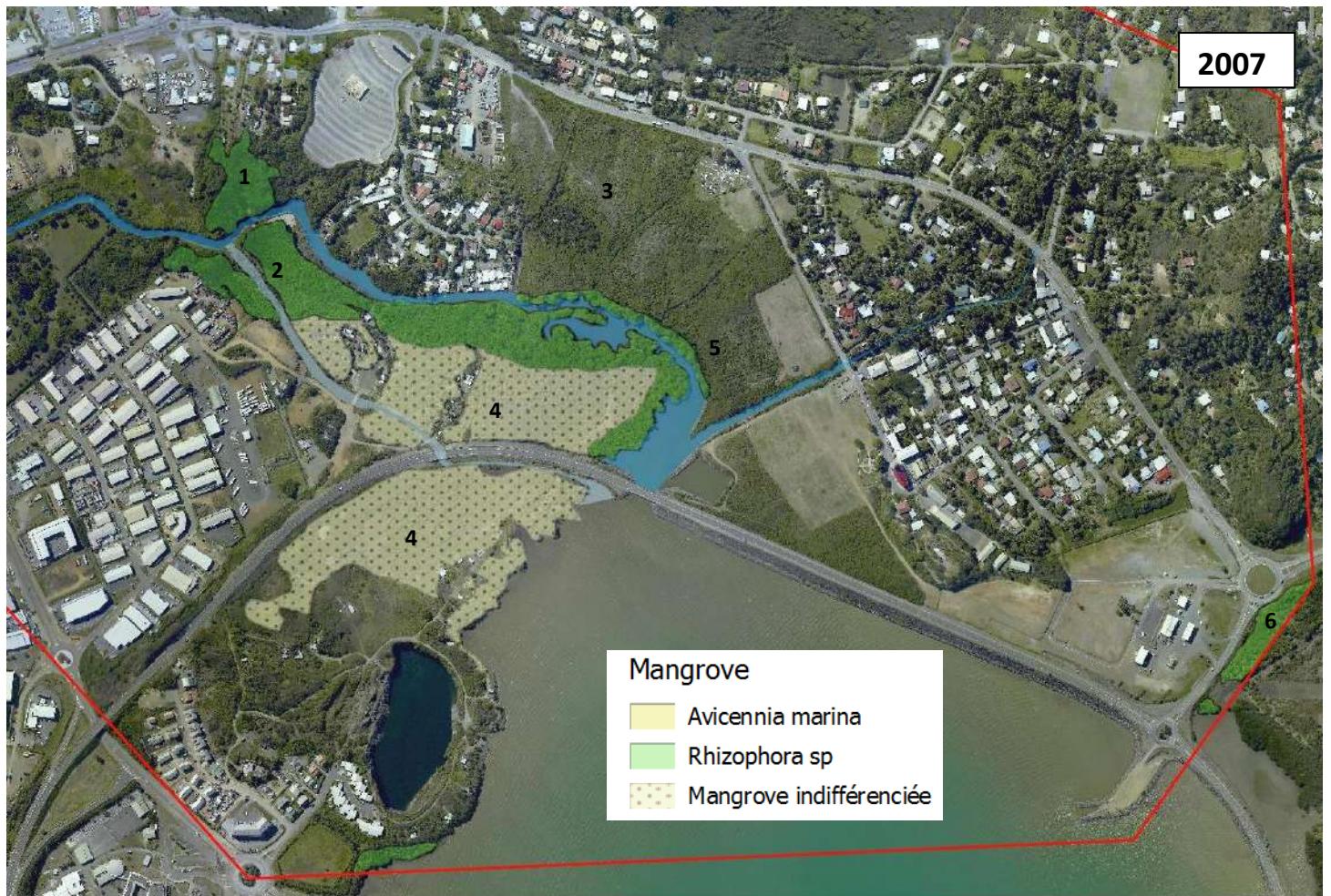


Figure 12 : Evolution de la mangrove de 1985 à 2016

4.4 EVOLUTION GLOBALE DE LA PARTIE AMONT DU BASSIN VERSANT

Peu de photos sont disponibles sur l'amont du bassin versant. L'analyse de l'amont des bassins versants de la Yahoué et de Robinson décrit les évolutions majeures. La Figure 13 présente les bassins versants en 1982, 2001 et 2016. Notons que les photos de 1982 et 2001 n'ont pas été géoréférencées et n'ont donc pas exactement la même orientation que celle de 2016.

Globalement, le visage des bassins versants évolue peu de 1982 à 2016. On note néanmoins :

- une densification modérée de l'habitat en zone 1, surtout visible entre 2001 et 2016 ;
- un fort développement des zones 2 et 3 de 1982 à 2001 ;
- une densification de l'habitat en zone 4.

Le reste du bassin versant reste vierge et ne subit pas de transformation majeure.

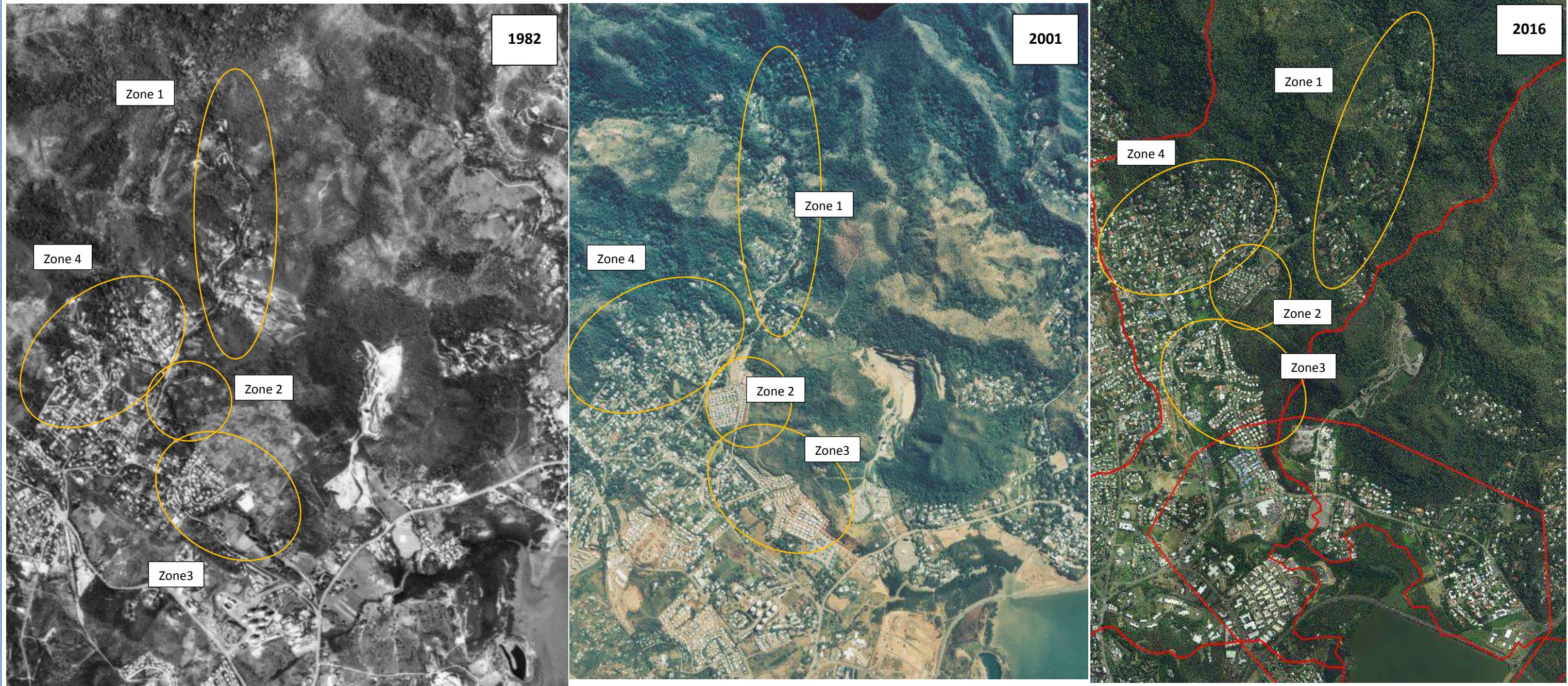


Figure 13 : Evolution des bassins versants amont de 1982 à 2016

4.5 BILAN

La Figure 14 présente les différents éléments de la zone (bâtis, cours d'eau et mangrove) en 2016 (état actuel)

Les zones de remblai des zones 1 à 6 peuvent avoir des conséquences sur les écoulements des eaux de la Yahoué. Ces zones représentent un double risque : elles constituent d'une part un obstacle à l'écoulement des eaux, et d'autre part une source possible de départ de matériaux.

Les zones 7 et 8 (Figure 14), fortement urbanisées (respectivement en zone industrielle et en lotissement d'habitation dense), peuvent être considérées comme des zones sensibles pour l'écoulement des eaux.

Au sud de la Yahoué, une bande de mangrove a été conservée, constituant une zone tampon pour les crues en aval de la rivière. Au niveau de la Yana, la partie en amont du pont étant chenalisée et la partie en aval endiguée, aucune zone de dévers ne semble exister. Les crues dans ce secteur impactent directement les zones habitées. Aucune observation n'a pu être réalisée sur les affluents RD et RG à partir des orthophotos.

Une étude plus poussée du comportement de la mangrove au sud de la VDE permettrait d'avoir des informations sur les modifications de la dynamique des eaux sur le secteur.



Figure 14 : Occupation du sol en 2016

5 CONCLUSION

L'évolution de la zone d'étude est marquée par l'apparition de la VDE en 2000, associée à de gros travaux de terrassement le long des côtes. On notera également la forte urbanisation des rives de la Yahoué au nord-ouest de la zone d'étude. Enfin, le développement de la zone industrielle entraîne également des travaux de remblaiement pouvant influer sur les écoulements de la Yahoué en aval de la RP1 (modification de la topographie, risque de sédimentation et de colmatage de l'embouchure de la Yahoué).

Les cours d'eau présents au niveau de la zone d'étude ont également subit des transformations, dont les principales sont :

- la création d'un bras de décharge sur la Yahoué ;
- la modification des écoulements et endiguement de l'aval de la Yana ;
- la disparition ou l'atténuation de 2 méandres ainsi que l'élargissement du lit sur la Yahoué.

Au niveau de la mangrove, on observe un recul des formations végétales au sud de la VDE suite à la création de cette dernière (entre 2000 et 2003). Dès 2007, une reprise de la progression de ces formations est notée. La disparition ou la diminution des autres zones de mangrove est due aux travaux de remblai.

6 ANNEXES

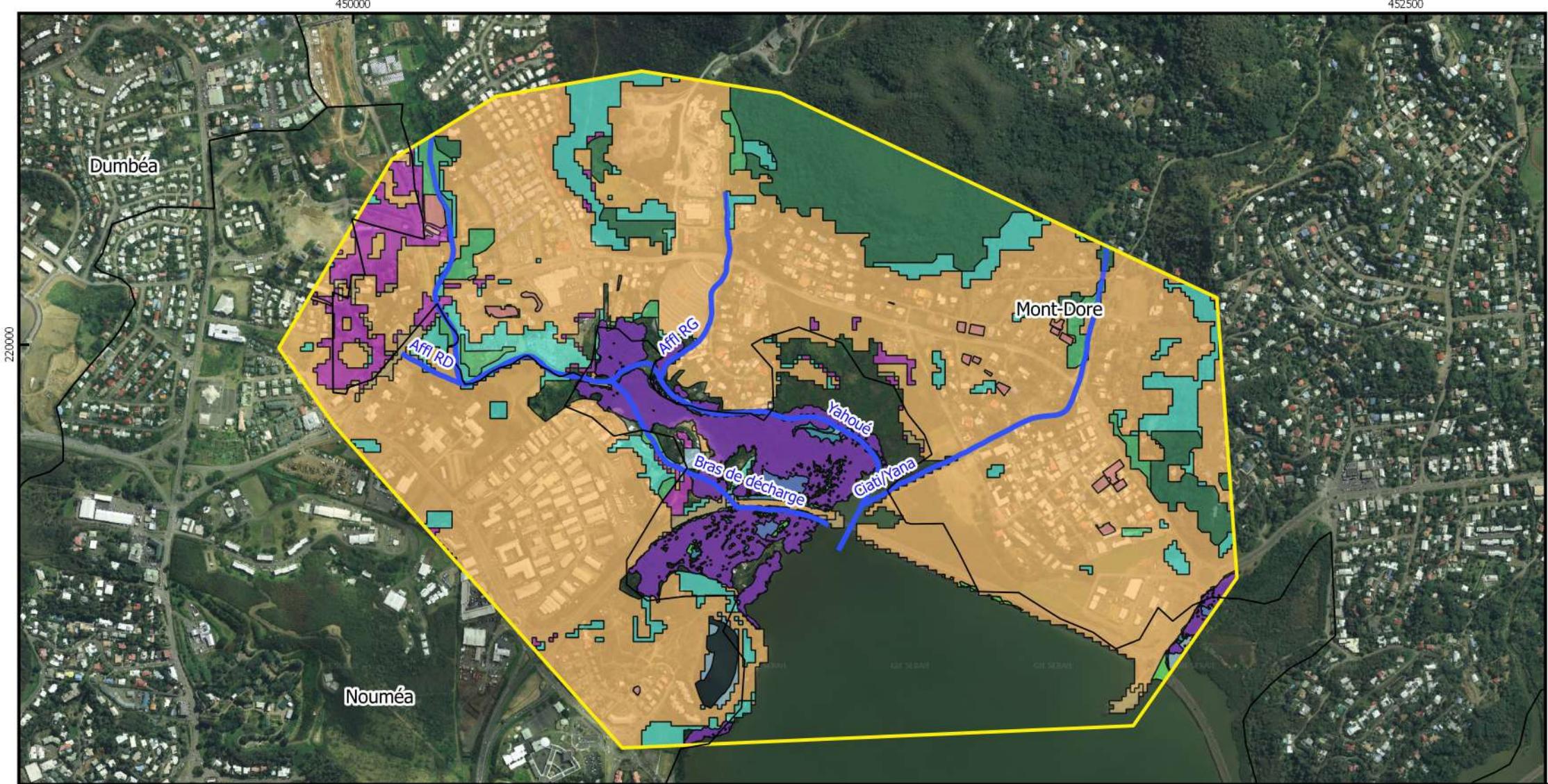
Annexe 1 : Présentation des formations végétales présentes sur la zone d'étude (source : DENV - Milieux naturels)

Annexe 2 : Evolution du bâti de 1985 à 2016

Annexe 3 : Evolution des cours d'eau de 1985 à 2016

Annexe 4 : Evolution de la mangrove de 1985 à 2016

ANNEXE 1 : PRESENTATION DES FORMATIONS VEGETALES
PRESENTES SUR LA ZONE D'ETUDE (SOURCE : DENV - MILIEUX
NATURELS)



Plan d'Urbanisme Directeur

Zone d'étude
cours d'eau

Milieux Naturels - 2015 (source : DENV)

- Forêt d'altitude inférieure à 400m sur alluvions, colluvions et dépôts indet.
- Forêt d'altitude inférieure à 400m sur formations volcano-sédimentaires
- Autre formation mixte moyennement dense
- Autres formations végétales
- Avicennia

- Eau
- Plantations et vergers
- Rhizophorace arborescent
- Rhizophorace arbustif
- Savane
- Sol nu
- Tannes
- Zones anthropisées

0 100 200 300 400 500 m



Af-16-0862 : Biseau salé Moindou Nord

Système de projection : RGNC 91-Lambert NC

1:12 500

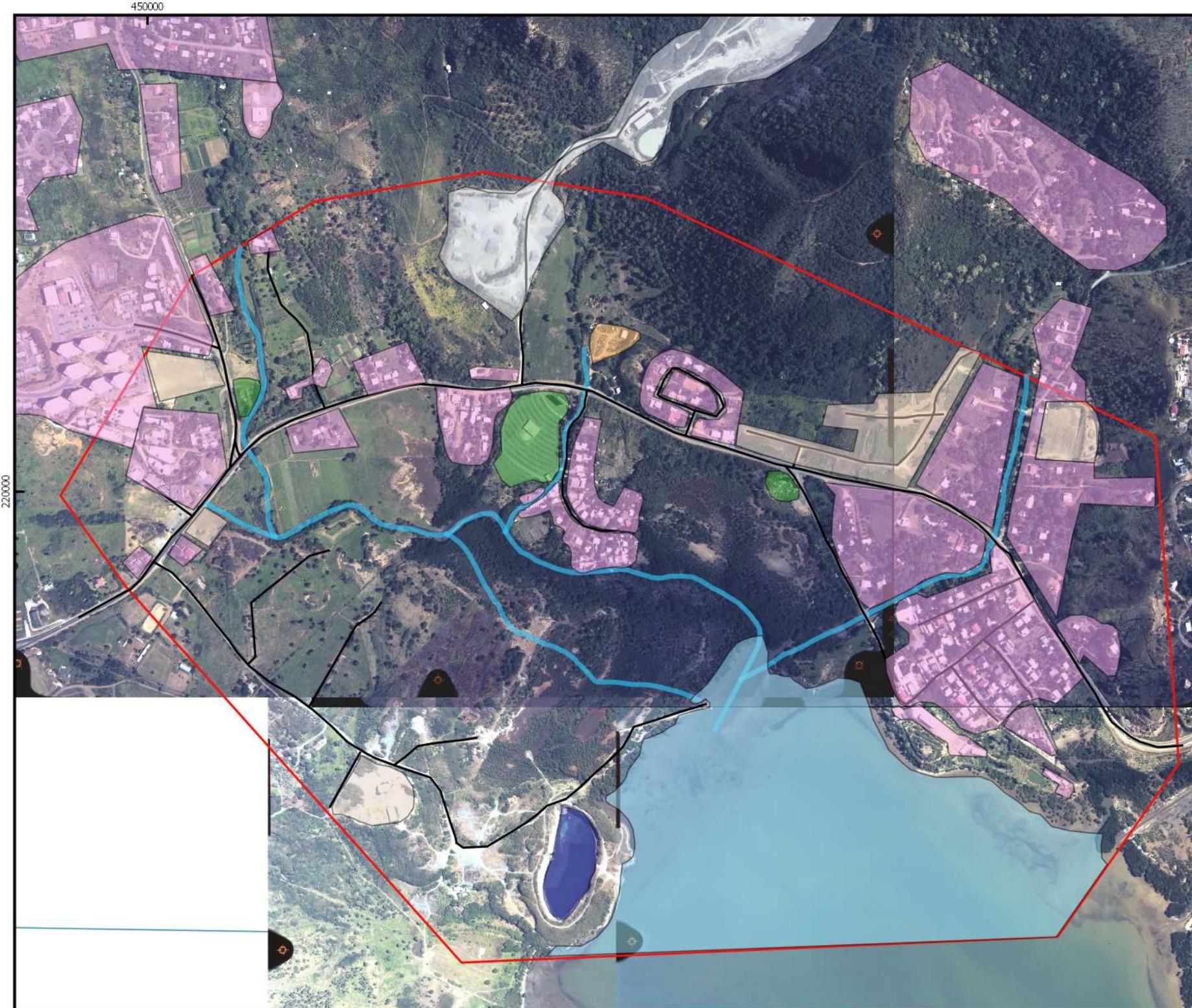
17-08-2017

Auteur : EMa
Approuvé par : AKi

Format : A4
Version : 1



ANNEXE 2 : EVOLUTION DU BATI DE 1985 A 2016

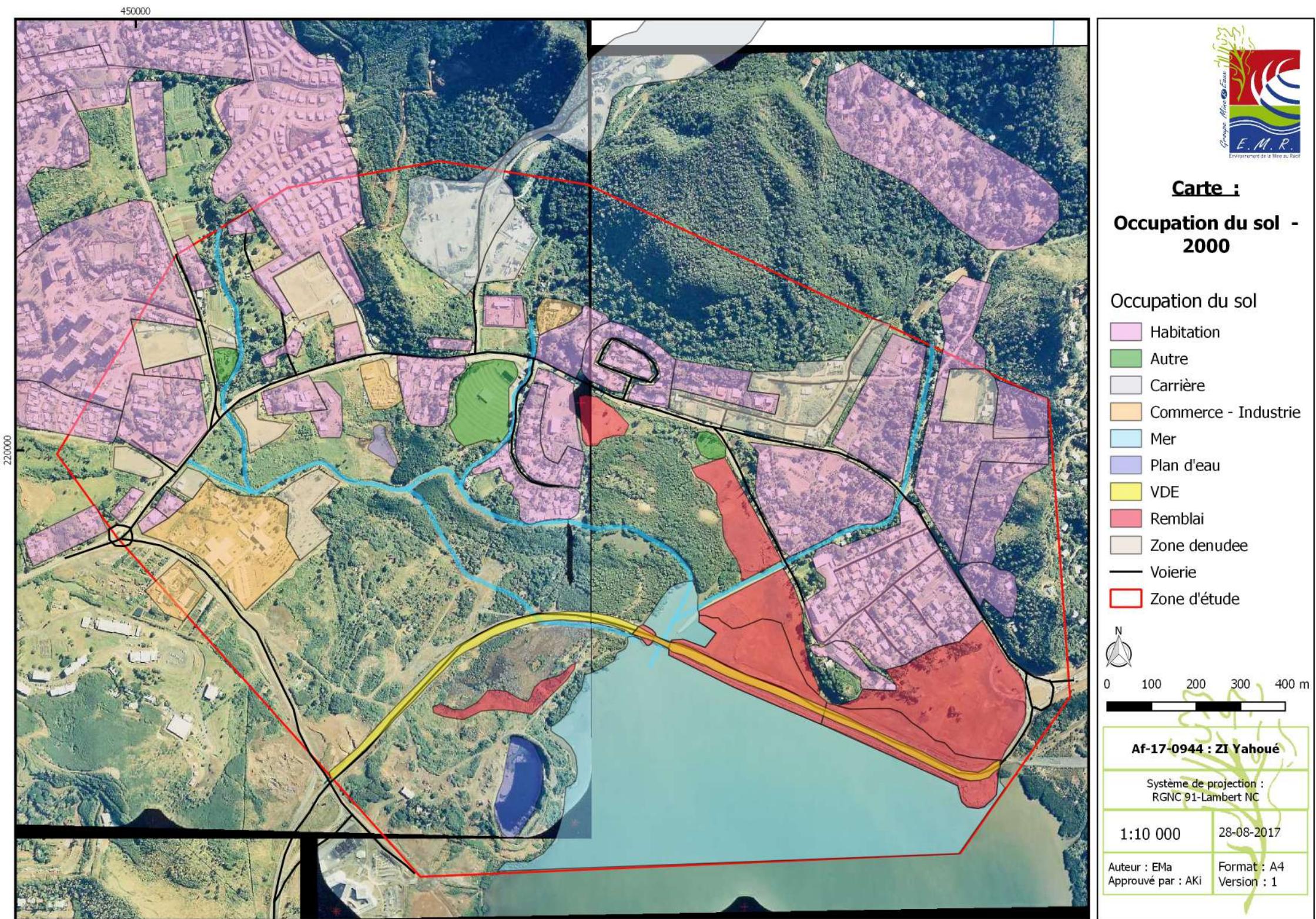


Carte :

Occupation du sol - 1985

Occupation du sol

- Habitation
- Autre
- Commerce/Industrie
- Commerce - Industrie
- Mer
- Plan d'eau
- Zone denudée
- Voierie
- Zone d'étude





Carte :

Occupation du sol - 2007



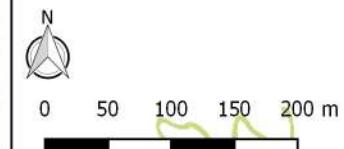
ANNEXE 3 : EVOLUTION DES COURS D'EAU DE 1985 A 2016

Carte :

Cours d'eau - 1985

Zone

- cours d'eau
- zone de dépôt
- Zone d'étude



Af-17-0944 : ZI Yahoué

Système de projection :
RGNC 91-Lambert NC

1:6 000 18-08-2017

Auteur : EMa Format : A4
Approuvé par : AKi Version : 1



Carte :

Cours d'eau - 2003

Zones

- Bras de décharge
- cours d'eau
- digue
- engravement
- zone de dépôt
- Zone d'étude



0 50 100 150 200 m

Af-17-0944 : ZI Yahoué

Système de projection :
RGNC 91-Lambert NC

1:6 000 18-08-2017

Auteur : EMa Format : A4
Approuvé par : AKi Version : 1



Carte :

Cours d'eau - 2007

Zone

- Bras de décharge
- cours d'eau
- digue
- engravement
- zone de dépôt
- Zone d'étude



0 50 100 150 200 m

Af-17-0944 : ZI Yahoué

Système de projection :
RGNC 91-Lambert NC

1:6 000	18-08-2017
---------	------------

Auteur : EMa	Format : A4
Approuvé par : AKi	Version : 1



Carte :

Cours d'eau - 2016

Zone

- Bras de décharge
- cours d'eau
- digue
- zone de dépôt
- Zone d'étude



0 50 100 150 200 m

Af-17-0944 : ZI Yahoué

Système de projection :
RGNC 91-Lambert NC

1:6 000	18-08-2017
---------	------------

Auteur : EMa Approuvé par : AKi	Format : A4 Version : 1
------------------------------------	----------------------------

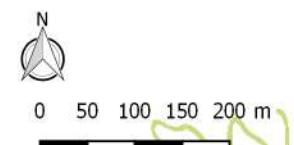


ANNEXE 4 : EVOLUTION DE LA MANGROVE DE 1985 A 2016

Carte :

Mangrove - 1985

- cours d'eau
■ Zone d'étude
Mangrove
■ *Avicennia marina*
■ *Rhizophora sp*
■ Mangrove indifférenciée



Af-17-0944 : ZI Yahoué

Système de projection :
RGNC 91-Lambert NC

1:8 000	28-08-2017
---------	------------

Auteur : EMa	Format : A4
Approuvé par : AKi	Version : 1



Carte :

Mangrove - 2003



Zone d'étude

Cours d'eau

Bras de décharge
cours d'eau

Mangrove

Avicennia marina
Rhizophora sp
Mangrove indifférenciée



0 50 100 150 200 m



Af-17-0944 : ZI Yahoué

Système de projection :
RGNC 91-Lambert NC

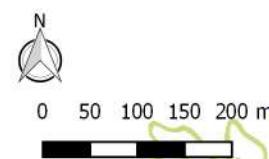
1:8 000 28-08-2017

Auteur : EMa Format : A4
Approuvé par : AKi Version : 1

Carte :

Mangrove- 2007

- Zone d'étude
- cours d'eau
- Bras de décharge
- cours d'eau
- Mangrove
- Rhizophora sp
- Mangrove indiférenciée



Af-17-0944 : ZI Yahoué

Système de projection :
RGNC 91-Lambert NC

1:8 000	28-08-2017
---------	------------

Auteur : EMa	Format : A4
Approuvé par : AKi	Version : 1

Carte :

Mangrove - 2016

Zone d'étude

Cours d'eau

Bras de décharge

cours d'eau

digue

zone de dépôt

Mangrove

Rhizophora sp

Mangrove indifférenciée



0 50 100 150 200 m



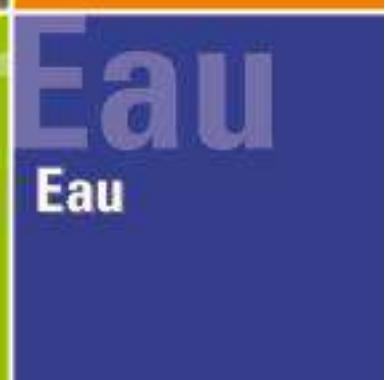
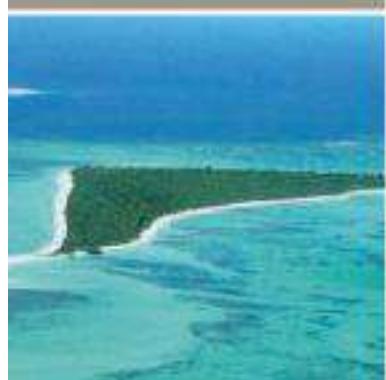
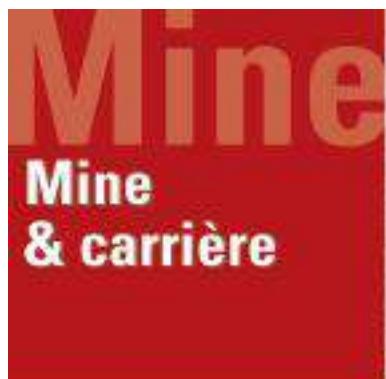
Af-17-0944 : ZI Yahoué

Système de projection :
RGNC 91-Lambert NC

1:8 000	28-08-2017
---------	------------

Auteur : EMa	Format : A4
Approuvé par : AKi	Version : 1





Votre partenaire environnement

E.M.R – Environnement de la Mine au Récif

Nouméa : 20 route du Vélodrome (Orphelinat) – BP 7949 – 98801 Nouméa Cedex

Tel. : (687) 27 77 93 / Fax : (687) 27 19 53

Koné : 134 impasse des pirogues

Koné : BP 680 – 98860 Koné Cedex

ANNEXE 2 : ETUDE HYDROLOGIQUE



YAHOUÉ-CONCEPTION - ETUDE D'ACTUALISATION
DES ZONES INONDABLES ET D'AMENAGEMENT
HYDRAULIQUE

Rapport d'étude hydrologique

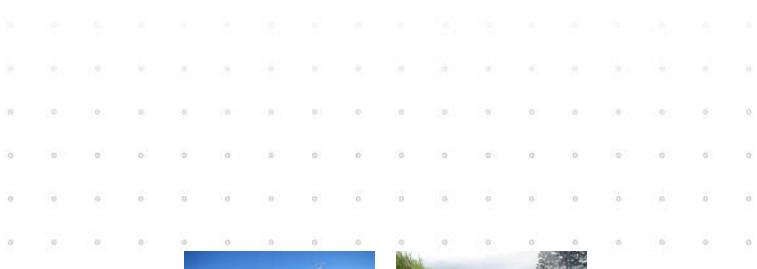


Rapport n° : 17F-113-RX-2
Révision n° : B
Date : 17/04/2018

Votre contact :
Jyri QUATREMARRE
quatremarre@isl.fr



Rapport



ISL Ingénierie SAS - XPACIFIQUE
15 bis rue de Verdun, Espace
Performance CCI
BP M3
98849 - Nouméa, Nouvelle-Calédonie
FRANCE
Tel. : (+687) 24 23 18
www.isl.fr 24 31 04

ISL
Ingénierie

Visa

Document verrouillé du 01/08/2019.

Révision	Date	Auteur	Chef de Projet	Superviseur	Commentaire
A	18/01/2018	GGR	JQU	SJA	Mise à jour suite commentaire client
B	17/04/2018	GGR	JQU	SJA	Mise à jour du document suite aux retours de la Province Sud et de la Davar.

GGR : GROELL Guillaume

JQU : QUATREMARRE Jyri

SJA : JANIN-REINER Stéphanie



SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	1
1.1	CONTEXTE	1
1.2	PHASAGE DE L'ETUDE	2
2	PRESENTATION DES DONNEES DISPONIBLES	3
2.1	ETUDE	3
2.2	DONNEES TOPOGRAPHIQUES	4
2.3	DONNEES PLUVIOMETRIQUES ET HYDROMETRIQUES	4
2.4	DONNEES CLIMATIQUES	5
3	RESULTATS DES ETUDES PRECEDENTES	5
3.1	ETUDE SOGREAH SUR LA COMMUNE DE MONT-DORE, 2006 [1]	5
3.2	IMPACT HYDRAULIQUE DU PROJET DE CONSTRUCTION DE LA VOIE DE DEGAGEMENT EST [2]	5
3.3	NOTE SUR L'ASSAINISSEMENT DE LA BAIE DE LA CONCEPTION, DDE, 1996 [3]	5
3.4	RAPPORT DE 2006 PRESENTANT L'ANALYSE PLUVIOMETRIQUE SUR LES POSTES DE NOUMEA ET NAMIE 3 – LAVOIX [4]	6
3.5	ETUDE HYDRAULIQUE SUR LE CREEK DE NAMIE A ROBINSON, GINGER SOPRONER, 2016 [5]	7
3.6	COURBES ENVELOPPES DES DEBITS DE POINTE SUR LES TROIS ZONES DE LA NOUVELLE-CALEDONIE [6]	8
3.7	SYNTHESE ET REGIONALISATION DES DONNEES PLUVIOMETRIQUES DE LA NOUVELLE-CALEDONIE [7]	9
4	ETUDE HYDROLOGIQUE	9
4.1	METHODOLOGIE ET PLAN	9
4.1.1	ORGANISATION DE L'ETUDE	9
4.1.2	REMARQUE PREALABLE SUR LE DECOUPAGE DES BASSINS VERSANTS	10
4.2	PRESENTATION DES BASSINS VERSANTS	10
4.2.1	CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES BASSINS VERSANTS	10
4.2.1.1	Surface des bassins versants	10
4.2.1.2	Caractéristiques de forme : Indice de compacité et rectangle équivalent	12

4.2.1.3	Courbes hypsométriques : relief des bassins versants	12
4.2.1.4	Indice global de pente	13
4.2.1.5	Valeurs pour les bassins versants	14
4.2.1.6	Temps de concentration	14
4.2.2	GEOLOGIE	16
4.2.3	OCCUPATION DU SOL	17
4.2.4	CONTEXTE CLIMATIQUE	19
4.3	ANALYSE REGIONALE - COURBES ENVELOPPES - DAVAR	20
4.4	ANALYSE HYDROMETRIQUE A PARTIR DE LA NAMIE	20
4.4.1	PREAMBULE	20
4.4.2	ANALYSE DU BASSIN VERSANT DE LA NAMIE	20
4.4.3	TRANSPOSITION DES RESULTATS A LA YAHOUÉ ET SES AFFLUENTS	22
4.5	ETUDE HYDRO-PLUVIOMETRIQUE	23
4.5.1	PREAMBULE SUR LES METHODES HYDRO-PLUVIOMETRIQUES	23
4.5.2	ETUDE PLUVIOMETRIQUE	23
4.5.2.1	Données disponibles	23
4.5.2.2	Etude fréquentielle des pluies maximales : construction des courbes IDF	25
4.5.2.3	Comparaison avec les données Shyreg	27
4.5.2.4	Conclusion sur le choix des pluies de projet	29
4.5.2.5	Hyéogrammes des évènements historiques	29
4.5.2.6	Hyéogrammes de projet	31
4.5.3	METHODE RATIONNELLE	34
4.5.4	TRANSFORMATION PLUIE-DEBIT	35
4.5.4.1	Présentation détaillée du logiciel GESRES _{isl}	35
4.5.4.2	Méthodologie	38
4.5.4.3	Limites de la modélisation	38
4.5.4.4	Modélisation continue	38
4.5.4.5	Calage sur des évènements observés (modélisation évènementielle)	42
4.5.4.6	Test de sensibilité	45
4.5.5	METHODE DU GRADEX	46
4.5.5.1	Généralités	46
4.5.5.2	Application de la méthode du GRADEX	47
4.5.5.3	Coefficient de forme et durée de crue	48
4.5.5.4	Résultats	50
4.6	COMPARAISON DES DIFFERENTES METHODES AVEC LES ETUDES PRECEDENTES	50

4.7	METHODE RETENUE	52
4.8	ESTIMATION DES DEBITS DE CRUE DES EVENEMENTS HISTORIQUES	52
4.9	HYDROGRAMMES DE PROJET	55
4.10	CONCLUSION DE L'ETUDE HYDROLOGIQUE	61

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 FICHE CLIMATOLOGIQUE A NOUMEA

ANNEXE 2 FICHE CLIMATOLOGIQUE A MAGENTA

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : périmètre d'étude et localisation des aménagements (source : cahier des charges)	1
Figure 2 : synthèse des Q100 obtenus par ajustement de Gumbel sur l'ensemble des 22 stations hydrométriques de la Nouvelle-Calédonie (cf. [6])	8
Figure 3 : Rapport Q100/QT défini à partir des ajustements de Gumbel sur l'ensemble des 22 stations hydrométriques de la Nouvelle-Calédonie (cf. [6])	9
Figure 4: Bassins versants des différents cours d'eau en orange, zone d'étude en violet	11
Figure 5: Relief des bassins versants	12
Figure 6 : courbes hypsométriques des bassins versants de la Yanna, la Yahoué, la Ouapeuse et la Namié	13
Figure 7 : géologie des bassins versants (source : Explo CartEau)	16
Figure 8 : occupation du sol des bassins versants (source : DTSI 2008)	17
Figure 9: isohyètes, carte issue des données de la DAVAR d'Exploit Cart'Eau	19
Figure 10: Ajustements de Gumbel des maxima instantanés annuels au droit de la station de Namié	21
Figure 11 : Ajustements de Gumbel des maxima instantanés annuels au droit de la station de Namié (valeur maximale retirée)	21
Figure 12 : Localisation des stations pluviométriques disponibles	24
Figure 13 : Courbes Intensité-Durée-Fréquence au poste pluviométrique de Namié 3 - Lavoix	25
Figure 14 : Courbes Intensité-Durée-Fréquence au poste pluviométrique de Namié - Bigourd	26
Figure 15 : Courbes Intensité-Durée-Fréquence au poste pluviométrique de Nouméa (issues de l'étude Météo-France réalisée en 2006)	26
Figure 16 : pluie centennale d'une heure sur les bassins versants étudié (source : SHYREG)	27
Figure 17 : courbes intensité/durée/fréquence à Bigourd, Lavoix et Nouméa et comparaison avec les données Shyreg et les données de [7]	28
Figure 18 : hyéogrammes de l'évènement du 02/10/2001	30

Figure 19 : hyéogrammes de l'évènement du 14/03/2003	30
Figure 20 : Pluie de projet	34
Figure 21: allure de l'ETP pour le modèle GESRES	39
Figure 22 : extrait du calage du modèle journalier	40
Figure 22: variation de la saturation du sol du bassin versant de Namié – GESRES-1 ^{ère} partie	41
Figure 23 : variation de la saturation du sol du bassin versant de Namié – GESRES-2 ^{ème} partie	42
Figure 24 : calage du modèle évènementiel : crue d'octobre 2001 à Namié	43
Figure 25 : calage du modèle évènementiel : crue de mars 2003 à Namié	44
Figure 26 : hydrogrammes calculés sur la Yanna, saturation initiale = 50%	48
Figure 27 : hydrogrammes calculés sur la Yahoué, saturation initiale = 50%	48
Figure 28 : hydrogrammes calculés sur la Ouapeuse, saturation initiale = 50%	49
Figure 29 : hydrogrammes calculés sur l'affluent rive droite, saturation initiale = 50%	49
Figure 34 : hydrogrammes calculés de l'évènement d'octobre 2001	53
Figure 35 : hydrogrammes calculés de l'évènement de mars 2003	53
Figure 30 : hydrogrammes de projet sur la Yahoué	56
Figure 31 : hydrogrammes de projet sur la Yanna	56
Figure 32 : hydrogrammes de projet sur la Ouapeuse	57
Figure 33 : hydrogrammes de projet sur l'affluent rive droite	57

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : études recueillies relatives à l'étude hydrologique	3
Tableau 2 : données topographiques recueillies	4
Tableau 3 : données pluviométriques et hydrométriques recueillies	4
Tableau 4 : rappel des débits de pointe de l'étude [1]	5
Tableau 5 : rappel des débits de pointe de l'étude [2]	5
Tableau 6 : rappel des débits de pointe de l'étude [3]	6
Tableau 7 : durées de retour de précipitations à Nouméa (issues du rapport [4])	6
Tableau 8 : durées de retour de précipitations à Namié 3 (issues du rapport [4])	6
Tableau 9 : application des débits spécifiques de l'étude [5] sur les bassins versants étudiés	7
Tableau 10 : méthodologie et plan de l'étude hydrologique	10
Tableau 11 : caractéristiques géomorphologiques des bassins versants	14
Tableau 13 : temps de concentration des bassins versants	15
Tableau 14 : occupation des sols des différents bassins versants (en proportion)	18

Tableau 15 : Estimation des débits de pointe par la formule régionale.....	20
Tableau 16 : Caractéristiques de la station hydrométrique de Namié.....	20
Tableau 17 : Débits de pointe de référence à la station de Namié	22
Tableau 18 : Débits de pointe à l'exutoire des différents affluents – analyse hydrométrique	22
Tableau 19 : Stations pluviométriques situées à proximité des bassins versants	23
Tableau 20: Pluies retenues pour la construction des hyéogrammes de projet (mm)	29
Tableau 21 : cumuls et périodes de retour de l'évènement de 2001	31
Tableau 22 : cumuls et périodes de retour de l'évènement de 2003	31
Tableau 23 : coefficients de ruissellement retenus (issus de [5]).....	35
Tableau 24 : résultats de la méthode rationnelle	35
Tableau 25 : critères de qualité du calage sur l'évènement de 2001	43
Tableau 26 : critères de qualité du calage sur l'évènement de 2001	45
Tableau 27: sensibilité à la saturation du sol sur le débit de pointe	45
Tableau 28 : coefficients de forme utilisés dans la méthode du GRADEX.....	50
Tableau 29 : débits de pointe calculés par la méthode du GRADEX (m ³ /s).....	50
Tableau 30 : débits de pointe calculés par les différentes méthodes et études (m ³ /s)	51
Tableau 31 : débits de pointe calculés pour les deux évènements historiques.....	54
Tableau 32 : comparaison des périodes de retour des débits de pointe issus de la transformation pluie/débit avec les périodes de retour des pluies pour les deux évènements de calage	54
Tableau 33 : volumes précipité et ruisselé sur le bassin versant de la Yahoué (méthode rationnelle)	55

1 INTRODUCTION

1.1 CONTEXTE

La voie de dégagement est (VDE) reliant le giratoire de la Belle Vie situé au PK5 au giratoire des Sports de Boulari longe le littoral. Cette voie, réalisée entre 1998 et 2001, consiste en un remblai routier sur la majorité de son linéaire et notamment au niveau de la Baie de la Conception, exutoire naturel des rivières Yahoué et Yanna (également appelée Ciati). Dans la baie, plusieurs ouvrages de décharge traversent la VDE et assurent la continuité hydraulique des cours d'eau.

En parallèle à la réalisation de la VDE, plusieurs terrains situés dans le lit majeur des cours d'eau ont été remblayés.

Depuis la réalisation de ces aménagements, plusieurs études hydrauliques ont été réalisées sur la Yahoué, la Yanna et le Creek du Pont des Français, et notamment :

- en 2003 : définition des emprises d'inondation potentielles par analyse hydrogéomorphologique,
- en 2010 : étude et modélisation hydraulique unidimensionnelle simplifiée à l'aide du logiciel Hec-Ras dans le but de préciser les aléas inondations.

Depuis 2010, de nouveaux aménagements ont été réalisés en amont et les coutumiers s'inquiètent de l'impact potentiel du remblai routier sur le fonctionnement général du secteur.

Dans ce contexte, la Province Sud a mandaté ISL Ingénierie pour réaliser une étude détaillée du secteur afin :

- d'appréhender le fonctionnement hydraulique du secteur,
- de redéfinir les aléas inondations,
- d'analyser l'impact des aménagements,
- d'étudier la possibilité d'aménagements compensatoires en cas d'impact négatif avéré des ouvrages.

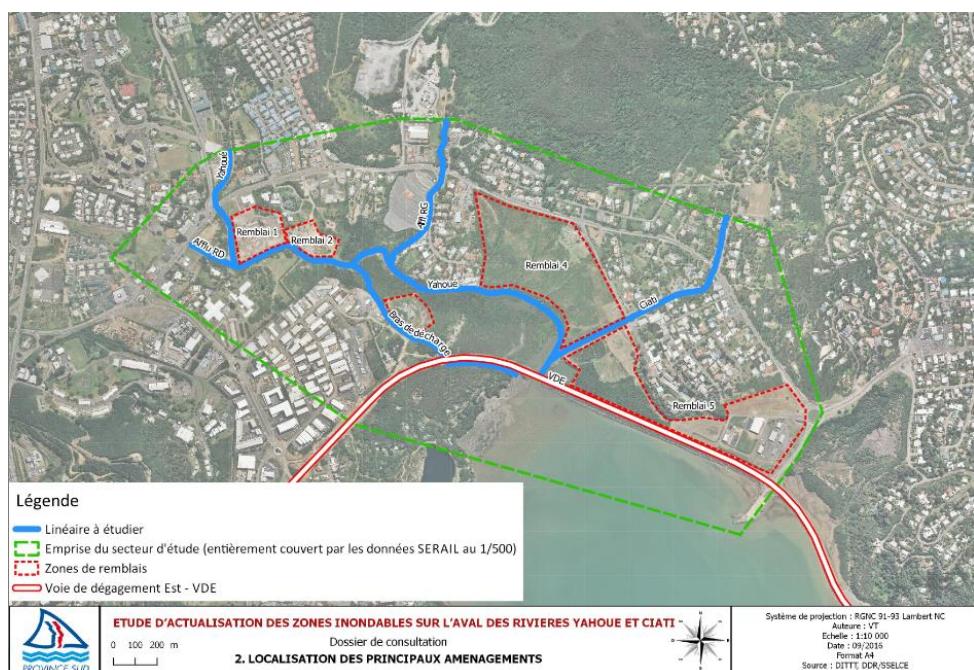


Figure 1 : périmètre d'étude et localisation des aménagements (source : cahier des charges)

1.2 PHASAGE DE L'ETUDE

L'étude est structurée en quatre phases :

1. Etudes préliminaires : recueil des données, étude hydrologique et analyse diachronique sur le secteur d'étude ;
2. Visite de terrain, établissement de l'état des lieux : réalisation d'enquêtes, de visite de terrain, définition des besoins en termes de levés topographiques à réaliser, établissement d'un état des lieux environnemental sommaire sur l'ensemble du secteur d'étude pour identifier les contraintes et les enjeux environnementaux (y compris analyses sédimentaires) ;
3. Modélisation hydraulique et cartographie des zones inondables : création et calage de modèles hydrauliques bidimensionnels pour les différentes configurations topographiques (avant et après aménagements), actualisation des zones inondables de la Yahoué et de ses affluents sur le secteur d'étude ;
4. Définition des impacts des différents aménagements existants et propositions d'intervention : évaluation de l'impact hydraulique des aménagements du secteur d'étude (VDE et remblais), prédimensionnement et évaluation du gain à attendre des mesures compensatoires en cas d'impact négatif des aménagements existants.

Le présent rapport constitue le rapport d'étude hydrologique.

2 PRESENTATION DES DONNEES DISPONIBLES

Les données récoltées pour la réalisation de l'étude hydrologique sont présentées dans ce chapitre.

2.1 ETUDE

Les études recueillies utiles à la réalisation de l'étude hydrologique sont présentées dans le tableau 1 :

Source	Fichier	Détails	N°
DAVAR	2006_Fevrier_Etude_hydraulique_Mo nt_Dore	Etude Sogreah sur la commune de Mont-Dore, 2006	[1]
DEPS	Etude hydraulique ISL 1996	Impact hydraulique du projet de construction de la voie de dégagement Est	[2]
DEPS	1996-04-09_VDE_Note_assainissement_Baie_C onception_NABONNE	Note sur l'assainissement de la Baie de la Conception, DDE, 1996	[3]
Province Sud	ProvSud_200703	Rapport de 2006 présentant l'analyse pluviométrique sur les postes de Nouméa et Namié 3 - Lavoix	[4]
Ville du Mont-Dore	2016_Mars_Etude_hydraulique_ZI_Cr eekNamie	Etude hydraulique sur le creek de Namié à Robinson, Ginger Soprone, 2016	[5]
DAVAR	Courbes_Enveloppes_Qspé_Sud_Ouest	Courbes enveloppes des débits de pointe sur les trois zones de la Nouvelle-Calédonie, réalisées à partir de l'ajustement statistique sur 22 stations hydrométriques	[6]
DAVAR	2011_Nov_Synthese_pluviometrique_ NC	Synthèse et régionalisation des données pluviométriques de la Nouvelle-Calédonie	[7]

Tableau 1 : études recueillies relatives à l'étude hydrologique

Dans la suite du document, la numérotation présentée dans le tableau sera utilisée pour faire référence à ces études.

2.2 DONNEES TOPOGRAPHIQUES

Les données topographiques recueillies utiles à la réalisation de l'étude hydrologique sont présentées dans le tableau 2 :

Source de la donnée	Type	Fichier	Détails
DITTT	Données topographiques	RASTER10-NC	Données topographiques sur l'ensemble de la Nouvelle Calédonie combinant les données topographiques de la DITTT et celles gérées par le GIE Sérail, résolution de 10 m. La précision en altitude est estimée à ± 2 m dans la note d'accompagnement des données.

Tableau 2 : données topographiques recueillies

Ces données topographiques sont utilisées pour le tracé des limites des bassins versants et la réalisation des courbes hypsométriques. La précision des données est suffisante pour l'utilisation faite dans cette étude.

2.3 DONNEES PLUVIOMETRIQUES ET HYDROMETRIQUES

Les données pluviométriques et hydrométriques recueillies sont présentées dans le tableau 3 :

Source de la donnée	Type	Fichier	Détails
DAVAR	Données hydrométriques	Station de Namié	Extrema annuels à la station datés et hydrogrammes de crue des événements du 02/10/2001 et 14/03/2003
DAVAR	Données pluviométriques	Station de Namié 3 - Lavoix et Namié Bigourd	Valeurs supérieures à un seuil et extrema annuels sur la période 1997-2016 pour t=15min, 30 min, 60 min, 120 min, 360 min, 720 min et 1440 min
DAVAR	Données pluviométriques	Station de Namié 3 - Lavoix et Namié Bigourd	Pluies journalières sur la période 1997-2016 et hyéogrammes de pluie du 02/10/2001 et 14/03/2003
Province Sud	Données Shyreg	Fichiers .shp	Données SHYREG au format SIG sur les bassins versants étudiés

Tableau 3 : données pluviométriques et hydrométriques recueillies

La présentation géographique de ces stations est faite dans la figure 9.

2.4 DONNEES CLIMATIQUES

Dans le cadre de la présente étude, les fiches climatologiques suivantes ont été recueillies auprès de Météo-France :

- Nouméa, indicatif : 98818001
- Magenta, indicatif : 98818002

Ces fiches sont présentées en annexe 1 (Nouméa) et en annexe 2 (Magenta).

Elles sont utilisées pour l'évaluation de l'évapotranspiration potentielle dans le cadre de la réalisation du modèle de transformation pluie-débit.

3 RESULTATS DES ETUDES PRECEDENTES

Les études précédentes relatives à l'hydrologie sont présentées dans le tableau 1. Une synthèse des résultats de ces études est présentée dans ce paragraphe.

3.1 ETUDE SOGREAH SUR LA COMMUNE DE MONT-DORE, 2006 [1]

Cette étude se base sur l'application de la méthode Speed sur les différents sous bassins versants. Les données des stations pluviométriques de Namié Bigourd, Namié Lavoix, Montagne des Sources et Nouméa sont utilisées. Les débits de pointes pour les bassins versants de Yahoué, Yanna et Ouapeuse sont présentés dans le tableau 4.

	Yahoué		Yanna		Ouapeuse		Affluent rive droite	
	Q10	Q100	Q10	Q100	Q10	Q100	Q10	Q100
Débits de pointe (m ³ /s) issus de [1]	117	207	75	125	35	65	/	/

Tableau 4 : rappel des débits de pointe de l'étude [1]

3.2 IMPACT HYDRAULIQUE DU PROJET DE CONSTRUCTION DE LA VOIE DE DEGAGEMENT EST [2]

Cette étude se base sur l'application de la méthode de l'hydrogramme unitaire (méthode SCS) afin de calculer les débits spécifiques décennaux sur le secteur. Elle conduit à des débits spécifiques décennaux compris entre 10 et 11 m³/s/km².

	Yahoué	Yanna	Ouapeuse	Affluent rive droite
	Q10	Q10	Q10	Q10
Débits de pointe (m ³ /s) issus de [2]	72 à 79	39 à 43	15 à 17	6 à 7

Tableau 5 : rappel des débits de pointe de l'étude [2]

3.3 NOTE SUR L'ASSAINISSEMENT DE LA BAIE DE LA CONCEPTION, DDE, 1996 [3]

Cette note se base sur l'application de la formule rationnelle. Les débits de pointe calculés pour les différents cours d'eau sont présentés dans le tableau 6.

	Yahoué		Yanna		Ouapeuse		Affluent rive droite	
	Q10	Q100	Q10	Q100	Q10	Q100	Q10	Q100
Note direction de l'équipement de la province sud [3]	58	/	40	/	21	/	/	/

Tableau 6 : rappel des débits de pointe de l'étude [3]

3.4 RAPPORT DE 2006 PRÉSENTANT L'ANALYSE PLUVIOMÉTRIQUE SUR LES POSTES DE NOUMÉA ET NAMIE 3 – LAVOIX [4]

Cette étude présente l'analyse pluviométrique sur les postes de Nouméa et Namié 3 – Lavoix réalisée par Météo-France en 2006. Cette analyse a pour objectif de construire les courbes Intensité-Durée-Fréquence sur ces deux postes.

Quantités maximales de précipitations (en mm) à Nouméa											
Valeurs calculées avec la méthode du renouvellement Période 1961-2006											
Durée (en min)	Nombre d'années de mesure	T = Durée de retour (en années)							Paramètres		
		1	2	5	10	20	50	100	GD(d)	Po(d)	Max
6	45.9	8.5	10.6	13.4	15.5	17.6	20.4	22.5	3.05	8.5	18.7
15	45.9	15.6	18.7	22.8	26.0	29.1	33.2	36.4	4.51	15.6	31.6
30	45.9	22.1	27.6	35.0	40.6	46.2	53.6	59.2	8.06	22.1	56.8
60	45.9	29.9	38.3	49.6	58.0	66.5	77.7	86.2	12.23	29.9	83.0
90	45.9	34.8	45.0	58.6	68.8	79.1	92.6	102.9	14.78	34.8	98.0
120	45.9	41.0	52.5	67.6	79.1	90.6	105.8	117.3	16.57	41.0	111.5
180	45.9	44.3	58.5	77.3	91.5	105.7	124.5	138.7	20.51	44.3	118.0
360	45.9	60.1	81.3	109.4	130.6	151.8	179.9	201.1	30.63	60.1	191.5
720	45.9	77.4	107.2	146.7	176.6	206.4	245.9	275.7	43.07	77.4	260.0
1440	45.9	95.8	131.2	177.9	213.3	248.6	295.4	330.8	51.03	95.8	268.0
2880	45.9	111.8	150.7	202.2	241.2	280.2	331.7	370.6	56.22	111.8	270.4
4320	45.9	119.4	160.3	214.3	255.2	296.1	350.2	391.0	58.99	119.4	279.6
5760	45.9	123.1	164.1	218.3	259.4	300.4	354.7	395.7	59.21	123.1	289.7

Tableau 7 : durées de retour de précipitations à Nouméa (issues du rapport [4])

Quantités maximales de précipitations (en mm) à Namié3-DAVAR											
Valeurs calculées avec la méthode du renouvellement Période 1997-2006											
Durée (en min)	Nombre d'années de mesure	T = Durée de retour (en années)							Paramètres		
		1	2	5	10	20	50	100	GD(d)	Po(d)	Max
6	9.7	9.9	11.9	14.5	16.5	18.5	21.1	23.1	2.86	9.9	18.5
15	9.7	20.0	24.8	31.2	36.0	40.8	47.2	52.1	6.96	20.0	38.5
30	9.7	30.6	38.5	48.9	56.8	64.7	75.1	82.9	11.35	30.6	62.3
60	9.7	44.1	56.8	73.6	86.3	99.0	115.8	128.5	18.32	44.1	98.4
90	9.7	53.4	68.5	88.5	103.7	118.8	138.9	154.0	21.85	53.4	123.0
120	9.7	58.1	75.1	97.6	114.6	131.6	154.1	171.2	24.55	58.1	136.7
180											
360	9.7	91.0	113.1	142.3	164.4	186.5	215.7	237.8	31.88	91.0	214.2
720											
1440	9.7	137.6	166.1	203.8	232.3	260.8	298.4	326.9	41.10	137.6	235.1
2880	9.7	164.6	198.1	242.2	275.6	309.1	353.2	386.7	48.21	164.6	250.8
4320											
5760	9.7	193.2	234.6	289.4	330.9	372.4	427.2	468.6	59.82	193.2	303.0

Tableau 8 : durées de retour de précipitations à Namié 3 (issues du rapport [4])

3.5 ETUDE HYDRAULIQUE SUR LE CREEK DE NAMIE A ROBINSON, GINGER SOPRONE, 2016 [5]

Cette étude réalisée en 2016 sur le creek de Namié vise à déterminer les débits de pointe des crues de période de retour de 5 à 100 ans et d'évaluer les périodes de retour de l'évènement de 2001. Plusieurs méthodes sont employées :

- analyse régionale à partir des courbes enveloppes réalisées par la Davar,
- méthode rationnelle depuis les postes pluviométriques de Namié 1 et Namié 3,
- transposition à partir de la formule de Myer et des stations de Dumbéa Est et de Namié.

La méthode retenue est la transposition à partir de la formule de Myer à la station de Namié.

Les débits spécifiques obtenus sont :

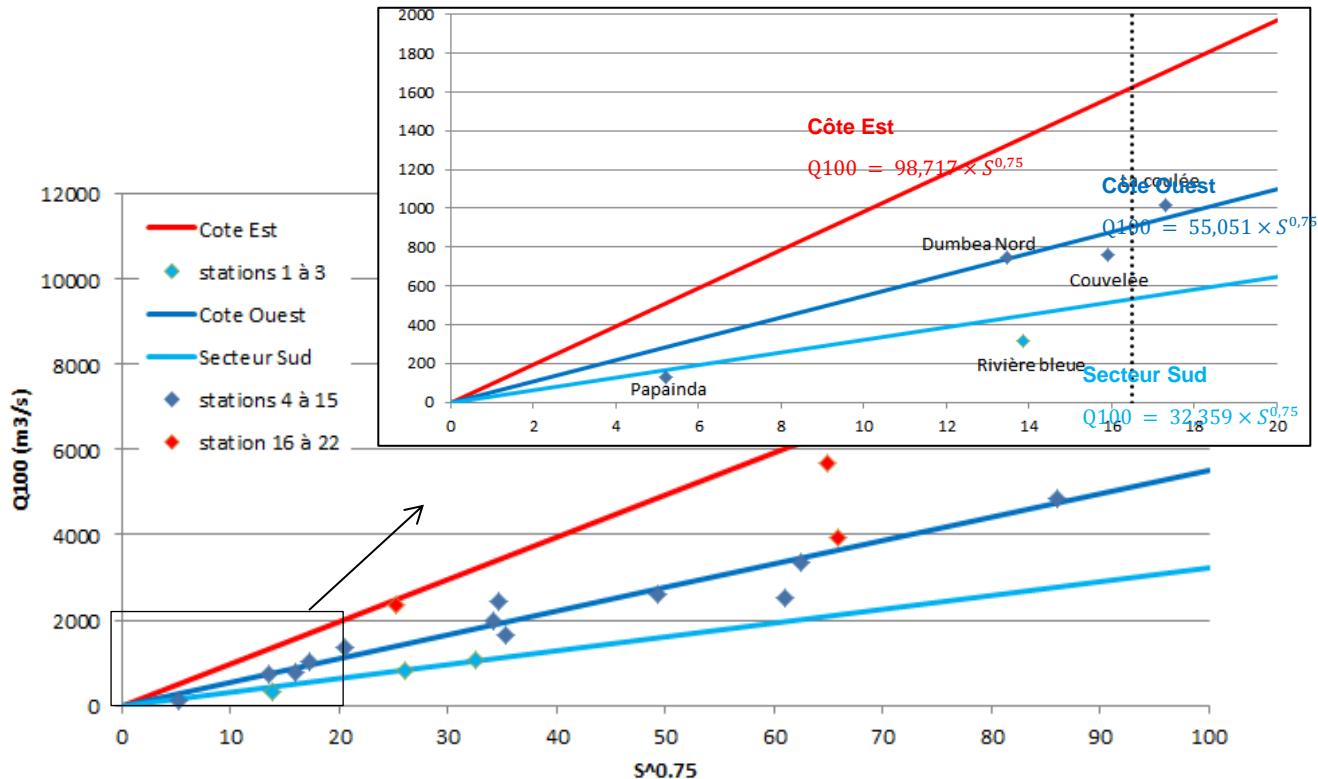
- 10,4 m³/s/km² pour la crue quinquennale,
- 14,7 m³/s/km² pour la crue décennale,
- 27 m³/s/km² pour la crue centennale.

	Yahoué		Yanna		Ouapeuse		Affluent rive droite	
	Q10	Q100	Q10	Q100	Q10	Q100	Q10	Q100
Débits de pointe (m ³ /s) issus de [5]	106	194	57	106	22	40	9	16

Tableau 9 : application des débits spécifiques de l'étude [5] sur les bassins versants étudiés

3.6 COURBES ENVELOPPES DES DEBITS DE POINTE SUR LES TROIS ZONES DE LA NOUVELLE-CALEDONIE [6]

La DAVAR propose une hydrologie régionale sous forme de courbes enveloppes des crues de référence. Ces courbes sont basées sur l'analyse statistique (ajustement de Gumbel) des données de 22 stations hydrométriques de la Nouvelle-Calédonie. La pluviométrie variant fortement sur le territoire de la Grande Terre, les enveloppes distinguent trois zones géographiques.



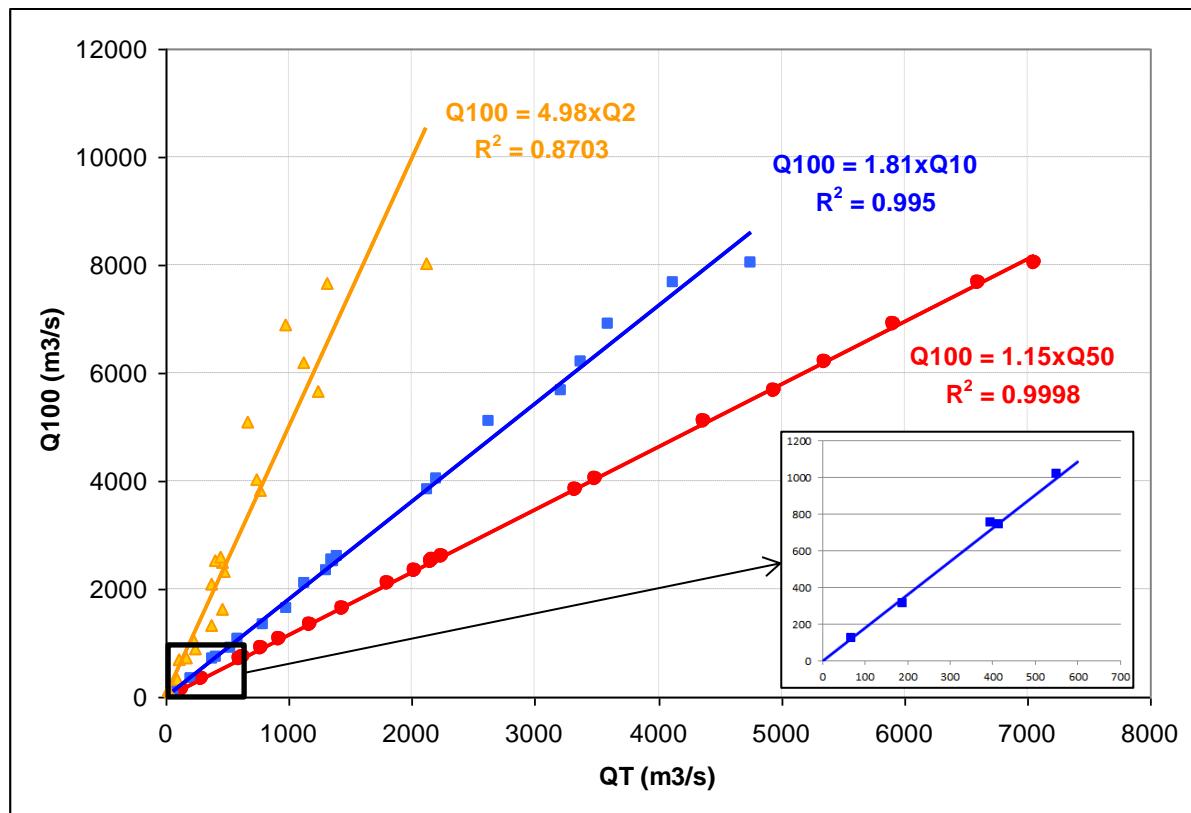


Figure 3 : Rapport Q100/QT défini à partir des ajustements de Gumbel sur l'ensemble des 22 stations hydrométriques de la Nouvelle-Calédonie (cf. [6])

3.7 SYNTHESE ET REGIONALISATION DES DONNEES PLUVIOMETRIQUES DE LA NOUVELLE-CALEDONIE [7]

Cette étude, réalisée en 2011, a pour objectif d'actualiser la cartographie des isohyètes interannuels et de réaliser une première caractérisation des régimes d'averses en régionalisant les paramètres Intensité Durée Fréquence en tout point de la Grande Terre. L'étude se base sur les données de l'ensemble des pluviomètres gérés par la Davar. Cette étude est utilisée pour comparer les courbes IDF réalisées en 4.5.2.2.

4 ETUDE HYDROLOGIQUE

4.1 METHODOLOGIE ET PLAN

4.1.1 ORGANISATION DE L'ETUDE

L'étude hydrologique se base sur l'application de différentes méthodes afin de comparer les différents résultats obtenus entre eux et avec les résultats des précédentes études. Sur la base de ces résultats, un choix est ensuite réalisé afin de construire les hydrogrammes de projet et les hydrogrammes de crues historiques utilisés en données d'entrée dans la modélisation hydraulique.

Le tableau 10 présente le plan de l'étude hydrologique.

Description	Paragraphe du rapport
Détermination des caractéristiques hydrologiques des bassins versants étudiés et comparaison avec celles du bassin versant de la Namié, bassin versant jaugé à proximité de la zone d'étude	§ 4.2
Analyse régionale sur la base des courbes enveloppes de débit de pointe établies par la Davar afin d'évaluer les débits de pointe des cours d'eau étudiés	§ 4.3
Analyse statistique des débits sur le bassin versant jaugé de la Namié et transposition des résultats aux bassins versants étudiés	§ 4.4
Etude hydro-pluviométrique : <ul style="list-style-type: none"> • analyse statistique des pluies, • application de la méthode rationnelle, • réalisation d'une modélisation pluie-débit des bassins versants étudiés, • application de la méthode du Gradex. 	§ 4.5
Comparaison des résultats issus des différentes méthodes avec les résultats issus des études hydrologiques précédentes	§ 4.6
Construction des hydrogrammes de projet	§ 1.1
Construction des hydrogrammes des évènements historiques	§ 4.8

Tableau 10 : méthodologie et plan de l'étude hydrologique

4.1.2 REMARQUE PREALABLE SUR LE DECOUPAGE DES BASSINS VERSANTS

Pour le tracé des bassins versants et l'analyse hydrologique, quatre sous bassins versants sont considérés. Ceux-ci correspondent aux bassins versants des différents cours d'eau, à savoir la Yahoué, la Yanna, la Ouapeuse et l'affluent rive droite de la Yahoué. Les bassins versants sont tracés jusqu'à l'exutoire respectif de chacun des cours d'eau à savoir :

- La confluence avec la Yahoué pour la Yanna, la Ouapeuse et l'affluent rive droite de la Yahoué,
- L'océan pour la Yahoué.

Ce découpage permettra d'injecter les différents hydrogrammes en données d'entrée de la modélisation hydrologique. Cette méthodologie majore les hydrogrammes en entrée de modélisation étant donné que la pluie totale ruisselant sur la zone d'étude est directement injectée en amont de la modélisation. Cette majoration reste raisonnable compte tenu de la surface de la zone d'étude devant la surface des bassins versant (majoration de l'ordre de 10% en entrée de modèle, avec décroissance à mesure que le cours d'eau se rapproche de l'exutoire).

4.2 PRESENTATION DES BASSINS VERSANTS

4.2.1 CARACTERISTIQUES PHYSIQUES DES BASSINS VERSANTS

4.2.1.1 Surface des bassins versants

La zone d'étude se situe sur la partie aval des bassins versants des rivières Yahoué, Yanna (Ciatí), Ouapeuse et d'un affluent en rive droite de la Yahoué.

A l'entrée de la zone d'étude, les surfaces drainées par ces bassins versants sont :

- Yahoué : 7,2 km²
- Yanna : 3,9 km²
- Ouapeuse : 1,5 km²
- Affluent rive droite : 0,6 km²

A titre indicatif, la surface de la zone d'étude avant l'embouchure de la Yahoué est de 1,4 km².

La surface du bassin versant de la Namié au niveau de la station hydrométrique est de 2,3 km².

La figure 4 présente les contours des bassins versant.

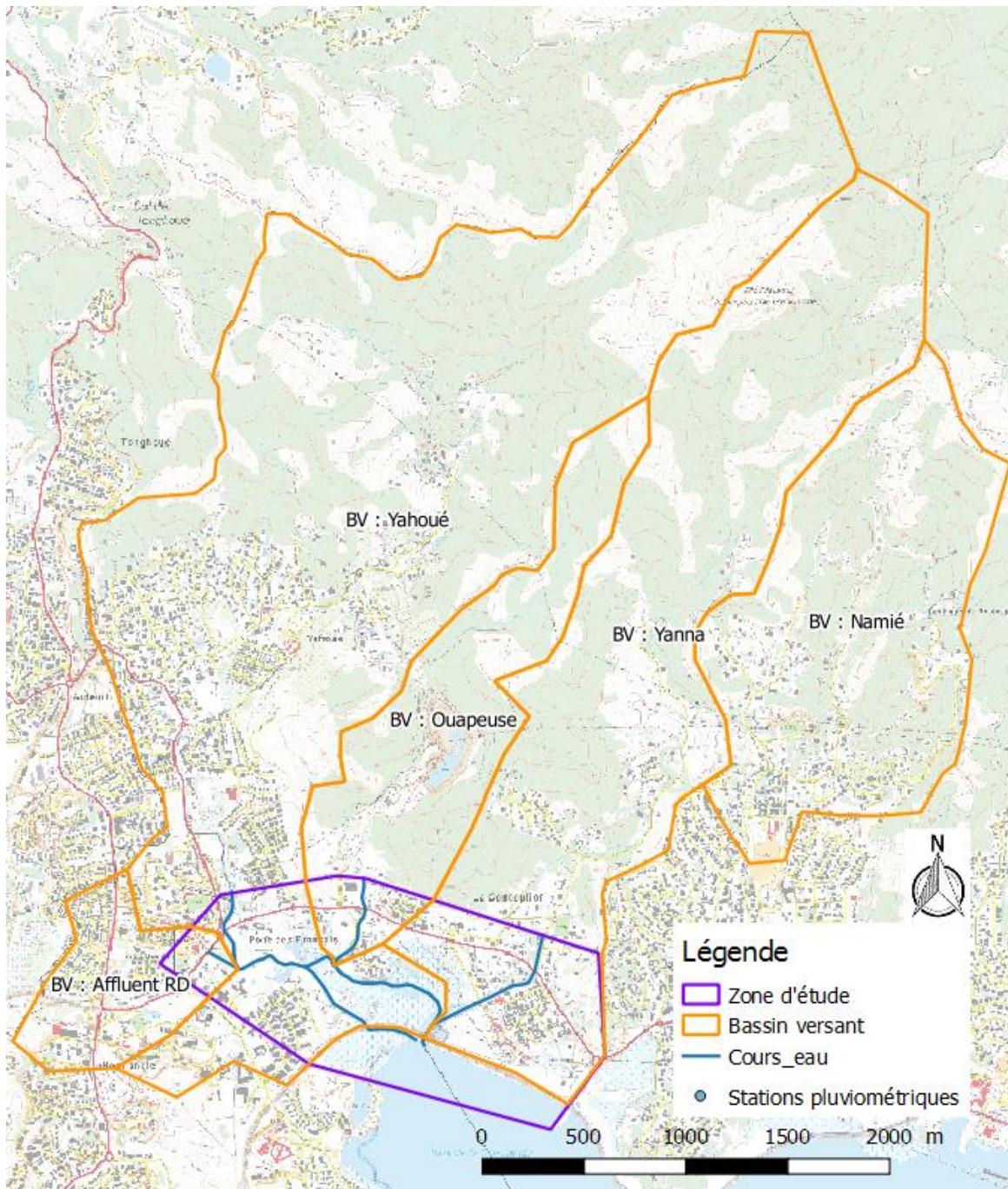


Figure 4: Bassins versants des différents cours d'eau en orange, zone d'étude en violet

4.2.1.2 Caractéristiques de forme : Indice de compacité et rectangle équivalent

L'indice de compacité, ou indice de Gravellius, se calcule à partir de la surface A du bassin versant et du périmètre P du bassin versant à partir de la relation suivante :

$$K_c = 0,28 \times \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Le bassin versant est quasiment circulaire lorsque l'indice de compacité est proche de 1. Plus l'indice est élevé, plus le bassin versant est allongé.

Les longueurs et largeurs du rectangle équivalent se calculent à partir des relations suivantes :

$$L = \frac{K \times \sqrt{A}}{1,12} \times [1 + \sqrt{1 - (\frac{1,12}{K})^2}]$$

$$l = \frac{A}{L}$$

Les valeurs pour les bassins versants étudiés sont présentées dans le tableau 11.

4.2.1.3 Courbes hypsométriques : relief des bassins versants

La figure 5 représente la répartition des altitudes au sein de la zone étudiée.

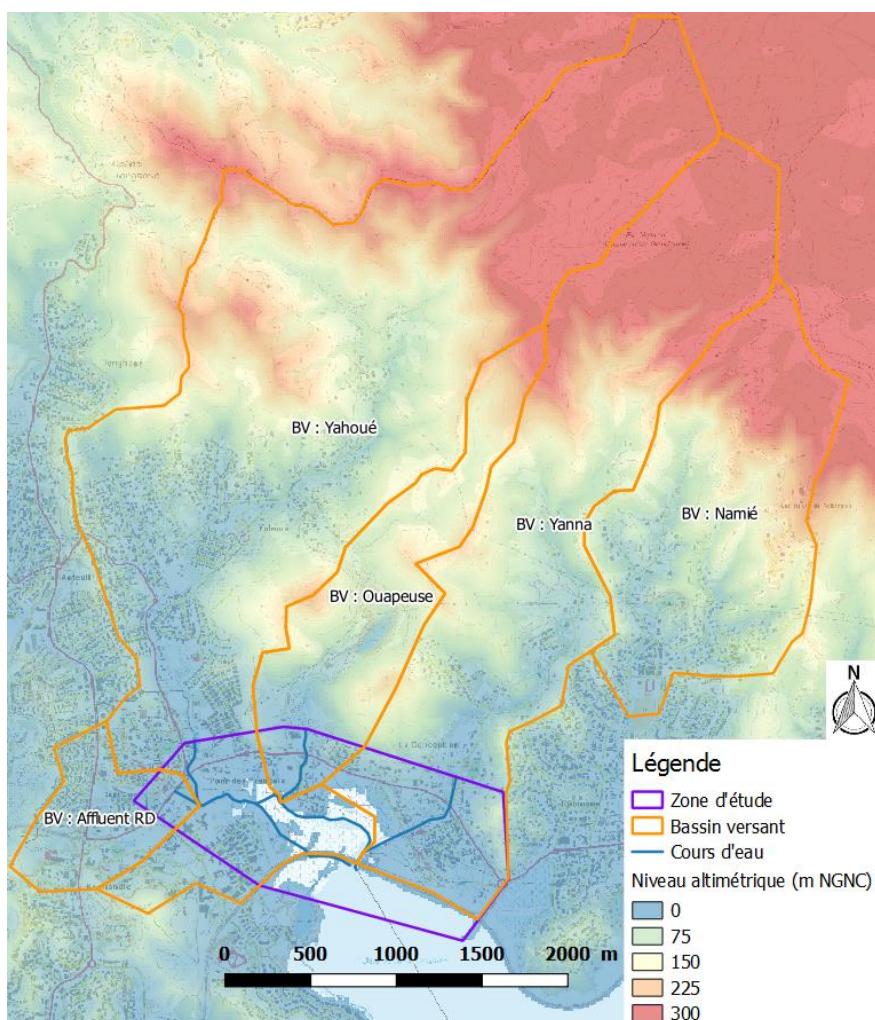


Figure 5: Relief des bassins versants

Les courbes hypsométriques des différents bassins versants sont présentées sur la figure 6.

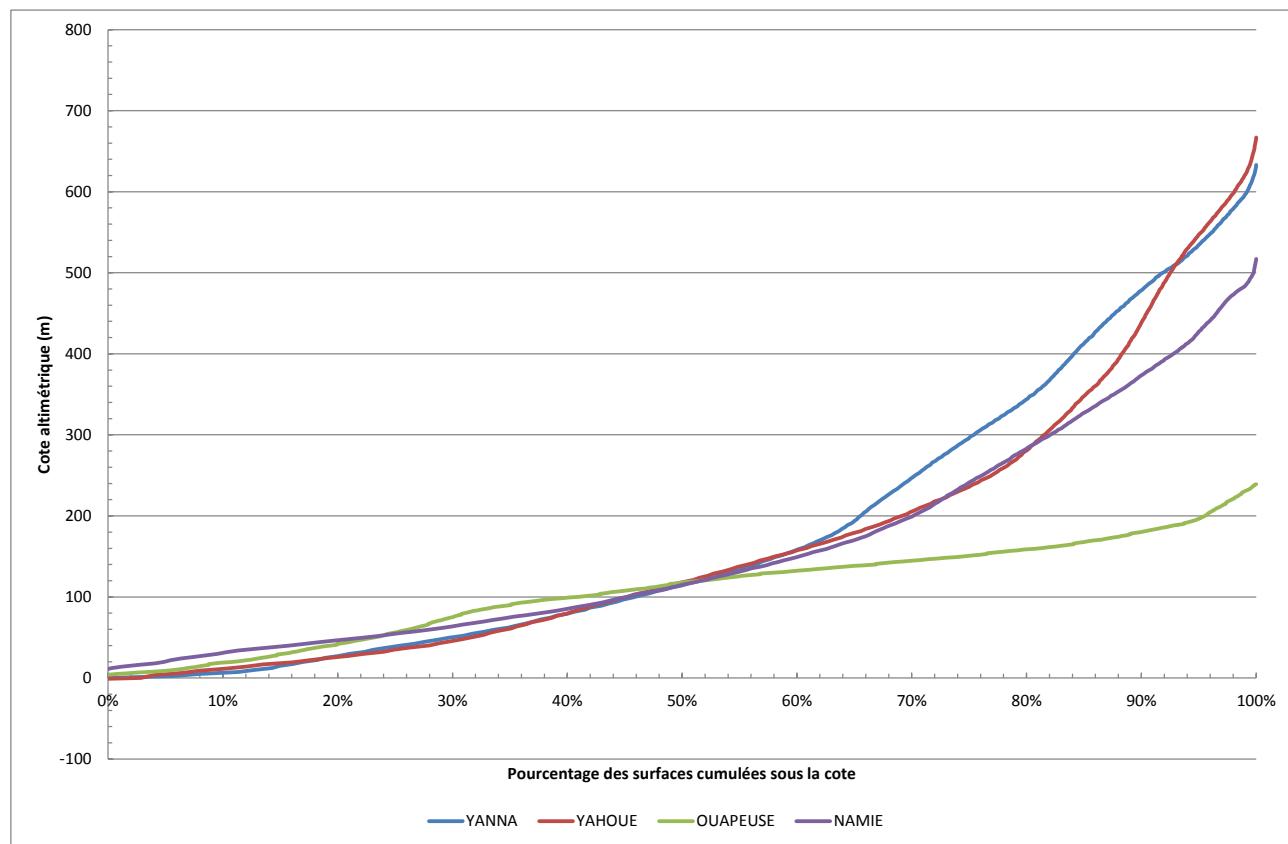


Figure 6 : courbes hypsométriques des bassins versants de la Yanna, la Yahoué, la Ouapeuse et la Namié

Les courbes hypsométriques des bassins versant de la Yanna et la Yahoué sont très proches de celle du bassin versant de la Namié.

4.2.1.4 Indice global de pente

L'indice global de pente (m/km) est calculé à partir des courbes hypsométriques et de la longueur du rectangle équivalent (L en km) à partir de la formule suivante :

$$Ig = \frac{D}{L}$$

Avec :

$$D = H_5 - H_{95}$$

H_5 : L'altitude telle que la surface supérieure à cette altitude représente 5% de la surface du BV

H_{95} : L'altitude telle que la surface supérieure à cette altitude représente 95% de la surface du BV

L : la longueur du rectangle équivalent (km)

4.2.1.5 Valeurs pour les bassins versants

Le tableau 11 synthétise les différents paramètres géomorphologiques des bassins versants étudiés.

	Yahoué	Yanna	Ouapeuse	Affluent rive droite	Namié
Surface (km²)	7,2	3,9	1,5	0,6	2,3
Périmètre (km)	17,8	12,1	7,3	3,4	6,8
Indice de Gravelius	1,9	1,7	1,7	1,2	1,3
Longueur du rectangle équivalent (km)	8,0	5,3	3,2	1,2	2,5
Largeur du rectangle équivalent (km)	0,9	0,7	0,5	0,5	0,9
Indice de pente globale (m/km)	68	101	58	25	163
D (m)	543	532	187	30	408
Chemin hydraulique (km)	6,7	5,4	3,5	1,1	2,8
Altitude min (m NGNC)	0	0	4	2	10
Altitude max (m NGNC)	667	633	239	51	520
Pente du chemin hydraulique (%)	10%	11,7%	6,7%	4,5%	18,2%

Tableau 11 : caractéristiques géomorphologiques des bassins versants

L'indice de Gravellius est plus proche de 1 pour le bassin versant de la Namié que ceux des bassins versant de la Yahoué, la Yanna et la Ouapeuse.

Par ailleurs, la pente moyenne du bassin versant de la Namié est plus importante que les pentes des bassins versants étudiés.

En conclusion, la pente et la forme du bassin versant de la Namié sont plus propices à la formation de crue.

4.2.1.6 Temps de concentration

Les temps de concentration des bassins versants sont calculés à partir des formules de Kirpich et de Turazza. Les surfaces et les pentes des bassins versants étudiés sont dans le domaine de validité de ces deux formules.

La formule de Kirpich est la suivante :

$$Tc = 0,0195 \times L^{0,77} \times I^{-0,385}$$

Avec :

L : le chemin hydraulique en m

I : la pente en m/m

Tc : le temps de concentration en minute

Cette formule s'applique pour des bassins versants de surface inférieure à 8 km².

La formule de Turazza est la suivante :

$$Tc = 0,108 \times \frac{(S \times L)^{\frac{1}{3}}}{\sqrt{I}}$$

Avec :

S : la surface en km²

L : le chemin hydraulique en km

I : la pente en m/m

Tc : le temps de concentration en minute

Cette formule s'applique pour des bassins versants de surface inférieure à 25 km².

Le tableau 12 présente les temps de concentration calculés pour les bassins versants de la zone d'étude :

	Kirpich (min)	Turazza (min)	Temps de concentration retenu (min)	Vitesse de transfert (m/s)
Yahoué	49	69	59	1,9
Yanna	35	48	42	2,1
Ouapeuse	31	40	36	1,6
Affluent rive droite	18	25	21	0,9
Namie	18	26	22	2,1

Tableau 12 : temps de concentration des bassins versants

A titre de comparaison, l'étude [2] a calculé les temps de concentration suivants :

- Yahoué : 60 min,
- Yanna : 45 min

La vitesse de transfert retenue dans l'étude [5] pour le bassin versant de Namié est de 2,2 m/s (proche de 2,1 m/s calculé dans la présente étude).

Par ailleurs, les vitesses de transfert calculées sur les bassins versants de la Coulée, Dumbéa Est, Dumbéa Nord et Couvelée à proximité des bassins versants étudiés sont comprises entre 1,5 et 2,5 m/s.

La vitesse de transfert de l'affluent rive droite est inférieure à celles des autres cours d'eau en raison de la pente moyenne du bassin versant nettement plus faible à celle des autres bassins versants.

Les temps de concentration et les vitesses de transfert calculés par les deux méthodes sont similaires et proches de ceux calculés dans les études [2] et [5]. Dans la suite de l'étude, le temps de concentration moyen calculé par les deux méthodes est retenu.

GEOLOGIE

Les bassins versants sont majoritairement composés d'un substrat de roches sédimentaires de type siltites, arénites, shales charbonneux, comme le montre la figure 7 :

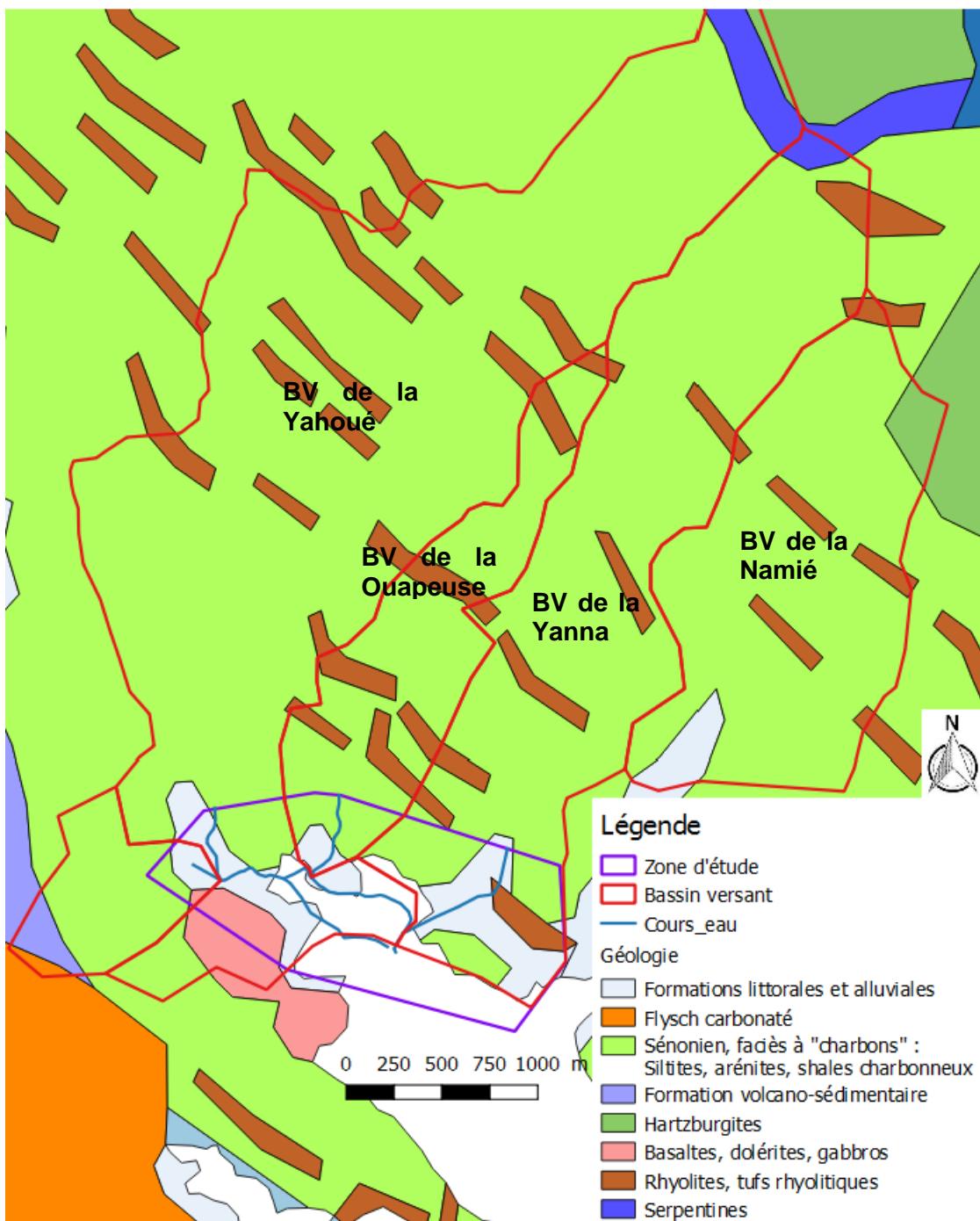


Figure 7 : géologie des bassins versants (source : Explo CartEau)

Cette carte montre que la géologie des bassins versants des cours d'eau du secteur d'étude est similaire à la géologie du bassin versant de la Namié.

4.2.3 OCCUPATION DU SOL

La figure 8 présente l'occupation du sol sur le bassin versant de la Yahoué (et ses affluents) et de la Namié.

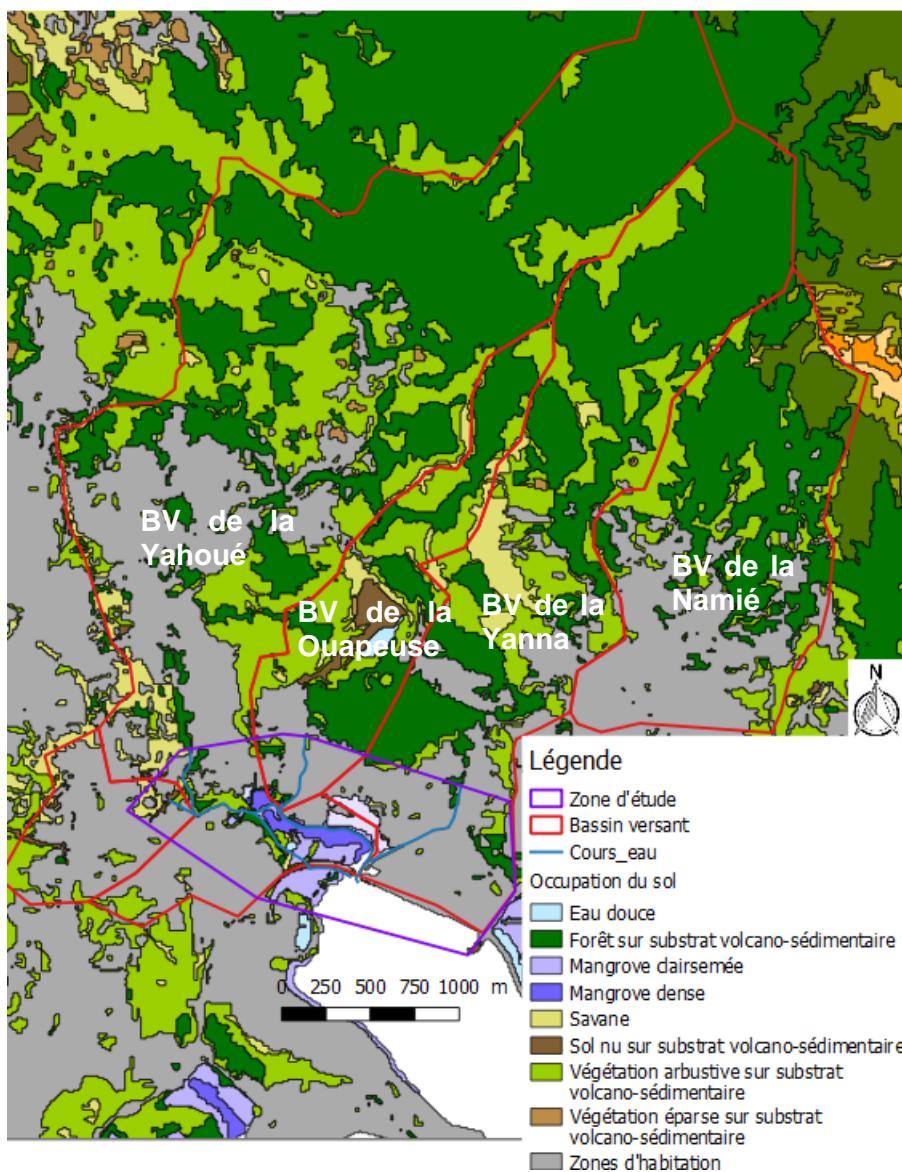


Figure 8 : occupation du sol des bassins versants (source : DTSI 2008)

Le tableau 13 synthétise la répartition des différentes occupations du sol sur les bassins versants :

	Yanna	Yahoué	Ouapeuse	Affluent rive droite	Namié
Mangrove clairsemée	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %
Mangrove dense	0 %	1 %	0 %	0 %	0 %
Tanne	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Savane	5 %	3 %	6 %	8 %	0 %
Végétation arbustive sur substrat volcano-sédimentaire	23 %	24 %	34 %	14 %	16 %
Forêt sur substrat volcano-sédimentaire	46 %	44 %	35 %	0 %	38 %
Forêt sur substrat ultramafique	0 %	0 %	0 %	0 %	7 %
Sol nu sur substrat volcano-sédimentaire	0 %	0 %	6 %	3 %	0 %
Zones d'habitation	24 %	26 %	17 %	75 %	36 %
Surface du bassin versant	3,9 km ²	7,2 km ²	1,5 km ²	0,6 km ²	2,3 km ²

Tableau 13 : occupation des sols des différents bassins versants (en proportion)

Les bassins versants sont occupés majoritairement de végétation (arbustive et forêt) sur substrat volcano-sédimentaire et de zones d'habitation. Certains bassins versants sont occupés par de la savane et des sols nus dans des proportions plus réduites.

Hormis le bassin versant de l'affluent rive droite, fortement urbanisé, la répartition est relativement similaire entre les différents bassins versants :

- 60 à 70 % de végétation (arbustive et forêt) ;
- 20 à 40 % de zones d'habitation.

4.2.4 CONTEXTE CLIMATIQUE

La pluviométrie annuelle moyenne des bassins versant de la Yahoué et de la Namié présente un gradient décroissant dans un axe Nord-Est/Sud-Ouest. La pluviométrie moyenne des bassins versant de la Yahoué (et de ses affluents) et de la Namié est estimée à 1500 mm/an (2 000 mm/an au Nord/Est, 1 250 mm/an Sud/Ouest).

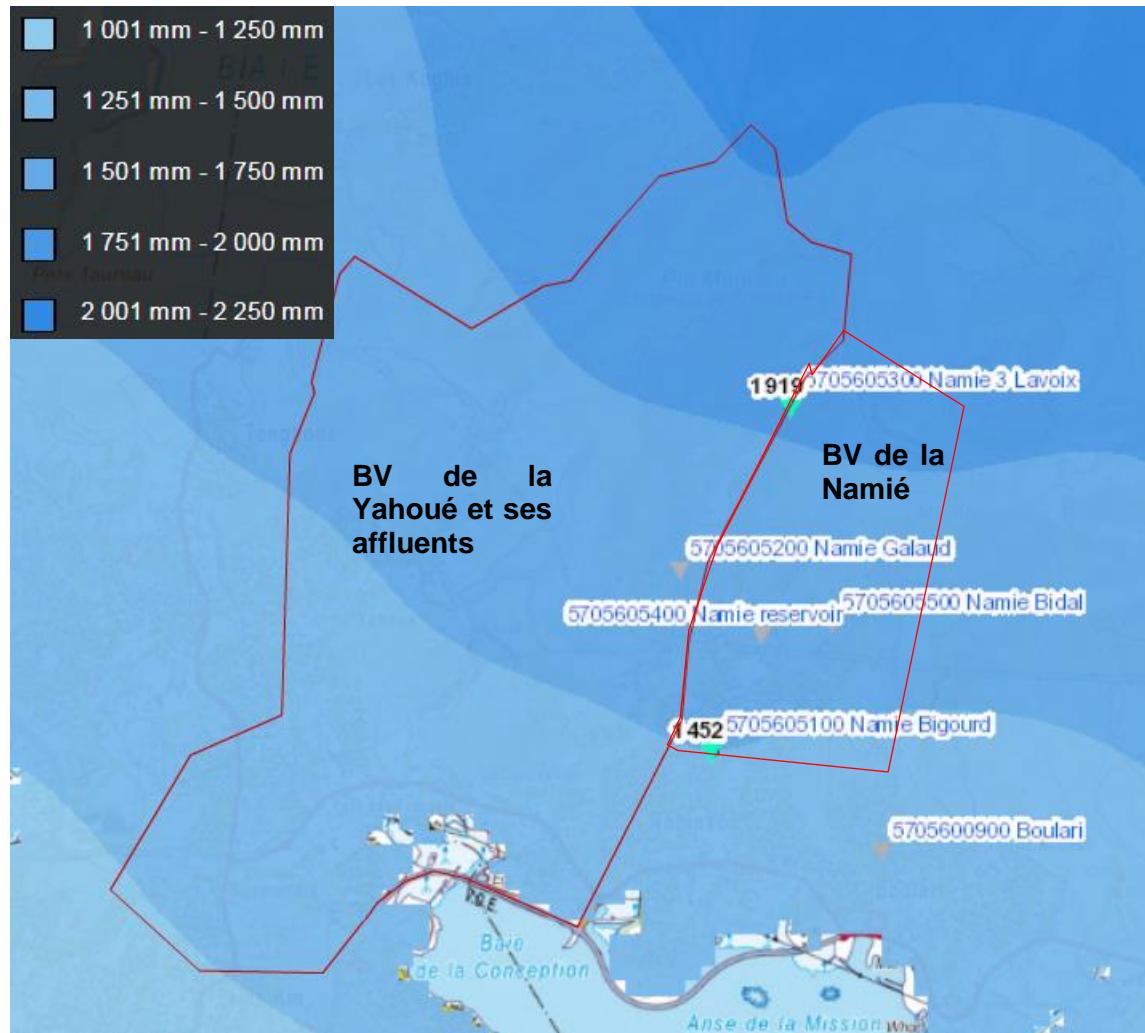


Figure 9: isohyètes, carte issue des données de la DAVAR d'Exploï Cart'Eau

La figure 9 montre que l'orientation des pluies et la pluviométrie moyenne annuelle sont similaires sur le bassin versant de Namié et de Yahoué et ses affluents.

4.3 ANALYSE REGIONALE - COURBES ENVELOPPES - DAVAR

En appliquant les formules présentées dans le § 3.6 pour les bassins versants étudiés, on obtient (courbe enveloppe de la Côte Ouest) :

	Qp2	Qp10	Qp50	Qp100
BV Yahoué	49 m ³ /s	133 m ³ /s	210 m ³ /s	242 m ³ /s
BV Yanna	31 m ³ /s	85 m ³ /s	133 m ³ /s	153 m ³ /s
BV Ouapeuse	15 m ³ /s	40 m ³ /s	64 m ³ /s	73 m ³ /s
BV affluent rive droite	8 m ³ /s	21 m ³ /s	33 m ³ /s	37 m ³ /s
BV de Namié au niveau de la station hydrométrique	21 m ³ /s	57 m ³ /s	89 m ³ /s	103 m ³ /s

Tableau 14 : Estimation des débits de pointe par la formule régionale

4.4 ANALYSE HYDROMETRIQUE A PARTIR DE LA NAMIE

4.4.1 PREAMBULE

Aucune station hydrométrique n'est présente dans la zone d'étude. L'une des méthodes pour approcher le débit est de se baser sur les informations d'un bassin versant proche du point de vue géographique, géologique, climatique, morphologique et d'occupation du sol. Le bassin versant de la Namié, proche de ceux de la Yahoué et de ses affluents de ces points de vue, sera utilisé dans le cadre de cette étude. Cette hypothèse est conservatrice dans la mesure où la forme et la pente moyenne du bassin versant de Namié est plus propice à la formation de crue que les bassins versants étudiés (cf. 4.2.1.5).

4.4.2 ANALYSE DU BASSIN VERSANT DE LA NAMIE

La station hydrométrique sur la Namié possède les caractéristiques suivantes :

Code station	Altitude	Données disponibles	Surface
5705605001	11 NGNC	30/01/1997 au 25/05/2016 (19 ans)	2,3 km ²

Tableau 15 : Caractéristiques de la station hydrométrique de Namié

Les caractéristiques du bassin versant de la Namié sont :

- une superficie de 2,3 km², composée principalement de végétation,
- une altitude moyenne de 160 m NGNC [12 m ; 520 m],
- une pente moyenne du chemin hydraulique de 16%,
- un chemin hydraulique de 2,8 km,
- un temps de concentration Tc=25 min [21 ; 26].

La méthode d'ajustement statistique se porte sur les débits maximums annuels instantanés à l'aide d'une loi de Gumbel.

Les données disponibles sur la période hydrologique sont suffisantes pour réaliser cet ajustement.

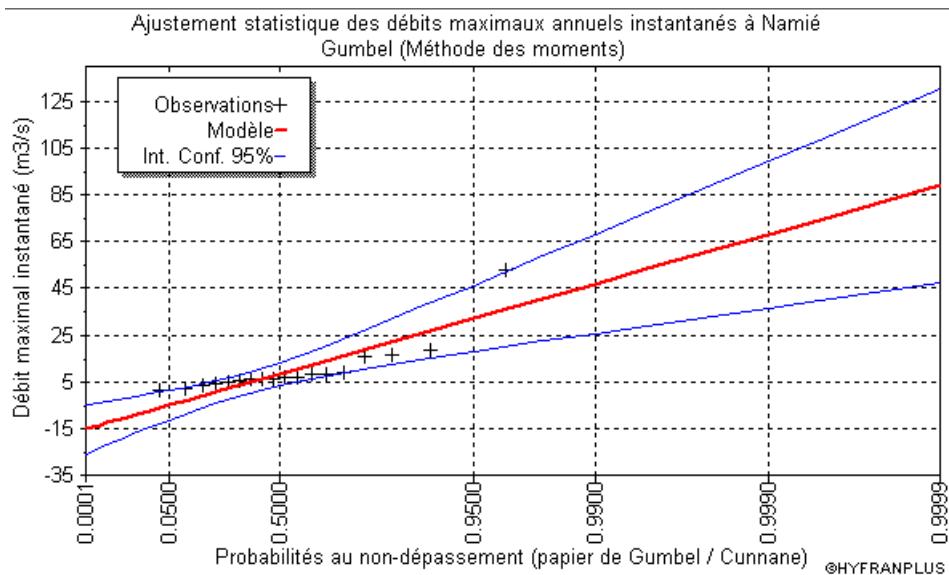


Figure 10: Ajustements de Gumbel des maxima instantanés annuels au droit de la station de Namié

La figure 10 montre que l'ajustement est fortement influencé par la valeur maximale mesurée à la station (02/10/2001).

Afin d'évaluer l'influence de cette valeur maximale sur l'estimation des débits statistiques, un second ajustement est réalisé retirant la valeur maximale de la chronique (cf.

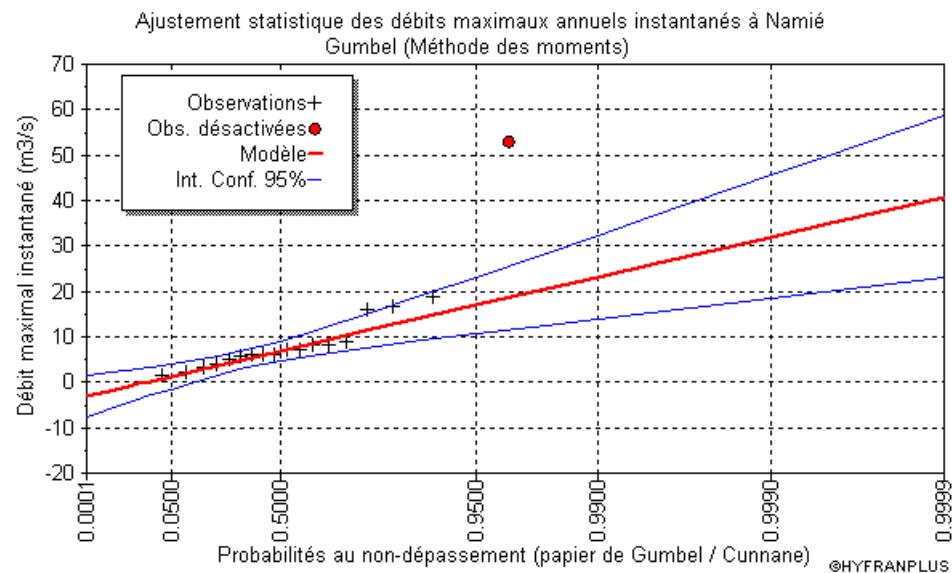


Figure 11 : Ajustements de Gumbel des maxima instantanés annuels au droit de la station de Namié (valeur maximale retirée)

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 16 avec l'intervalle de confiance à 95% :

Débits de référence	Débit instantané avec valeur maximale	Débit instantané sans valeur maximale
$Q_{ix}(T = 2 \text{ ans})$	$8 \text{ m}^3/\text{s} [3 ; 13 \text{ m}^3/\text{s}]$	$7 \text{ m}^3/\text{s} [5 ; 9 \text{ m}^3/\text{s}]$
$Q_{ix}(T = 5 \text{ ans})$	$19 \text{ m}^3/\text{s} [10 ; 27 \text{ m}^3/\text{s}]$	$11 \text{ m}^3/\text{s} [8 ; 15 \text{ m}^3/\text{s}]$
$Q_{ix}(T = 10 \text{ ans})$	$26 \text{ m}^3/\text{s} [14 ; 37 \text{ m}^3/\text{s}]$	$14 \text{ m}^3/\text{s} [9 ; 19 \text{ m}^3/\text{s}]$

Tableau 16 : Débits de pointe de référence à la station de Namié

La valeur maximale a une forte influence sur les débits de pointe statistiques dès la crue quinquennale.

A titre de comparaison, l'annexe 2 du rapport [5] mettant à jour la courbe d'étalonnage de la station de Namié précise les débits biennaux, quinquennaux et décennaux suivants :

- $Q_{ix}(T = 2 \text{ ans}) = 10 \text{ m}^3/\text{s} [9 ; 11 \text{ m}^3/\text{s}]$
- $Q_{ix}(T = 5 \text{ ans}) = 22 \text{ m}^3/\text{s} [18 ; 27 \text{ m}^3/\text{s}]$
- $Q_{ix}(T = 10 \text{ ans}) = 31 \text{ m}^3/\text{s} [24 ; 38 \text{ m}^3/\text{s}]$

Ces débits sont proches de ceux calculés dans la présente étude en considérant la valeur maximale. Nous retenons pour la suite de l'étude les débits présentés dans le tableau 16 avec valeur maximale, basés sur une chronique présentant 2 années complètes supplémentaires.

4.4.3 TRANSPOSITION DES RESULTATS A LA YAHOUÉ ET SES AFFLUENTS

Classiquement, le débit de pointe est approché à partir de la formule de Myer (relation puissance du rapport des surfaces de bassin versant (S_{BV})) :

$$Q(t)_2 = \left(\frac{S_2^{BV}}{S_1^{BV}} \right)^a Q(t)_1 \text{ (Formule de Myer)}$$

Le coefficient a est égal, selon la littérature, à 1 lorsque l'on traite les débits moyens ; la Davar a estimé à 0,75 ce coefficient lorsque l'on traite les débits de crues (prise en compte du laminage et de l'abattement des pluies).

	Yahoué (7,2 km ²)	Yanna (3,9 km ²)	Ouapeuse (1,5 km ²)	Affluent droite (0,6 km ²)	rive
$Q (T = 2 \text{ ans})$	19	12	6	3	
$Q (T = 5 \text{ ans})$	45	28	14	7	
$Q (T = 10 \text{ ans})$	61	39	19	9	

Tableau 17 : Débits de pointe à l'exutoire des différents affluents – analyse hydrométrique

4.5 ETUDE HYDRO-PLUVIOMETRIQUE

4.5.1 PREAMBULE SUR LES METHODES HYDRO-PLUVIOMETRIQUES

Les méthodes hydro-pluviométriques intègrent les données hydrométriques permettant de calculer les crues de faible période de retour et les données pluviométriques qui permettent d'extrapoler le comportement du bassin versant pour les plus grandes périodes de retour.

Dans la suite du rapport, trois méthodes hydro-pluviométriques seront étudiées :

- la méthode rationnelle,
- la méthode de transformation pluie débit à l'aide d'une modélisation GESRES,
- la méthode du GRADEX.

Ces trois méthodes sont basées sur une analyse statistique des pluies.

4.5.2 ETUDE PLUVIOMETRIQUE

La méthode hydro-pluviométrique se base sur l'ajustement statistique des pluies, une étude statistique doit être menée sur les stations pluviométriques afin de déterminer les pluies caractéristiques pour différentes périodes de retour.

4.5.2.1 Données disponibles

Plusieurs stations pluviométriques se situent aux abords des bassins versants étudiés. Seules les stations possédant suffisamment de données sont conservées pour la suite de l'étude, ces dernières sont détaillées ci-dessous :

Numéro	Gestionnaire	Nom de la station	Altitude	Premier jour-Dernier jour
5705605300	DAVAR	Namie 3 - Lavoix	420	02/05/1997-19/06/2016 (19 années de données)
5705605100	DAVAR	Namié - Bigourd	/	30/01/1997-25/07/2017 (20 années de données)
/	METEO-France	Nouméa	69	1961-2006 ¹ (45 années de données)

Tableau 18 : Stations pluviométriques situées à proximité des bassins versants

¹ Seules les courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF) réalisées par Météo-France en 2006 sont utilisées dans cette étude à titre comparatif

La figure ci-dessous localise les stations vis-à-vis des bassins versants.

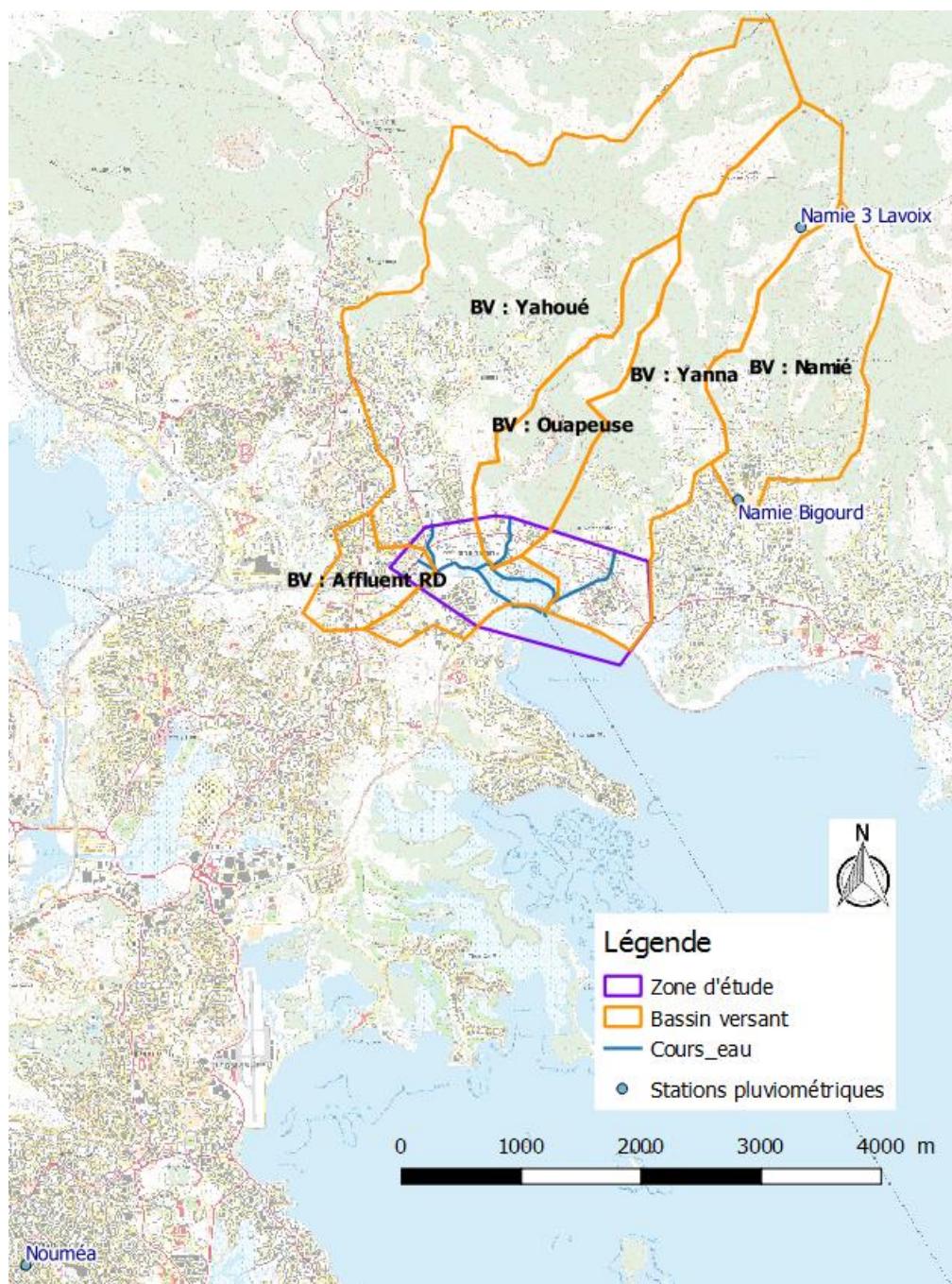


Figure 12 : Localisation des stations pluviométriques disponibles

Une première analyse des données pluviométriques journalières montre que la chronique de Namié – Bigourd présente de nombreuses périodes de lacunes. Sur les 20 ans de données, seules 10 années sont complètes. La station de Namié 3 – Lavoix présente une année incomplète (lacune entre février et mars 2015).

L'analyse sur les 10 événements historiques les plus forts sur la station Namié 3 – Lavoix (pour les durées inférieures ou égales aux temps de concentration des bassins versants étudiés) montre que 8 événements ont eu lieu hors période de lacune à la station Namié – Bigourd.

La méthodologie suivante est retenue :

- réalisation des analyses statistiques sur les stations de Namié – Lavoix et Namié – Bigourd,
- comparaison des résultats des analyses statistiques à l'analyse réalisée par Météo-France sur la station de Nouméa (cf. rapport [4]) et aux données SHYREG fournies par Météo-France.

4.5.2.2 Etude fréquentielle des pluies maximales : construction des courbes IDF

Dans le cadre de la présente étude, les précipitations maximales annuelles pour les stations sélectionnées ci-avant ont fait l'objet d'ajustements statistiques par la méthode de Gumbel pour plusieurs durées (15 min, 30 min, 60 min, 120 min, 360 min, 720 min et 1440 min).

Les figures 13 à 15 représentent pour chaque station les courbes IDF ainsi construites pour les différentes périodes de retour étudiées (pour plus de clarté, seules les durées inférieures ou égales à 2 h sont représentées, les durées supérieures n'étant pas utilisées dans cette étude au regard des temps de concentration des bassins versants) :

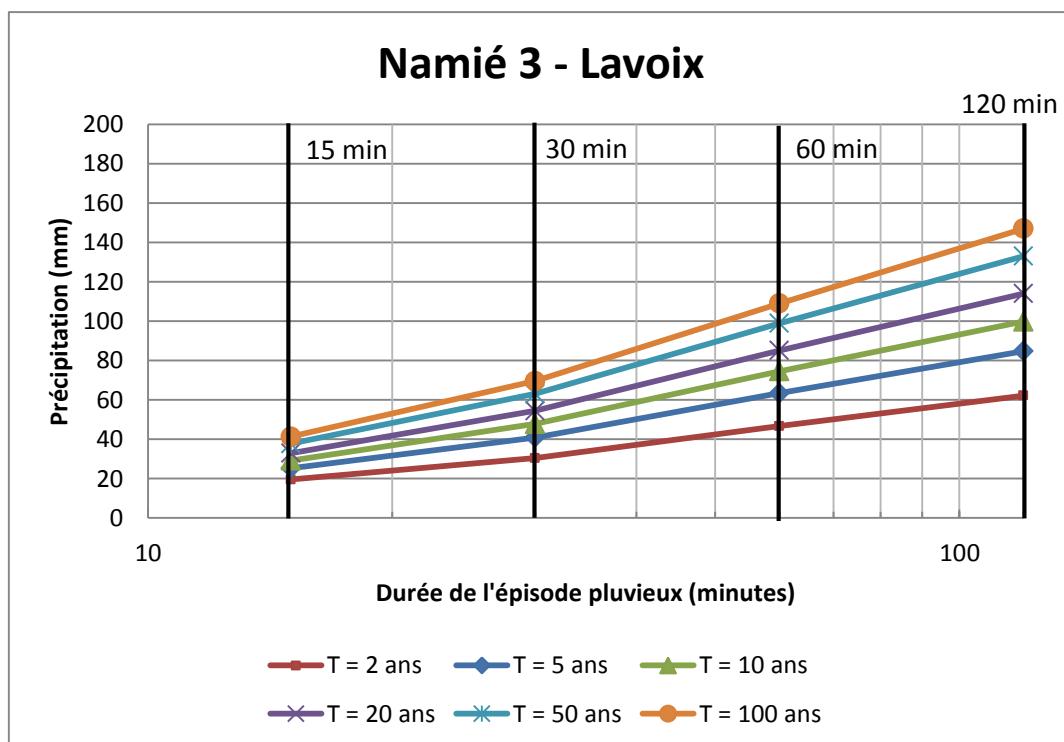


Figure 13 : Courbes Intensité-Durée-Fréquence au poste pluviométrique de Namié 3 - Lavoix

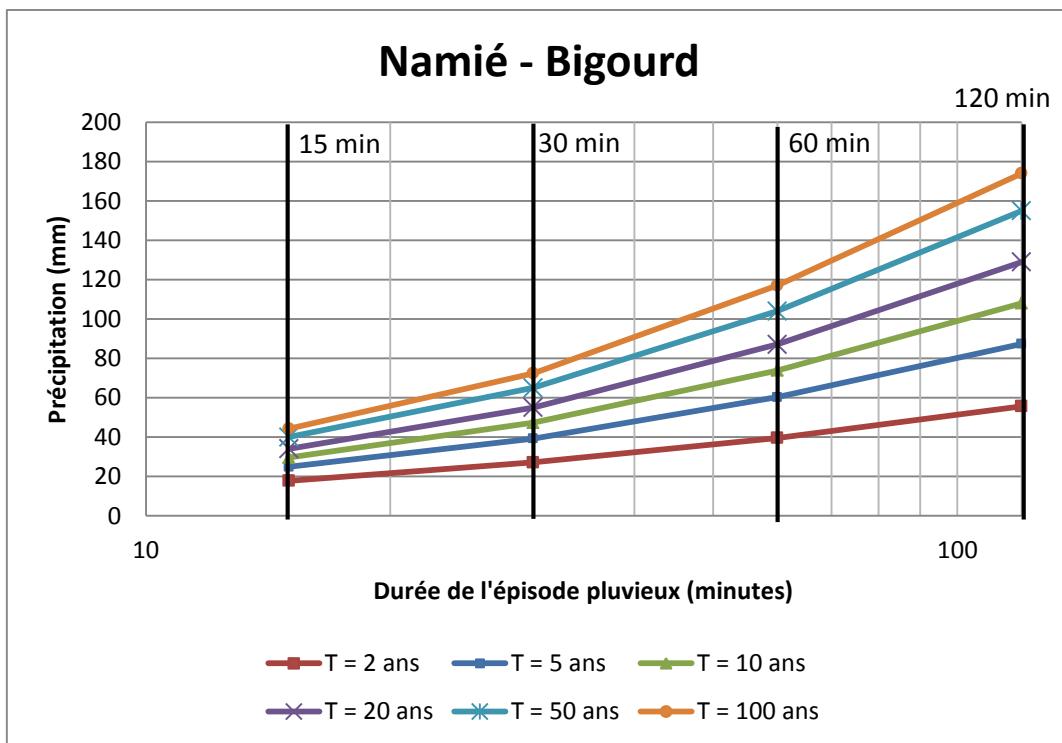


Figure 14 : Courbes Intensité-Durée-Fréquence au poste pluviométrique de Namié - Bigourd

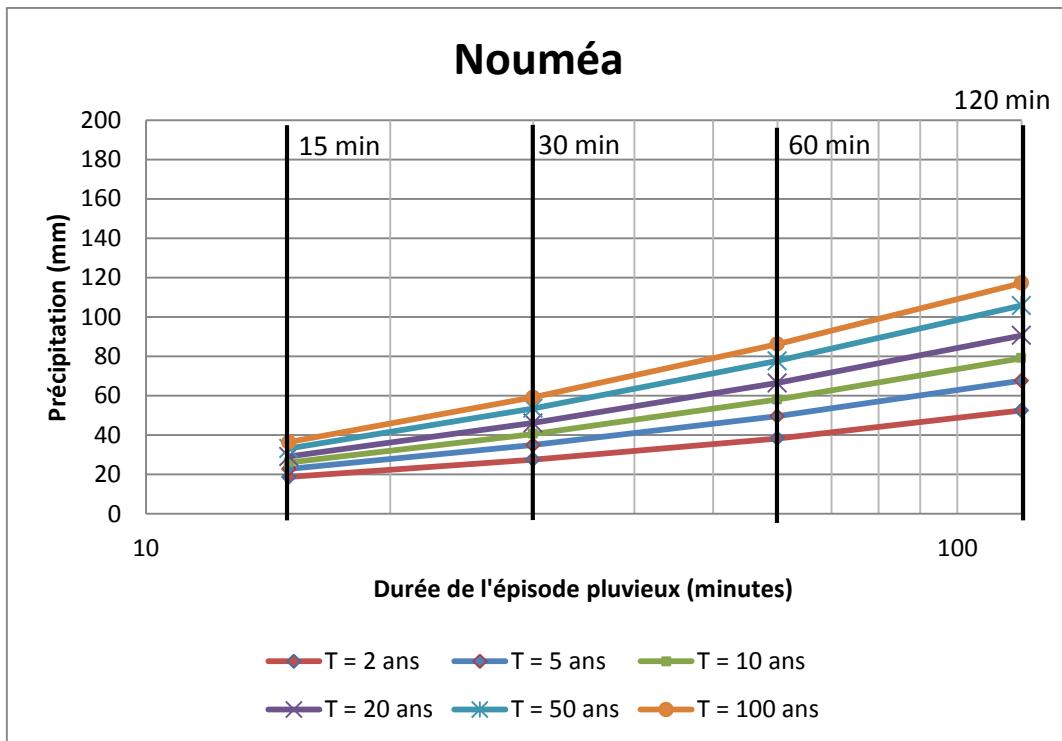


Figure 15 : Courbes Intensité-Durée-Fréquence au poste pluviométrique de Nouméa (issues de l'étude Météo-France réalisée en 2006)

Ces courbes permettent de faire les constats suivants :

- pour les durées de l'ordre de grandeur des temps de concentration des bassins versants étudiés, les courbes IDF des postes pluviométriques de Namié 3 - Lavoix et Namié - Bigourd sont très similaires,
- pour les durées supérieures aux temps de concentration des bassins versants étudiés, les précipitations à Namié-Bigourd sont plus importantes que celles à Namié 3 - Lavoix à période de retour égale,
- à période de retour égale, les précipitations à Nouméa sont inférieures aux précipitations des deux postes de Namié, quelle que soit la durée considérée². Cette observation est également confirmée par l'étude réalisée par Météo-France en 2006 (cf. rapport [4]).

4.5.2.3 Comparaison avec les données Shyreg

Météo France fournit les pluies caractéristiques pour les évènements extrêmes selon la méthode statistique SHYREG, élaboré par l'IRSTEA. La durée minimale est de 60 min.

Les données ont été récupérées sur les bassins versants étudiés. La figure suivante présente les valeurs SHYREG pour une pluie centennale d'une heure :

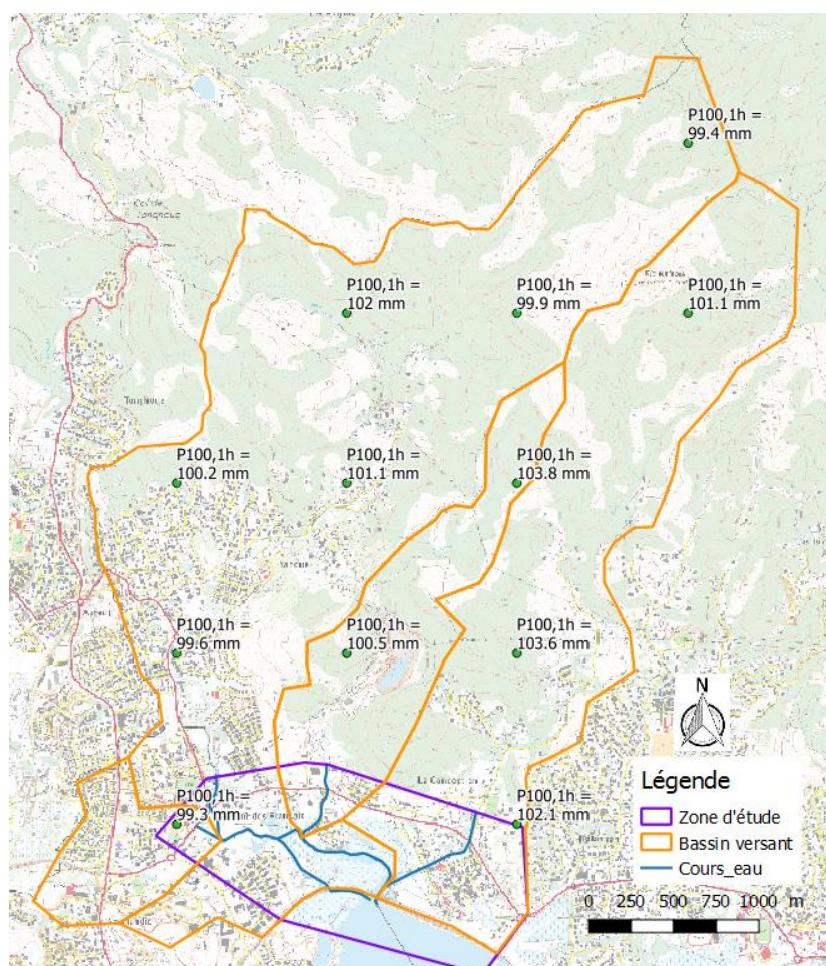


Figure 16 : pluie centennale d'une heure sur les bassins versants étudié (source : SHYREG)

² Il convient de signaler que les chroniques de données utilisées pour construire les courbes IDF ne sont pas les mêmes entre Nouméa (1961-2006) et les deux postes de Namié (1997-2016).

Les données SHYREG sont relativement homogènes sur l'ensemble des bassins versants étudiés ($\pm 2\%$ de la valeur moyenne sur tous les points du bassin versant).

Les figures présentées dans la figure 17 placent les données SHYREG (moyenne sur les bassins versants) sur les courbes IDF précédemment construites à titre de comparaison :

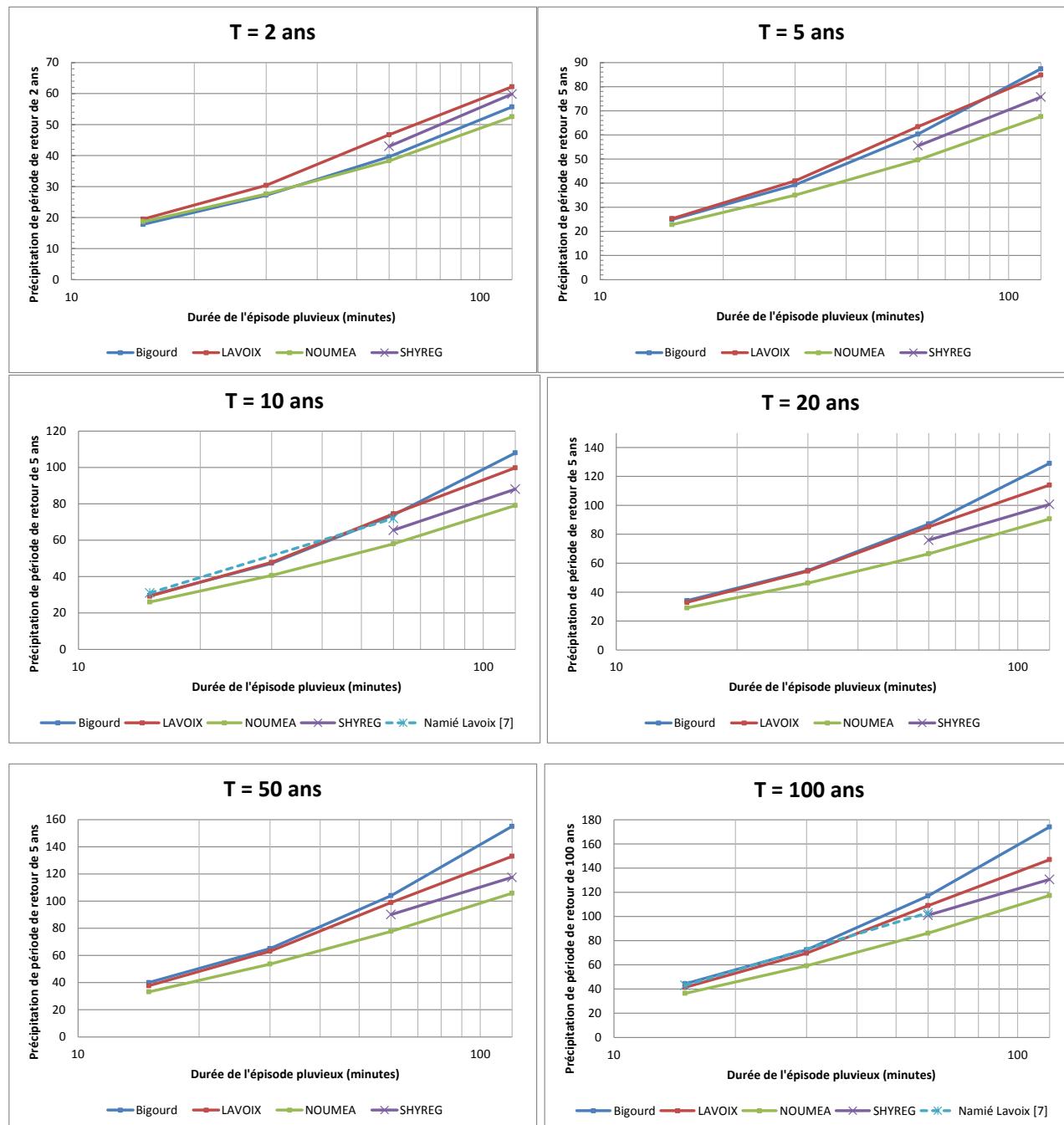


Figure 17 : courbes intensité/durée/fréquence à Bigourd, Lavoix et Nouméa et comparaison avec les données Shyreg et les données de [7]

Les valeurs SHYREG sont comprises entre les précipitations au niveau du poste de Nouméa et les précipitations au niveau des postes de Namié. Les ordres de grandeur sont ainsi confirmés.

Le pluviomètre de Nouméa est écarté pour la suite de l'étude en raison de sa position trop éloignée des versants (pluviométrie inférieure à la pluviométrie de la zone d'étude).

Le pluviomètre de Namié-Bigourd est écarté pour la construction des hyéogrammes de projet en raison du nombre important d'années incomplètes (10 années incomplètes sur la chronique de 19 ans). Ce pluviomètre est en revanche conservé pour le calage du modèle de transformation pluie-débit. En effet, les évènements de calage du modèle évènementiel ont été complètement relevés à la station Namié-Bigourd.

Le pluviomètre de Namié 3 – Lavoix présente une chronique de donnée complète et est plus représentatif de la pluviométrie des bassins versants étudiés, comme en attestent les données SHYREG. Les cumuls pluviométriques sont légèrement supérieurs aux cumuls SHYREG.

Dans la suite de l'étude, le poste de Namié 3 – Lavoix sera retenu comme poste de référence.

4.5.2.4 Conclusion sur le choix des pluies de projet

Les valeurs caractéristiques de pluies du poste de Namié 3 – Lavoix sont retenues pour la suite de l'étude.

Durée cumul	du	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans	Gradex
15 min		19,5	25,3	29,2	32,9	37,7	41,3	5,1
30 min		30,4	40,9	47,8	54,5	63,1	69,6	9,3
60 min		46,7	63,4	74,5	85,1	98,9	109	14,7
120 min		62,2	84,8	99,8	114	133	147	20,1
360 min		93	131	156	180	212	235	33,6

Tableau 19: Pluies retenues pour la construction des hyéogrammes de projet (mm)

4.5.2.5 Hyéogrammes des évènements historiques

Les deux crues les plus fortes mesurées à la station hydrométrique de Namié sont les crues du 02/10/2001 (dépression) et du 14/03/2003 (cyclone Erika). Ces deux évènements sont par ailleurs les seuls mentionnés par les riverains de la zone d'étude lors des enquêtes de terrain (hors ruissellement local) sur la période 1997-2017 (chronique des données pluviométriques et hydrométriques).

Les hyéogrammes mesurés pour ces événements aux stations de Namié 3 – Lavoix et Namié – Bigourd sont présentés sur les figures ci-après (figure 18 et figure 19).

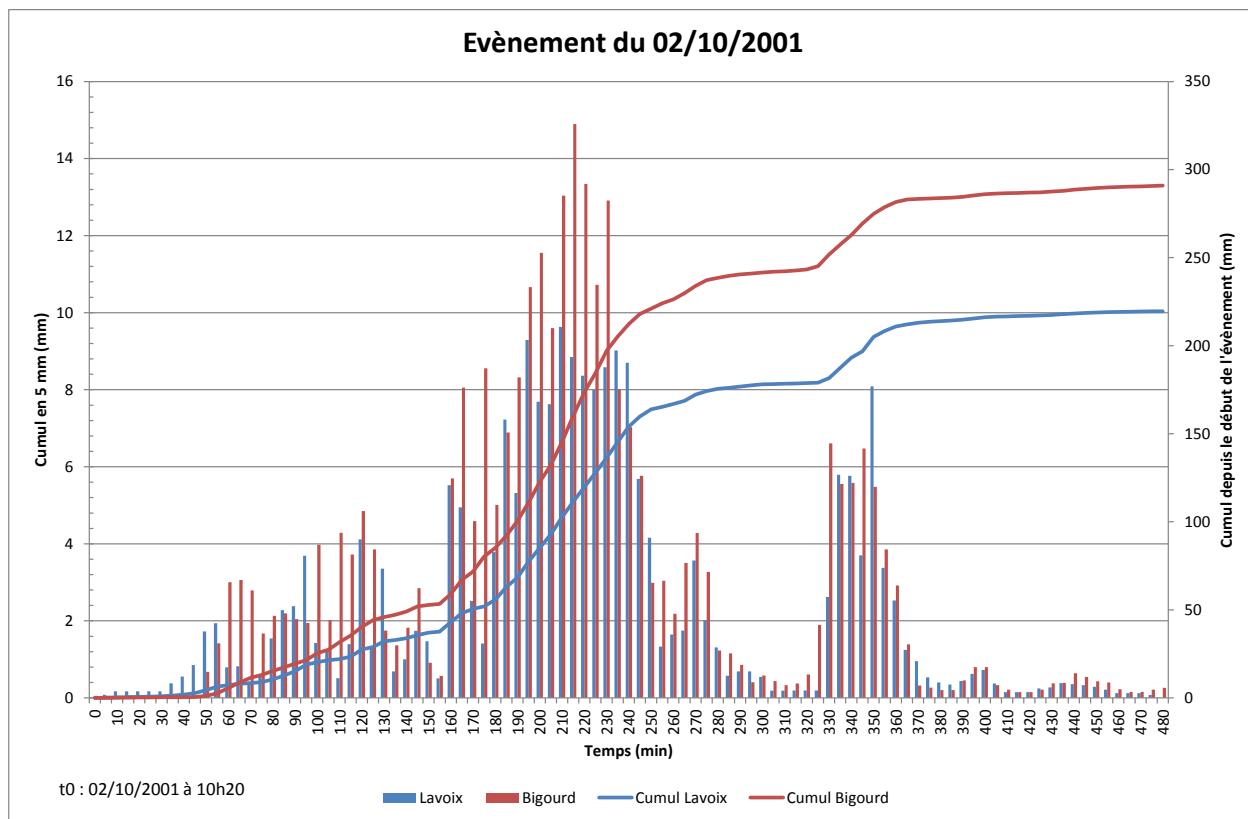


Figure 18 : hyéogrammes de l'évènement du 02/10/2001

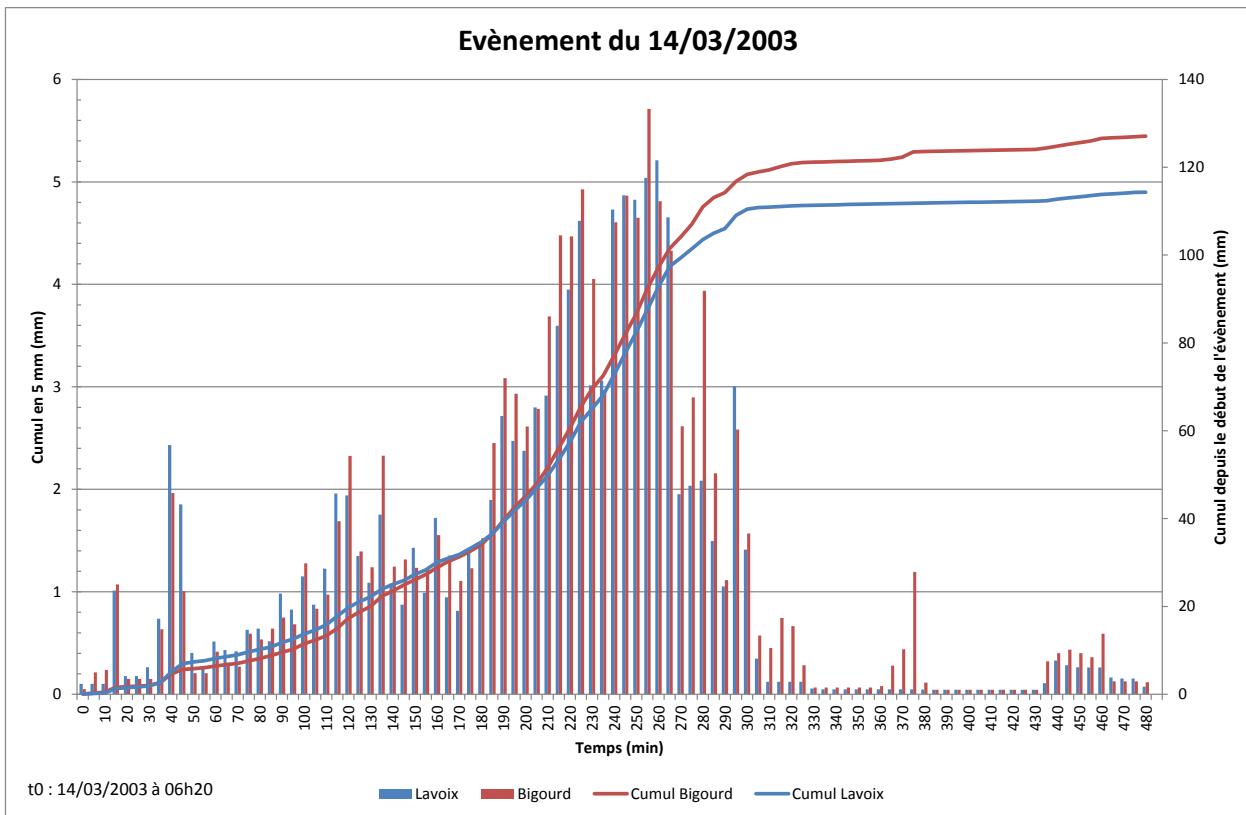


Figure 19 : hyéogrammes de l'évènement du 14/03/2003

L'évènement de 2001 est une succession de trois évènements :

- un évènement d'environ 2 h d'intensité maximale de 50 mm/h
- un évènement d'environ 2 h d'intensité maximale de 180 mm/h
- un évènement d'environ 1 h d'intensité maximale de 100 mm/h

L'évènement de 2001 est de loin le plus intense mesuré depuis 1997 pour les périodes d'intégration de l'ordre des temps de concentration des bassins versants. Les cumuls maximaux observés au niveau de la station Namié 3-Lavoix et les périodes de retour associées sont :

Durée	Namié 3 - Lavoix		Namié Bigourd	
	Cumul (mm)	Période de retour associée	Cumul (mm)	Période de retour associée
30min	52,7	T ~ 20 ans	74,5	T ~ 100 ans
60min	98,4	T~50 ans	127,1	T>100 ans
120min	136,7	50 ans < T < 100 ans	184,3	T > 100 ans

Tableau 20 : cumuls et périodes de retour de l'évènement de 2001

Pour les durées proches des temps de concentration (entre 30 min et 60 min environ), la période de retour de l'évènement de 2001 est comprise entre 20 et 50 ans à la station de Namié 3 – Lavoix et vaut environ 100 ans à la station Namié Bigourd.

L'évènement de 2003 est une succession de deux évènements :

- un évènement d'environ 3 h d'intensité maximale de 30 mm/h
- un évènement d'environ 2 h d'intensité maximale de 70 mm/h

Durée	Namié 3 - Lavoix		Namié Bigourd	
	Cumul (mm)	Période de retour associée	Cumul (mm)	Période de retour associée
30min	29,3	2 ans	29,0	2 ans
60min	50,5	2 ans < T < 5 ans	53,5	2 ans < T < 5 ans
120min	76,2	2 ans < T < 5 ans	85,1	5 ans

Tableau 21 : cumuls et périodes de retour de l'évènement de 2003

Pour les durées proches des temps de concentration (entre 30 min et 60 min environ), la période de retour de l'évènement de 2003 est comprise entre 2 et 5 ans aux stations de Namié 3 – Lavoix et de Namié Bigourd.

Les évènements de 2001 et de 2003 serviront au calage de la modélisation pluie-débit présenté au paragraphe 4.5.4.4.

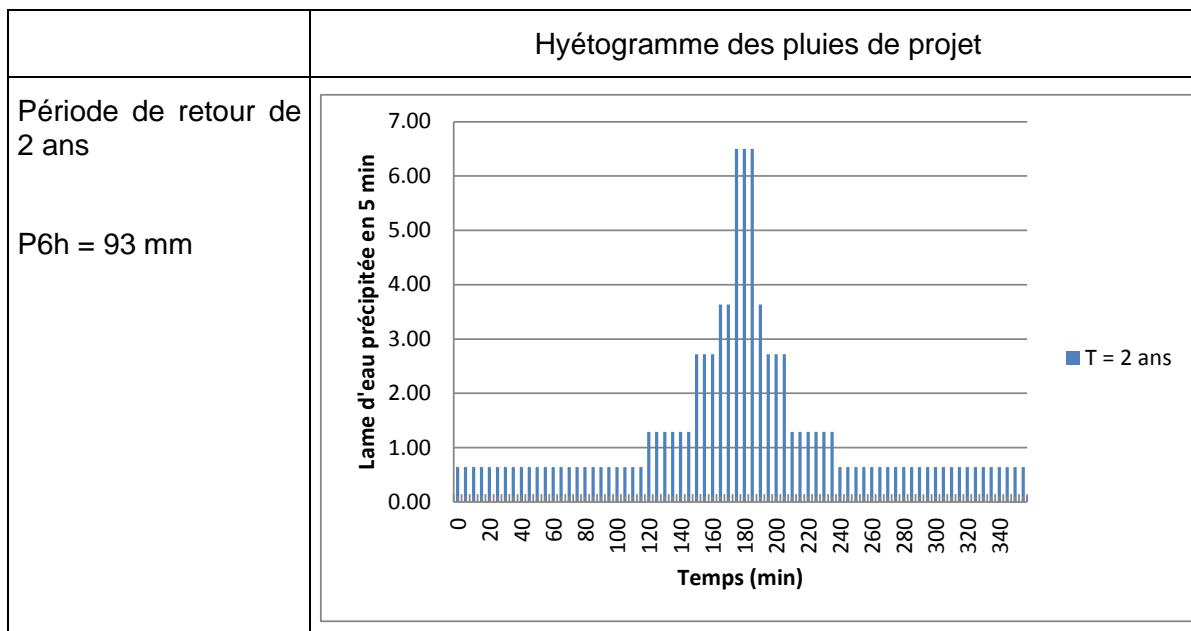
4.5.2.6 Hyéogrammes de projet

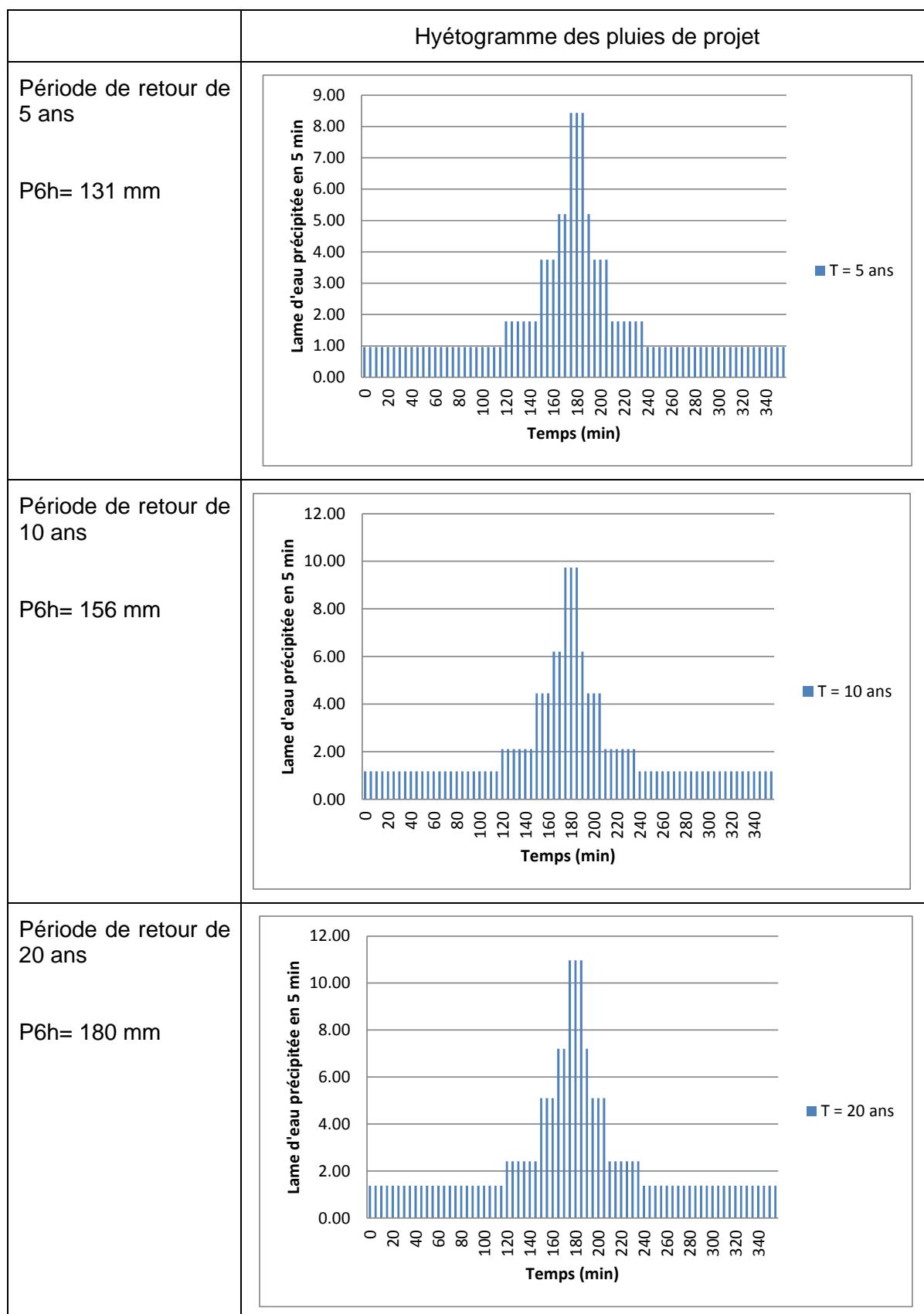
Les hyéogrammes de projet sont calculés à partir des données présentées dans le tableau 19. La durée totale de l'évènement considéré est de 6 h (durée des évènements historiques ayant eu le plus d'impact sur les bassins versants étudiés).

Le hyéogramme de période de retour T est construit de sorte que les cumuls pluviométriques qu'elle contient représentent, pour les différentes durées (15 minutes, 30 minutes, 1h, etc...), la pluie de période de retour T de la durée considérée.

La forme du hyéogramme retenue est une pluie centrée de type Kieffer.

La figure 20 représente les hyéogrammes des différentes pluies de projet au pas de temps de 5 min :





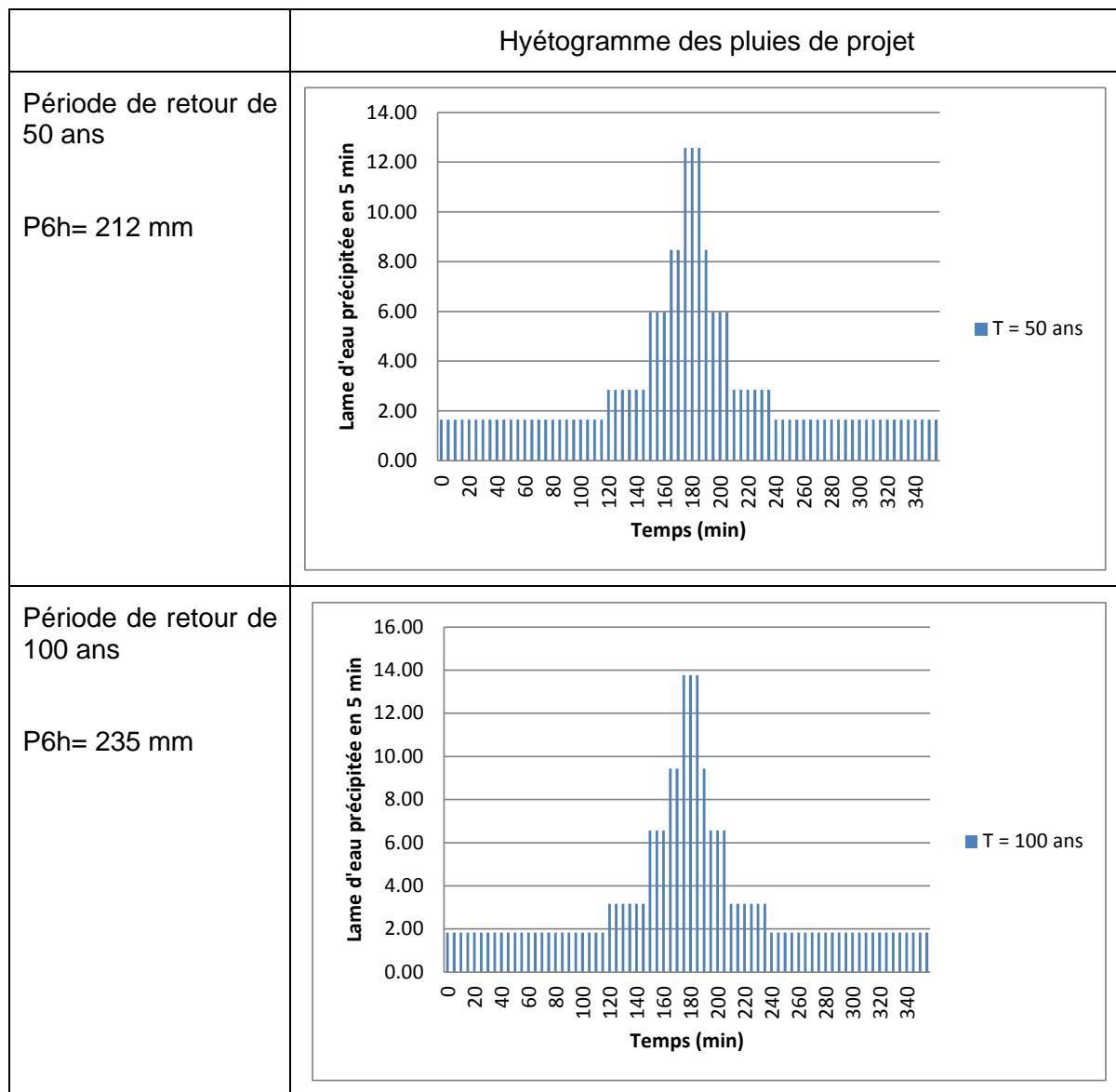


Figure 20 : Pluie de projet

4.5.3 METHODE RATIONNELLE

La méthode rationnelle est réservée aux petits bassins versants ($S < 10 \text{ km}^2$).

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), varie en fonction de l'occupation du sol du bassin versant, 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 :

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

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. §4.5.2)
- A, la superficie du bassin versant (km²)
- Q, le débit de pointe (m³/s)

L'estimation des débits de crue nécessite 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 écoulement superficiel.

Par cohérence avec l'étude [5] réalisée sur le bassin versant de Namié et compte tenu de la similitude des bassins versants étudiés avec le bassin versant de Namié, le tableau 25 récapitule les coefficients de ruissellement retenus :

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

Tableau 22 : coefficients de ruissellement retenus (issus de [5])

Les résultats issus de la méthode rationnelle sont présentés dans le tableau 23.

	Yahoué	Yanna	Ouapeuse	Affluent RD
Surface	7,2 km ²	3,9 km ²	1,5 km ²	0,6 km ²
Tc	59 min	42 min	36 min	21 min
I (5 ans)	64,0 mm/h	74,4 mm/h	78,1 mm/h	93,4 mm/h
I (10 ans)	75,2 mm/h	87,2 mm/h	91,4 mm/h	108,3 mm/h
I (100 ans)	110,0 mm/h	127,1 mm/h	133,2 mm/h	154,8 mm/h
C (5 ans)	0,5	0,5	0,5	0,5
C (10 ans)	0,6	0,6	0,6	0,6
C (100 ans)	0,8	0,8	0,8	0,8
Q (5 ans)	64,0 m ³ /s	40,3 m ³ /s	16,3 m ³ /s	7,8 m ³ /s
Q (10 ans)	90,2 m ³ /s	56,7 m ³ /s	22,8 m ³ /s	10,8 m ³ /s
Q (100 ans)	176,0 m ³ /s	110,2 m ³ /s	44,4 m ³ /s	20,6 m ³ /s

Tableau 23 : résultats de la méthode rationnelle

4.5.4 TRANSFORMATION PLUIE-DEBIT

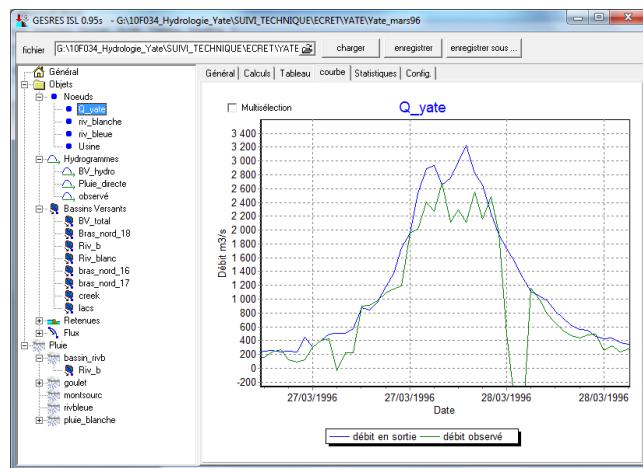
4.5.4.1 Présentation détaillée du logiciel GESRES_{ISL}

Le logiciel GESRES_{ISL} est un modèle de simulation hydrologique.

Le code de calcul s'articule autour de trois modules:

- le module hydrologique réalise la transformation pluie-débit sur une distribution de bassins versants ; 3 types de modèles pluie-débit sont intégrés :
 - modèles de type GR : GR3 et GR4,
 - modèle de type TOP MODEL,
 - modèles de l'hydrogramme unitaire.

- le module de propagation réalise la propagation et la combinaison des débits résultant de la transformation pluie-débit dans le réseau hydrographique,
 - par propagation simplifiée : Muskingum-Cunge,
 - par modélisation hydraulique 1D filaire.
- le module gestion des réservoirs permet d'intégrer l'effet de laminage des ouvrages structurants et optimiser leur gestion.

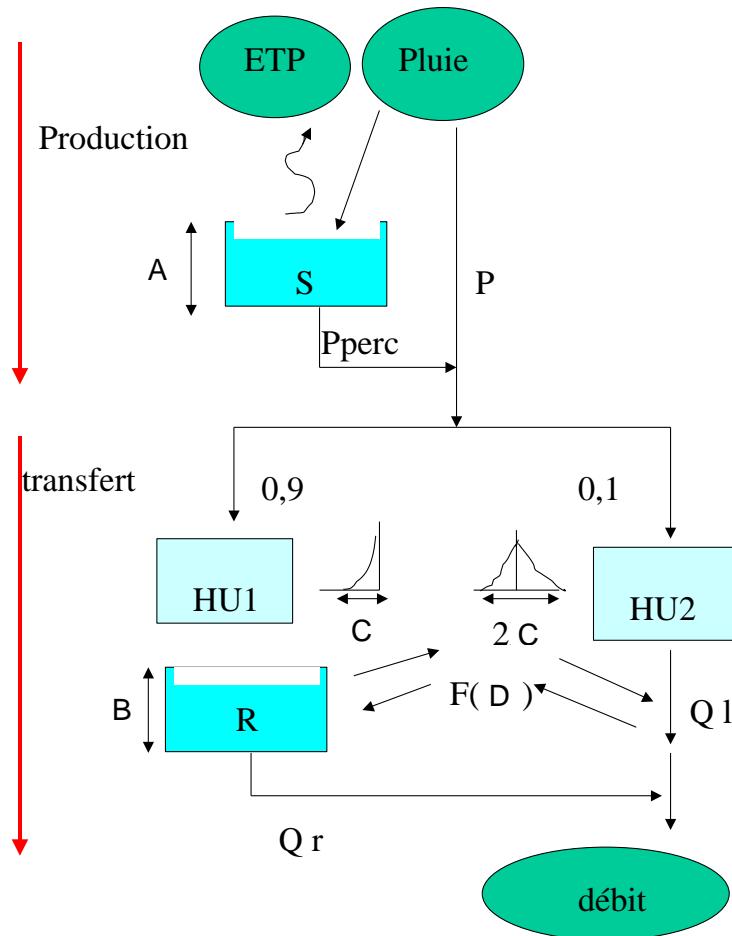


Le logiciel peut aussi bien être utilisé pour des simulations « événementielles » (simulations de crues) que pour des simulations « continues » sur des périodes de plusieurs années.

Le modèle de transformation pluie/débit utilisé dans le cadre de cette étude est le modèle de type GR4. Ce modèle est un modèle à réservoirs à quatre paramètres optimisables :

- A : la capacité maximale du réservoir de production (mm),
- B : la capacité maximale du réservoir de transfert (mm),
- C : la durée des hydrogrammes unitaires (h),
- D : paramètres d'échange souterrain en (mm).

ETP : évapotranspiration potentielle, Pperc : percolation du réservoir sol S, HU1 et HU2 : hydrogrammes unitaires, Qr : débit ruisselé, QI : débit direct.



Un réservoir de production S détermine la partie de la pluie participant à l'écoulement ; une percolation du réservoir de production (réservoir sol) est introduite et l'écoulement s'ajoute à la pluie nette avant séparation des deux composantes d'écoulement. Un réservoir de transfert R répartit la pluie en écoulements directs et écoulements indirects. Des échanges sont intégrés entre écoulements directs et indirects.

Dans la fonction de transfert, le débit à l'exutoire est déterminé à partir de 2 hydrogrammes unitaires : le premier (90 %) introduit un décalage progressif entre la pluie brute et la pluie nette, le second (10 %) représente le débit s'écoulant directement à l'exutoire.

Signalons quelques points forts de la modélisation proposée :

- les paramètres sont en nombre limité : 3 ou 4 selon la version (GR3 ou GR4),
- il existe une procédure automatique de calage développée au Cemagref. Les paramètres sont optimisés afin de minimiser l'écart entre débits observés et débits calculés sur la base de critères d'évaluation des performances robustes (Nash, critère de bilan, critère relatif d'erreur absolu).

4.5.4.2 Méthodologie

La modélisation de type GR4 est un modèle conceptuel de transformation pluie-débit impliquant la définition de hyéogrammes de projet et l'évaluation de quatre paramètres.

La méthodologie adoptée pour l'application de la méthode GR4 est donc la suivante :

- construction des hyéogrammes,
- construction du modèle hydrologique GESRES_{ISL} et calage sur des crues observées (calage sur le débit de pointe et volume journalier),
- extrapolation par conservation des paramètres de calage au cas des crues supérieures.

N'ayant pas d'informations de débits sur les bassins versants étudiés pour caler les modèles, le bassin versant de Namié sera modélisé dans un premier temps afin de caler les paramètres sur les crues de 2001 et 2003. La première partie de ce rapport ayant montré que le bassin versant de Namié est similaire aux bassins versants étudiés, les paramètres obtenus après calage sur le bassin versant de Namié sont alors appliqués aux bassins versants étudiés (hypothèse : capacité d'infiltration et rétention limite similaires).

Une première modélisation « continue », au pas de temps journalier, est réalisée et calée sur les débits journaliers mesurés à la station de Namié. Une fois la modélisation calée, l'intégralité de la chronique des pluies journalières est simulée afin de caractériser l'évolution de la saturation du sol tout au long de la chronique. Cette première modélisation permet d'évaluer la saturation du sol au début des événements de 2001 et 2003 (paramètre à renseigner dans la modélisation événementielle).

Une seconde modélisation « événementielle », au pas de temps de 5 min, est alors réalisée et calée sur les débits instantanés mesurés à la station de Namié pour les événements de 2001 et 2003.

4.5.4.3 Limites de la modélisation

La modélisation pluie débit présente plusieurs sources d'incertitude dont les suivantes :

1. le calage de la modélisation est réalisé sur un bassin versant voisin et les valeurs de calage sont extrapolées aux bassins versants étudiés,
2. la modélisation événementielle est calée uniquement sur 2 événements puis utilisée pour calculer des périodes de retour rares (au maximum 100 ans).

Cependant, deux points permettent de limiter ces incertitudes :

1. la première partie du rapport (cf. § 4.2) a montré que le bassin versant de Namié utilisé pour le calage est similaire à ceux étudiés,
2. l'événement de calage de 2001 est de forte intensité. La période de retour de l'événement estimée est comprise entre 20 ans et 50 ans à la station de Namié 3 – Lavoix et égale à 100 ans à la station de Namié Bigourd.

4.5.4.4 Modélisation continue

Evapotranspiration

Le modèle « continu » au pas de temps journalier fait intervenir l'ETP (évapotranspiration potentielle). Les données mensuelles d'ETP sont tirées de la fiche climatique de Météo France à la station de Nouméa et lissées sur l'ensemble de l'année.

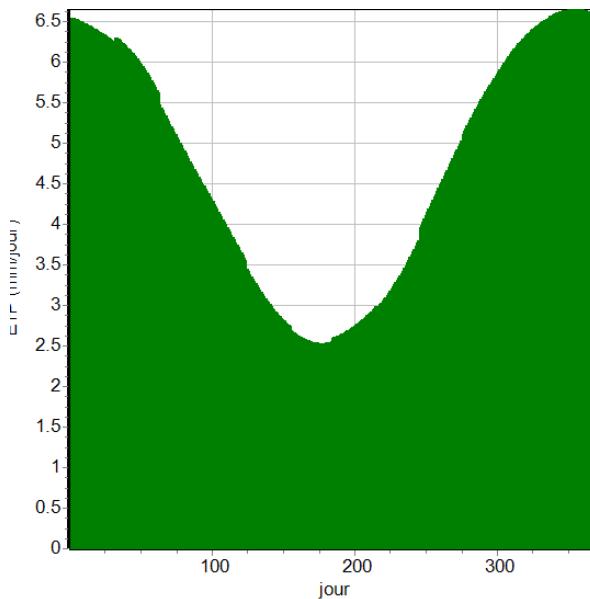


Figure 21: allure de l'ETP pour le modèle GESRES

Pluie

Les chroniques des pluies journalières de 1997 à 2016 à Namié 3 – Lavoix et Namié – Bigourd sont utilisées.

La figure 9 montre que la station de Namié 3 - Lavoix est représentative de la partie amont des bassins versants et la station de Namié – Bigourd est représentative de la partie aval des bassins versants. Compte-tenu de la position des stations sur le bassin versant, le calage est réalisé en considérant une pondération de 50% pour chacun des deux postes pluviométriques. En cas de lacune sur un des postes, les pluies de l'autre poste pluviométrique sont considérées avec une pondération de 100%. La période de février à mars 2015 n'est pas considérée (lacune pour les deux postes pluviométriques).

Calage de la modélisation continue

La modélisation continue est calée sur la période 01/01/1998 à 31/12/2016, l'année 1997 étant utilisée pour mettre en place progressivement la saturation du sol.

Le calage du modèle journalier est rendu difficile par la présence de nombreuses périodes d'assecs pendant lesquelles le débit journalier observé à la station est nul. Le débit modélisé est lui de quelques litres par seconde. Pendant ces périodes, deux paramètres principaux peuvent conduire à un mauvais calage :

- les prélèvements éventuels dans la rivière ne sont pas représentés par la modélisation,
- les incertitudes sur le débit réellement mesuré sont accrues :
 - la courbe de tarage de la station étant principalement calée pour les débits de crue,
 - les approximations de mesure sur la hauteur d'eau ayant davantage de poids sur les débits faibles.

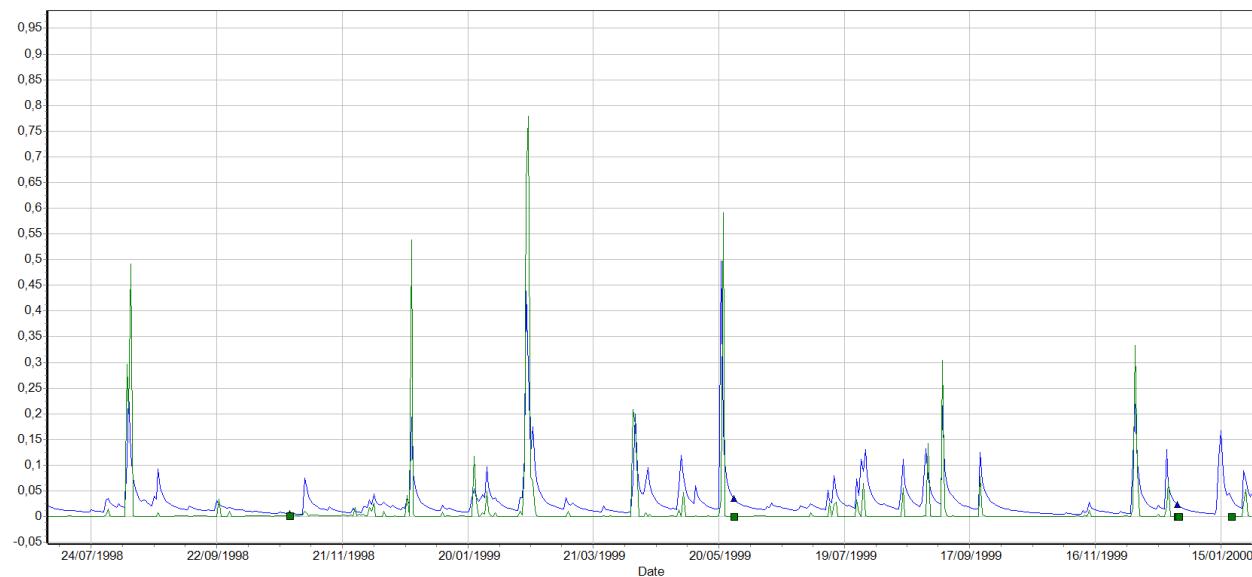


Figure 22 : extrait du calage du modèle journalier

Le calage abouti à un critère de Nash de 50 et un coefficient R^2 de 0,5. Ce calage est médiocre, principalement en raison des périodes d'assecs mal représentées par le modèle.

Il convient de signaler qu'hormis la saturation des sols, aucun paramètre issu de la modélisation en continue n'est utilisé pour le calcul des débits de pointe. Pour prendre en compte la mauvaise qualité du calage de la modélisation continue :

- la saturation du sol en début d'évènement historique sera vérifiée lors du calage évènementiel,
- un test de sensibilité sur la saturation du sol sera réalisé pour la transformation des hyéogrammes de projet en hydrogrammes de projet. L'influence de ce paramètre sera discutée et un choix de saturation initiale sera réalisé.

Les paramètres de calage de la modélisation continue sont les suivants (à titre informatif, les gammes de valeurs standards sont rappelées entre crochets) :

A=906 mm [1 ; 1500]

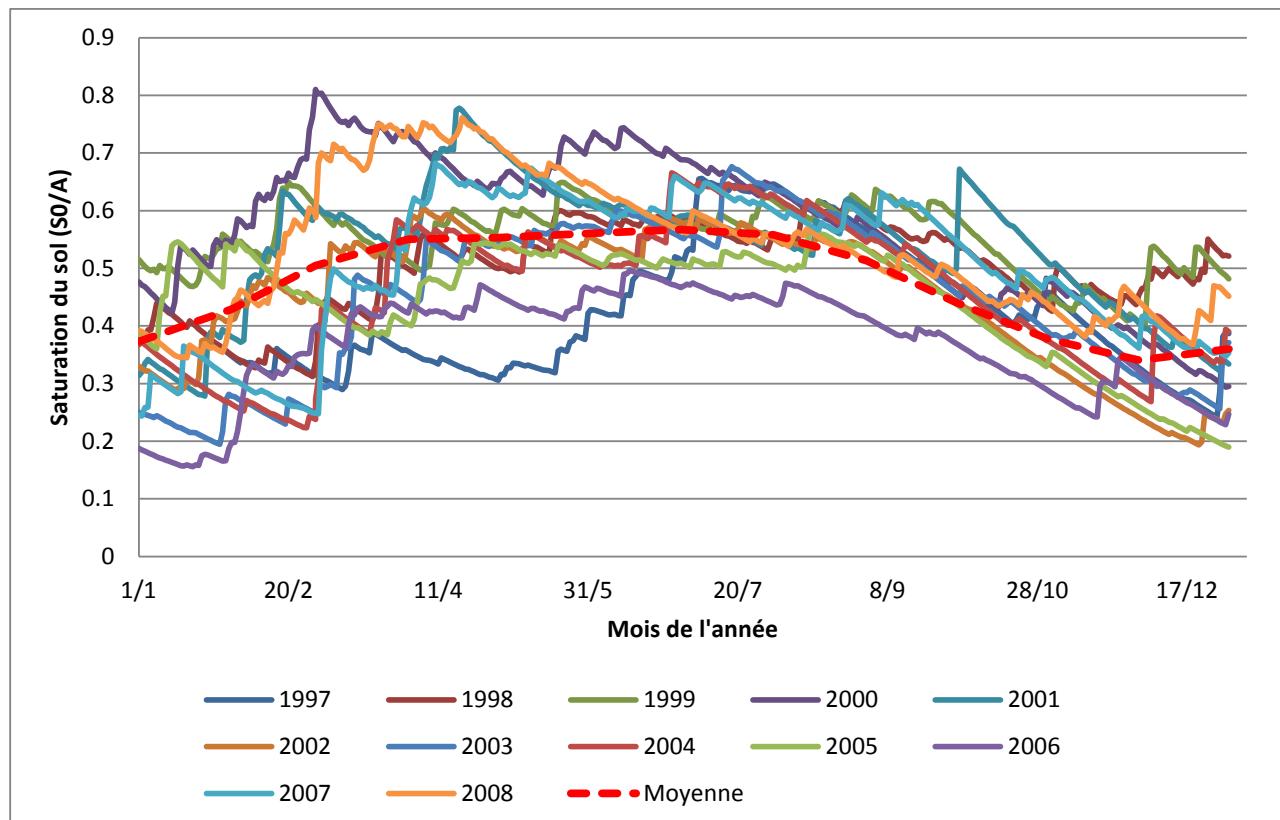
B=56 mm [1 ; 500]

C=2.5xTc [0,5 ; 4 Tc]

D=-3 [-10 ; 5]

Saturation du sol

La chronique de pluie de 1997 à 2016 sur les stations pluviométriques permet de faire tourner le modèle GESRES sur plusieurs années afin d'apprécier la variation de la saturation du sol à partir du taux de remplissage du réservoir sol.



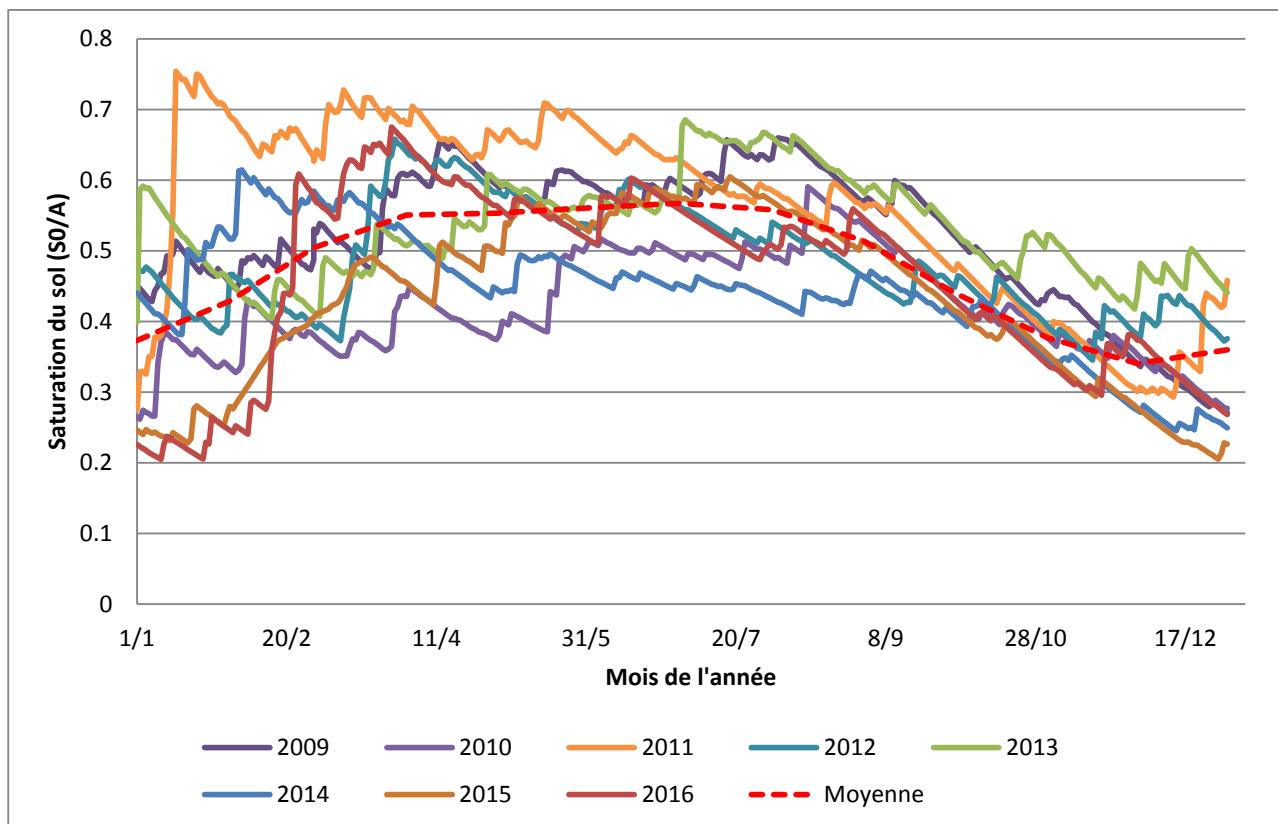


Figure 24 : variation de la saturation du sol du bassin versant de Namié – GESRES-2^{ème} partie

Les figures ci-avant (figure 23 et figure 24) montrent que les valeurs de S_0/A caractéristiques de l'état de saturation du sol évoluent entre 0,15 et 0,8 entre 1997 et 2016. La saturation du sol est en moyenne plus importante entre les mois de mars et septembre. Cette évolution de saturation est à considérer avec précaution en raison de la difficulté à caler le modèle continu sur l'ensemble de la chronique (coefficient de corrélation $R^2 = 0,5$).

Les valeurs de S_0/A en début d'évènement de 2001 et 2003 sont respectivement de 0,5 et de 0,48. Ces valeurs sont utilisées pour le paramétrage du modèle évènementiel.

4.5.4.5 Calage sur des évènements observés (modélisation évènementielle)

Octobre 2001

La saturation du sol est de 0,5 au début de la modélisation de l'évènement (valeur extraite de la modélisation continue). Cette valeur est confirmée par la modélisation évènementielle (le paramètre S_0/A initial aboutissant au meilleur calage sur l'évènement de 2001 est de 0,5).

Le résultat du calage du modèle événementiel obtenu est représenté sur la figure 25 :

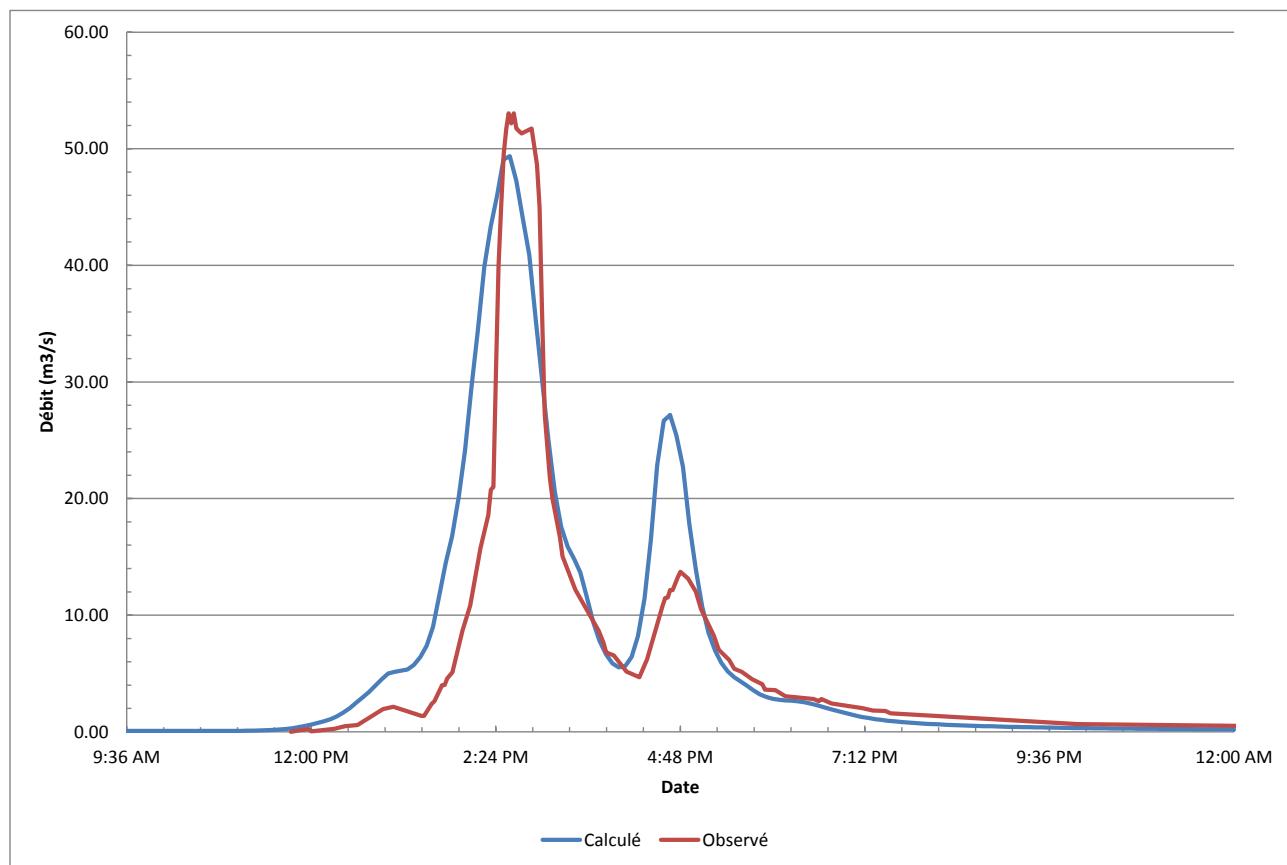


Figure 25 : calage du modèle événementiel : crue d'octobre 2001 à Namié

Les écarts sur le débit de pointe et le volume sont modérés :

$$Q_p, \text{ calculé} = 49 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$dQ_p = -6\%$$

$$dV = +20\%$$

Les différents paramètres de qualité du calage sont les suivants (valeur cible entre crochets) :

Nash	Nash racine ³	Nash ln	Bilan	R ²
76 % [100%]	80 % [100%]	83 % [100%]	20 % [0%]	0,76 [1]

Tableau 24 : critères de qualité du calage sur l'évènement de 2001

Les critères de qualité du calage traduisent les écarts entre les valeurs observées et les valeurs calculées. Pour l'évènement de 2001, ils sont corrects : l'écart moyen en débit est d'environ 24 %. Le volume total calculé est supérieur de 20% au volume observé. Le débit de pointe calculé est lui inférieur de 6% à celui observé.

³ Les critères Nash racine et Nash ln sont calculés avec la racine du débit ou le logarithme du débit. Ils permettent de réduire l'importance des forts débits dans le calcul du critère de Nash.

On constate un léger déphasage (modèle en avance de quelques minutes sur le débit observé) et une majoration du volume de la crue et du deuxième pic de crue. Ce décalage est à mettre en perspective avec le pas de temps de la pluie injectée dans le modèle (5 min). Ainsi, le calage est jugé correct (pic de la crue bien représenté, ordre de grandeur du volume de crue respecté).

Les coefficients de calages retenus sont :

A=260 mm [1 ; 1500]

B=5 mm [1 ; 500]

C=1.9xTc [0,5 ; 4 Tc]

D=0 [-10 ; 5]

Mars 2003 (Erika)

Ces mêmes coefficients sont conservés afin de valider le calage sur l'évènement de mars 2003. Le paramètre S_0/A aboutissant au meilleur calage sur l'évènement de 2003 est de 0,52. Cette valeur est cohérente avec la valeur de 0,48 obtenue lors de la modélisation « continue ».

Le résultat du calage du modèle évènementiel obtenu est illustré sur la figure 26 :

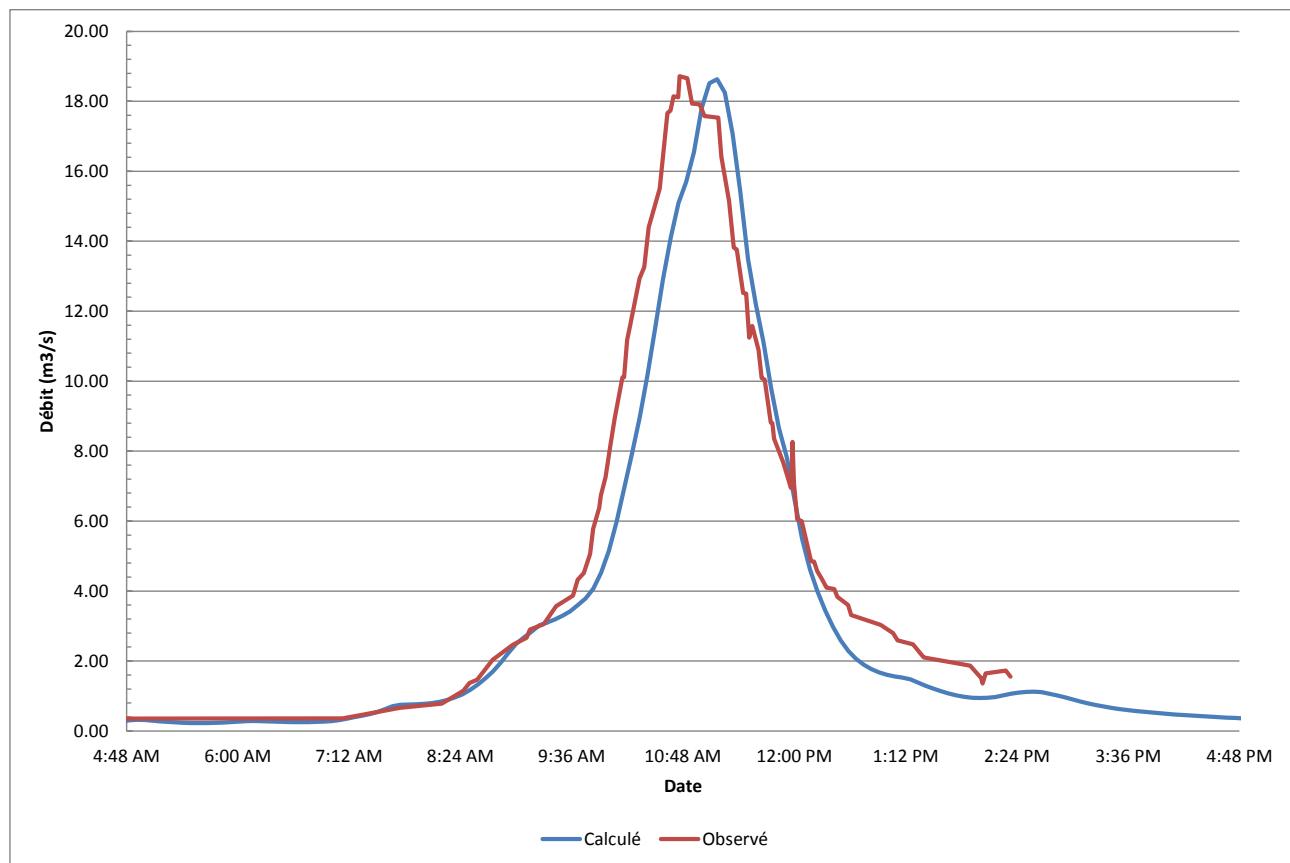


Figure 26 : calage du modèle évènementiel : crue de mars 2003 à Namié

Les écarts sur le débit de pointe et le volume sont faibles :

$$Q_p, \text{ calculé} = 19 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$dQ_p = -0,5 \%$$

$$dV = -12 \%$$

Les différents paramètres de qualité du calage sont les suivants (valeur cible entre crochet) :

Nash	Nash racine ⁴	Nash ln	Bilan	R ²
91,7 % [100%]	92,9 % [100%]	91,9 % [100%]	-12,7 % [0%]	0,92 [1]

Tableau 25 : critères de qualité du calage sur l'évènement de 2001

Les critères de qualité du calage traduisent les écarts entre les valeurs observées et les valeurs calculées. Pour l'évènement de 2003, ils sont très bons : l'écart moyen en débit est d'environ 8 %. Le volume total calculé est inférieur de 12% au volume observé. Le débit de pointe calculé est lui inférieur de 0,5 % de celui observé.

On constate un léger déphasage (modèle en retard de quelques minutes sur le débit observé). Ce décalage est à mettre en perspective avec le pas de temps de la pluie injectée dans le modèle (5 min).

Le calage du modèle est validé par le second évènement.

4.5.4.6 Test de sensibilité

Les simulations hydrologiques des hyéogrammes de projet présentés au §4.5.2.6 sont présentées ci-après pour quatre cas de saturation initiale des sols : 0,15 (valeur minimale sur la chronique), 0,5 (valeur médiane), 0,8 (valeur maximale sur la chronique) et 1 (valeur maximale physique). Tableau 26 présente les résultats pour le bassin versant de la Yahoué pour les périodes de retour de 2, 10 et 100 ans.

Qp (m ³ /s)				
Saturation	0,15	0,50	0,80	1,00
T = 2 ans	5	29	56	77
T = 10 ans	21	59	96	123
T = 100 ans	57	107	151	180

Tableau 26: sensibilité à la saturation du sol sur le débit de pointe

Ce tableau montre que la saturation a une très forte influence sur les débits de pointe de faible période de retour.

⁴ Les critères Nash racine et Nash ln sont calculés avec la racine du débit ou le logarithme du débit. Ils permettent de réduire l'importance des forts débits dans le calcul du critère de Nash.

4.5.5 METHODE DU GRADEX

4.5.5.1 Généralités

La méthode du GRADEX, développée par EDF-France pour la sécurité des grands barrages, est couramment utilisée pour l'estimation des débits de fréquences rare et exceptionnelle. La méthode utilise l'information pluviométrique pour extrapoler la distribution des fréquences de débits. Cette méthode a été utilisée sur de nombreux bassins versants de superficies variant de quelques km² à quelques milliers de km².

Pour appliquer la méthode du GRADEX, il est nécessaire d'évaluer préalablement la crue de période de retour 10 ans du bassin versant (hypothèse du pivot pour une période de retour de 10 ans sécuritaire).

La méthode du GRADEX est une méthode de détermination statistique des crues. Elle fournit une estimation des crues de probabilité donnée. Elle consiste à calculer le ruissellement à partir de la pluie de même période de retour.

La méthode du GRADEX repose sur trois hypothèses :

Hypothèse 1 : la pluie maximale annuelle suit une loi de Gumbel

La distribution de fréquence des pluies, qui est utilisée en extrapolation, est décrite par une loi de Gumbel,

La fonction de répartition de la loi de Gumbel s'écrit :

$$F(P) = \text{EXP}(-\text{EXP}(-(P-P_0)/\alpha))$$

où α est le GRADEX et P les précipitations.

Les hauteurs de précipitations varient linéairement avec le logarithme de la période de retour, l'apente de cette droite étant le GRADEX α .

Si P_{10} et $P_{10\ 000}$ désignent respectivement les hauteurs de précipitations de période de retour 10 et 10 000 ans, alors :

$$P_{10\ 000} - P_{10} = \alpha (\ln 10\ 000 - \ln 10) = 6,9 \alpha$$

L'hypothèse 1 est théoriquement vérifiée lorsque la pluie est un "processus de Poisson", avec en particulier :

- indépendance des événements pluvieux successifs,
- homogénéité de la population statistique, c'est-à-dire des phénomènes météorologiques à l'origine des pluies considérées.

Ces deux caractéristiques sont discutables, dans la mesure où il est constaté que :

- il y a un phénomène d' "agrégation des fortes pluies" : lorsqu'une averse importante se produit, la probabilité d'occurrence d'une nouvelle averse forte est plus élevée que d'ordinaire (phénomène notamment mis en évidence pour la méthode Shypre, Cemagref),
- les événements météorologiques les plus forts ne sont pas nécessairement l'extrapolation des événements météorologiques plus courants.

Hypothèse 2 : au-delà d'une certaine hauteur de pluie, le déficit d'écoulement résultant essentiellement de l'infiltration n'augmente plus

A partir d'un certain état de saturation du bassin versant, tout accroissement de pluie génère un accroissement égal du volume écoulé. En première approximation, cet état est atteint pour des périodes de retour de l'ordre de 10 ans.

On fait en plus l'hypothèse qu'une précipitation d'une certaine durée alimente l'écoulement pendant la même durée (hypothèse simplificatrice et légèrement pessimiste). Il en résulte qu'à partir d'une certaine valeur de la précipitation (point pivot) :

- la relation pluie-ruissellement devient linéaire,
- la loi de probabilité des ruissellements devient parallèle à la loi de probabilité des précipitations dans un graphique de Gumbel.

L'hypothèse du pivot 10 ans est une hypothèse prudente : on postule que la totalité de la pluie ruisselle à partir d'une période de retour de 10 ans.

Hypothèse 3 : le ratio $Q_p/Qm_{\text{durée de crue}}$ (coefficients d'affinité) est une valeur fixe, indépendante de la période de retour

Cette hypothèse est également une simplification forte de la réalité. En fait, $Qp/Qm_{\text{durée de crue}}$ ($Qm_{\text{durée de crue}}$: le débit moyen sur la durée de crue, Qp : le débit de pointe) est une variable aléatoire, qui dépend de la chronologie des événements considérés : caractère plus ou moins pointu de l'averse, répartition spatiale et temporelle des pluies.

En dépit des réserves formulées ici, la méthode du GRADEX est utilisée classiquement pour dimensionner des ouvrages (barrages, canaux de décharge etc). La prudence contenue dans l'hypothèse "pivot 10 ans" est réputée pouvoir contrebalancer les incertitudes sur les autres facteurs.

Dans le cas présent, la durée de base est prise égale à 2 h (cf. 4.5.5.3). Pour appliquer la méthode du GRADEX, il faut le débit de pointe décennal, les pluies caractéristiques (cf. §4.5.2.4) et le coefficient de forme (rapport $Qp/Qm_{\text{durée de crue}}$).

4.5.5.2 Application de la méthode du GRADEX

Le débit de période de retour 10 ans est retenu comme point de départ de l'extrapolation par le GRADEX.

La formule du GRADEX s'écrit de la manière suivante :

Pour $T > 10$ ans,

$$Q_p(T) = Q_{pivot} + C_f \times G_{p,durée} \times \frac{S}{3,6 \times d} \times \ln\left(\frac{T}{T_{pivot}}\right)$$

Avec :

$Q_p(T)$: le débit de pointe de période de retour T , en m^3/s

Q_{pivot} : le débit de pointe au point pivot, ici $T_{pivot}=10$ ans, en m^3/s (issu du tableau 17)

C_f : le coefficient de forme

$G_{p,durée}$: le gradex des pluies de durée d , en mm

S : la surface du bassin versant, en km^2 ,

d : la durée de l'évènement, en heure

4.5.5.3 Coefficient de forme et durée de crue

Aucun hydrogramme de crue historique n'informe sur le coefficient de forme et la durée de la crue sur les bassins versants étudiés qui sont non jaugés. A ce titre, les hydrogrammes résultant de la modélisation hydrologique présentée ci-avant sont utilisés pour définir ces caractéristiques. Pour chacun des bassins-versants, on réalise l'analyse pour la pluie de 10 ans et de 100 ans et une condition de saturation de sol moyenne (caractéristique des crues moyennes).

Les hydrogrammes résultant sont présentés sur les figures ci-après (figure 27 à figure 30).

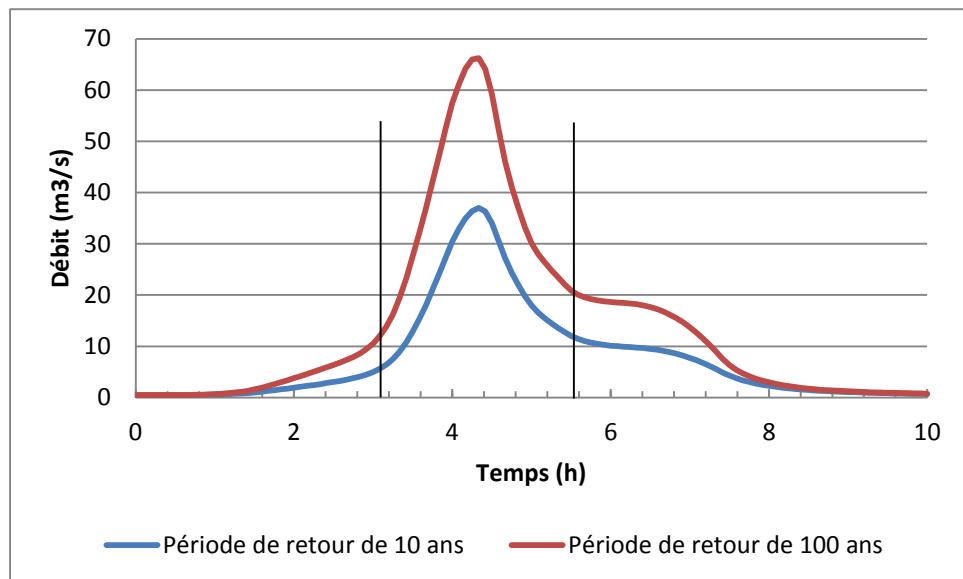


Figure 27 : hydrogrammes calculés sur la Yanna, saturation initiale = 50%

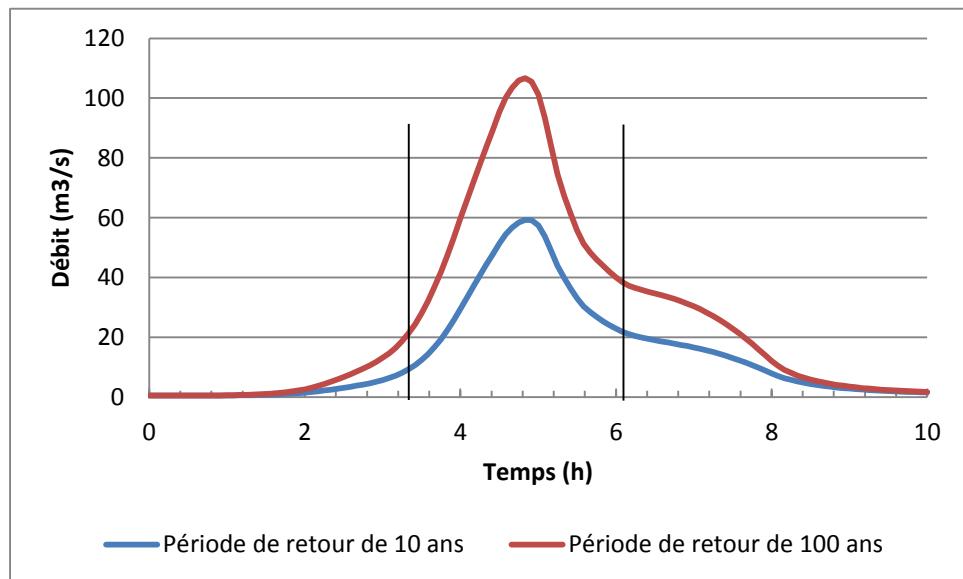


Figure 28 : hydrogrammes calculés sur la Yahoué, saturation initiale = 50%

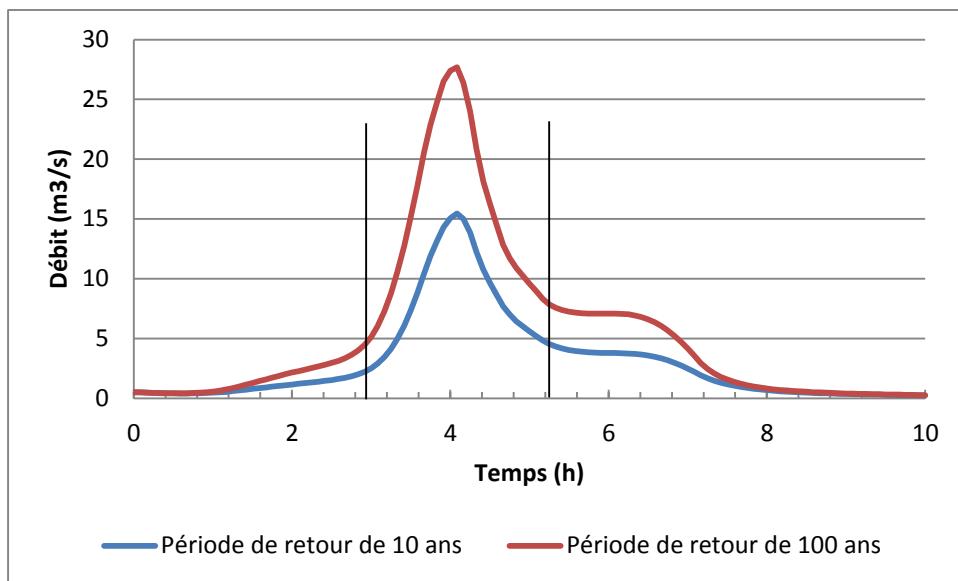


Figure 29 : hydrogrammes calculés sur la Ouapeuse, saturation initiale = 50%

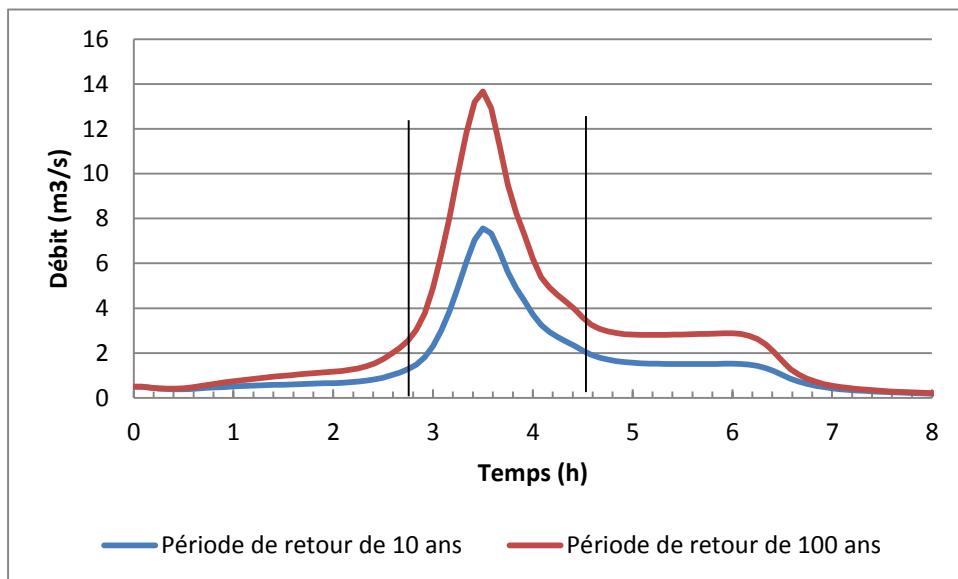


Figure 30 : hydrogrammes calculés sur l'affluent rive droite, saturation initiale = 50%

Les durées de crue (calculées au niveau des points d'infexion représentés sur les courbes par des traits verticaux) sont comprises entre 1,5 et 2,5 h pour l'ensemble des bassins versants.

On retient une durée de crue et un Gradex de pluie (cf. Tableau 19) de durée de 2h pour la méthode du GRADEX.

Le coefficient de forme pour une durée de 2h est présenté dans le tableau 27 en fonction des bassins versants :

	Q10	Q100
Yanna	1,6	1,6
Yahoué	1,4	1,4
Ouapeuse	1,7	1,7
Affluent	2,0	2,0

Tableau 27 : coefficients de forme utilisés dans la méthode du GRADEX

Le coefficient de forme est d'autant plus faible que le bassin versant est grand.

A titre de comparaison, les coefficients de forme sur le bassin versant de la Namié étaient de :

- 2,18 pour l'évènement d'octobre 2001,
- 1,44 pour l'évènement de mars 2003.

L'ordre de grandeur est donc confirmé pour un bassin versant de taille proche de celui de la Ouapeuse (moyenne des deux évènements : 1,8).

4.5.5.4 Résultats

Les résultats de l'application de la méthode du GRADEX aux bassins versants étudiés sont présentés dans le tableau 28 :

	Yahoué	Yanna	Ouapeuse	Affluent rive droite
T = 10 ans	61	39	19	9
T = 20 ans	81	51	23	12
T = 50 ans	106	67	30	15
T = 100 ans	126	79	35	17

Tableau 28 : débits de pointe calculés par la méthode du GRADEX (m³/s)

4.6 COMPARAISON DES DIFFERENTES METHODES AVEC LES ETUDES PRECEDENTES

Le tableau 29 compare les résultats calculés avec les différentes méthodes et lors des études précédentes réalisées sur la zone d'étude :

	Yahoué		Yanna		Ouapeuse		Affluent rive droite	
	Q10	Q100	Q10	Q100	Q10	Q100	Q10	Q100
Sogreah 2006 [1]	117	207	75	125	35	65	/	/
ISL 1996 [2]	72 à 79		39 à 43		15 à 17		6 à 7	
Note direction de l'équipement de la province sud [3]	58	/	40	/	21	/	/	/
Application des débits spécifiques issus de [5]	106	194	57	106	22	40	9	16
Méthode régionale (§ 4.3)	133	242	85	153	40	73	21	37
Ajustement statistique des débits (§ 4.4)	61	/	39	/	19	/	9	/
Méthode rationnelle (§ 4.5.3)	90	176	57	110	23	44	11	21
Transformation pluie débit de type GR4 (§ 4.5.4)	Saturation = 50%	59	107	37	66	15	28	8
	Saturation = 80%	96	151	60	94	25	39	13
	Saturation = 100%	123	180	77	112	32	47	16
Méthode du GRADEX (§ 4.5.5)	61	126	39	79	19	35	9	17

Tableau 29 : débits de pointe calculés par les différentes méthodes et études (m³/s)

Les débits calculés par la méthode régionale constituent la borne supérieure des différentes méthodes utilisées.

Les calculs réalisés dans l'étude de Sogreah avec la méthode Speed (cf. rapport [1]) sont basés sur les données pluviométriques de Namié Bigourd, Namié Lavoix, Montagne des Sources et Nouméa. Cette étude hydrologique date de 2006. Les stations Namié Bigourd et Namié Lavoix, les plus représentatives de la pluviométrie du bassin versant, ne disposaient alors d'une chronique de 9 années. Les deux évènements les plus forts de ces 20 dernières années sont compris dans cette chronique de 9 années, expliquant que ces résultats soient situés dans l'intervalle supérieure des résultats du tableau 29.

La modélisation hydrologique considérant une saturation de 50% (saturation médiane) conduit à des résultats relativement proches de :

- ⇒ l'ajustement statistique des débits mesurés à Namié et transposé aux bassins versants étudiés,
- ⇒ de la note de la direction de l'équipement de la Province Sud (cf. rapport [3]).

Ces résultats sont néanmoins inférieurs à la méthode du GRADEX pour la crue centennale.

La modélisation hydrologique considérant une saturation de 100% (saturation maximale théorique) conduit à des débits inférieurs mais du même ordre de grandeur de ceux calculés dans l'étude [1]. Il n'apparaît néanmoins pas réaliste de considérer une saturation du sol de 100% en début d'évènement compte-tenu des saturations de sol simulées dans la modélisation en continue.

La modélisation hydrologique considérant une saturation de 80% (saturation maximale calculée pendant la modélisation en continu) conduit à des résultats qui apparaissent comme raisonnablement conservateurs :

- ⇒ la saturation initiale en début d'évènement est de 80%, soit la saturation maximale simulée en 20 ans. Les évènements historiques les plus marquants ont eu lieu en octobre et mars. D'après la figure 23, il n'est pas improbable d'observer des valeurs de saturation proche de 80% pendant ces périodes même si la saturation initiale était de 50% pour les deux évènements historiques marquants,
- ⇒ les débits calculés sont supérieurs mais dans le même ordre de grandeur de ceux calculés par la méthode du GRADEX, méthode adaptée pour la détermination de débits rares à extrêmes.

Enfin, la méthode rationnelle conduit à des résultats relativement proches des résultats de la modélisation hydrologique considérant une saturation de 80%.

4.7 METHODE RETENUE

Compte tenu des éléments précédemment avancés, ISL recommande pour la suite des études de retenir les résultats issus de la modélisation hydrologique GR4 (transformation pluie-débit), qui permet de disposer d'hydrogrammes issus de la modélisation sur la base de hyétogrammes de projet (forme construite selon la méthode de Kieffer).

Lors de la réunion du 14 février 2018 entre la Davar, la Province Sud et ISL, il a été décidé de retenir la méthode rationnelle pour l'estimation des débits de pointes et de construire les hydrogrammes de projet sous la forme d'hydrogrammes triangulaires (cf §4.8 et 4.9).

La modélisation hydrologique est, quant à elle, utilisée pour la reconstruction des hydrogrammes de crue historiques.

4.8 ESTIMATION DES DEBITS DE CRUE DES EVENEMENTS HISTORIQUES

Les hydrogrammes de crue des évènements historiques sont estimés à partir de la transformation pluie débit en faisant les hypothèses suivantes :

- la saturation initiale des bassins versants lors du début des évènements est la même que celle du bassin versant de Namié ayant abouti au meilleur calage ($S_0/A=0,5$ pour l'évènement de 2001 et $S_0/A=0,52$ pour l'évènement de 2003),
- les hyétogrammes des évènements mesurés à Namié 3 –Lavoix et Namié – Bigourd sont appliqués aux bassins versants étudiés (proximité géographique),
- une pondération de 50% de chacun des deux pluviomètres est considérée.

Les hydrogrammes des deux événements historiques ainsi calculés sont présentés sur les figures ci-après (figure 31 et figure 32) :

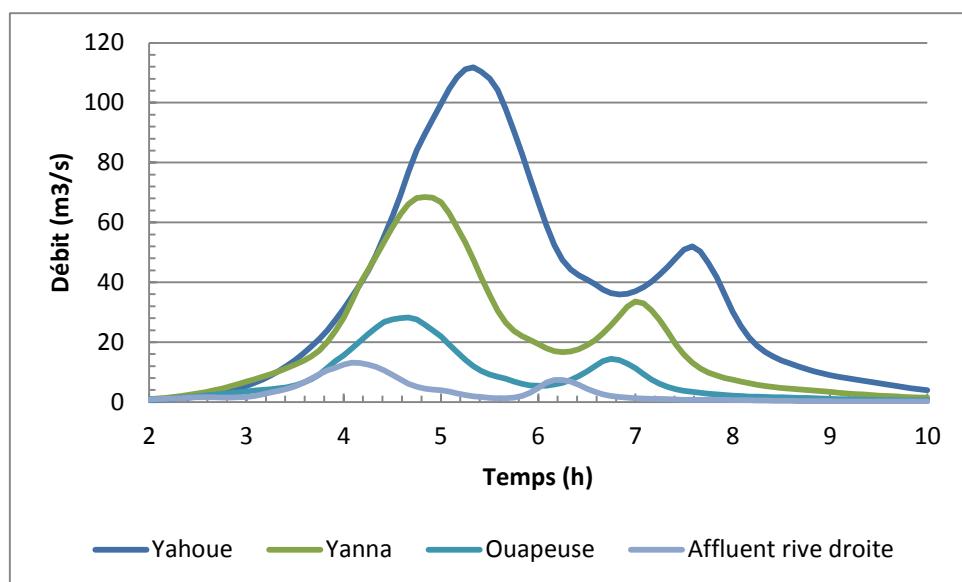


Figure 31 : hydrogrammes calculés de l'événement d'octobre 2001

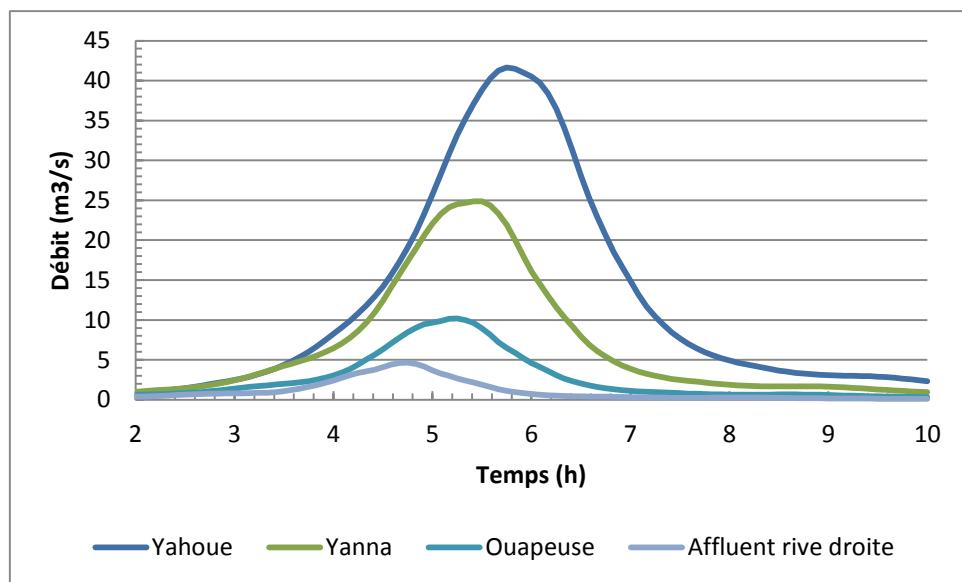


Figure 32 : hydrogrammes calculés de l'événement de mars 2003

Le tableau 30 récapitule les débits de pointe des hydrogrammes ci-dessus et les compare avec les débits de pointe calculés par application de la formule de Myer sur les valeurs observées (approche hydrométrique par rapport aux débits mesurés à la station de Namié) :

	Yahoué	Yanna	Ouapeuse	Affluent rive droite
Modélisation hydrologique : 2001	112	69	28	13
Formule de Myer : 2001	125	79	38	19
Modélisation hydrologique : 2003	42	25	10	5
Formule de Myer : 2003	44	28	14	7

Tableau 30 : débits de pointe calculés pour les deux évènements historiques

Les valeurs de débit de pointe calculées avec les deux méthodes sont relativement proches.

Ainsi, les hydrogrammes présentés dans la figure 31 et la figure 32 sont conservés et seront utilisés pour le calage de la modélisation hydraulique.

Le tableau 31 présente les périodes de retour des débits de pointe des évènements historiques issus de la modélisation hydrologique et les compare avec les périodes de retour des pluies des évènements historiques.

	Evènement de 2001		Evènement de 2003	
	Période de retour des débits	Période de retour des pluies	Période de retour des débits	Période de retour des pluies
Modélisation hydrologique saturation = 50%	Environ 100 ans	Entre 20 ans et 50 ans à Namié 3 - Lavoix et environ 100 ans à Namié Bigourd	Entre 2 et 5 ans	Entre 2 et 5 ans pour les deux postes pluviométriques
Modélisation hydrologique saturation = 80%	Environ 20 ans	Inférieur à 2 ans		
Modélisation hydrologique saturation = 100%	Environ 5 ans	Inférieur à 2 ans		

Tableau 31 : comparaison des périodes de retour des débits de pointe issus de la transformation pluie/débit avec les périodes de retour des pluies pour les deux évènements de calage

Ce tableau permet de faire les observations suivantes :

- pour l'évènement de 2003, la modélisation considérant une saturation du sol de 50 % conduit à des périodes de retour de débit de pointe similaires aux périodes de retour des pluies,
- pour l'évènement de 2001, la modélisation considérant une saturation du sol de 80% conduit à des périodes de retour de débit de pointe similaires aux périodes de retour des pluies à la station de Namié 3 – Lavoix tandis que la modélisation considérant une saturation du sol de 50% conduit à des périodes de retour de débit de pointe similaires aux périodes de retour des pluies à la station de Namié Bigourd,
- la modélisation considérant une saturation du sol de 100% conduit à des périodes de retour de débit de pointe nettement inférieures aux périodes de retour des pluies pour les deux évènements.

Le tableau 31 confirme ainsi le choix d'exclure la modélisation considérant une saturation de 100 % ainsi que toutes les autres méthodes conduisant à un débit de pointe supérieur à cette modélisation.

Le choix de retenir la méthode rationnelle (proche de la modélisation hydrologique considérant une valeur de saturation de 80%) repose sur la faible chronique de données pluviométriques et sur la probabilité non nulle d'observer un évènement intense durant la période où la saturation du sol est importante.

4.9 HYDROGRAMMES DE PROJET

Deux méthodes sont comparées pour la construction des hydrogrammes de projet :

- Construction selon la méthode rationnelle : débit de pointe de la méthode rationnelle et forme de crue triangulaire avec un temps de montée correspondant au temps de concentration et un temps de base correspondant à deux fois le temps de concentration.
- Conservation de la forme issue de la modélisation hydrologique GR4 avec une saturation de 80% et application du débit de pointe de la méthode rationnelle.

4.9.1 METHODE RATIONNELLE

Cette forme d'hydrogramme permet de conserver le coefficient de ruissellement utilisé dans la méthode rationnelle, comme le montre le tableau 32.

Période de retour	Débit de pointe (m ³ /s)	Volume précipité durant T _c (m ³)	Volume ruisselé durant 2 T _c (m ³)	Coefficient de ruissellement
2 ans	47.2	336 240	166 982	0.5
5 ans	64.0	456 480	226 607	0.5
10 ans	90.2	536 400	319 464	0.6
20 ans	137.4	612 720	486 519	0.8
50 ans	159.7	712 080	565 324	0.8
100 ans	176.0	784 800	623 078	0.8

Tableau 32 : volumes précipité et ruisselé sur le bassin versant de la Yahoué (méthode rationnelle)

Les hydrogrammes de crue sont présentés sur les figures ci-après (figure 33 à figure 36):

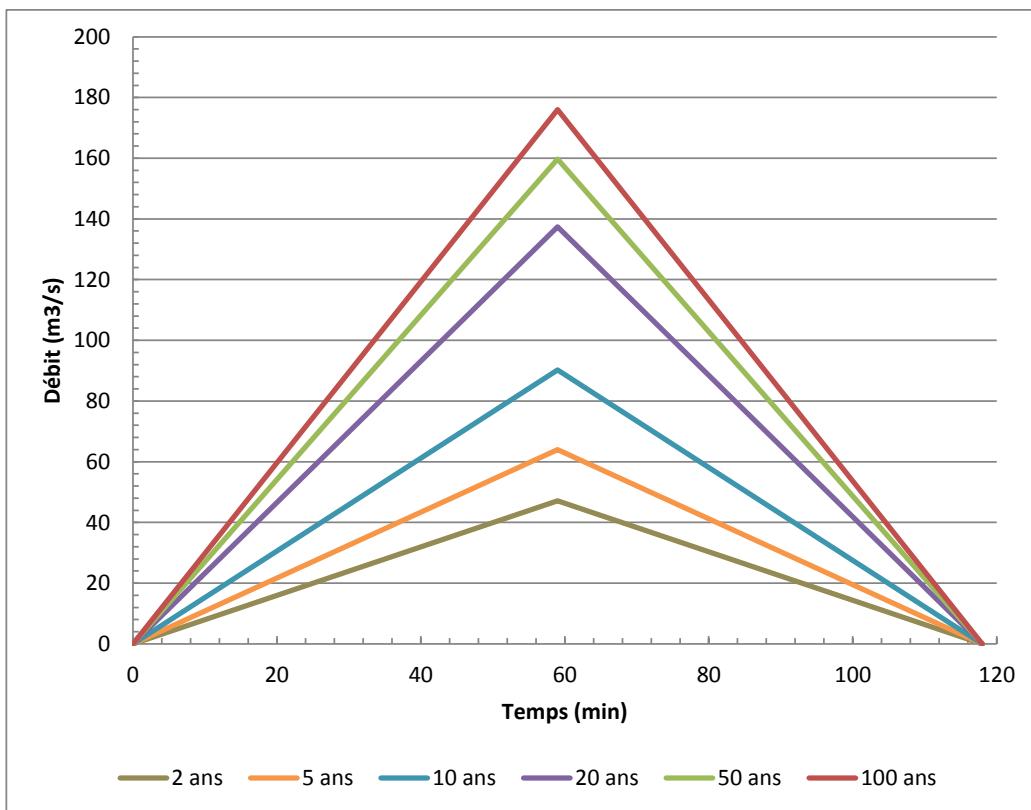


Figure 33 : hydrogrammes issu de la méthode rationnelle sur la Yahoué

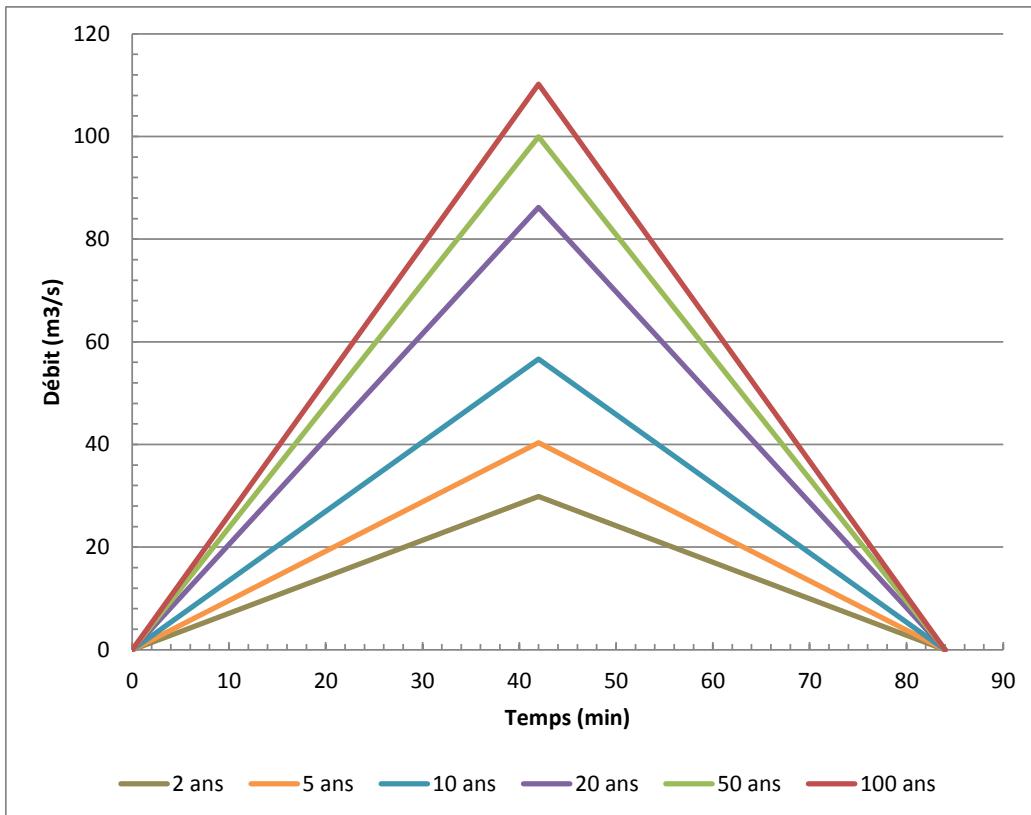


Figure 34 : hydrogrammes issu de la méthode rationnelle sur la Yanna

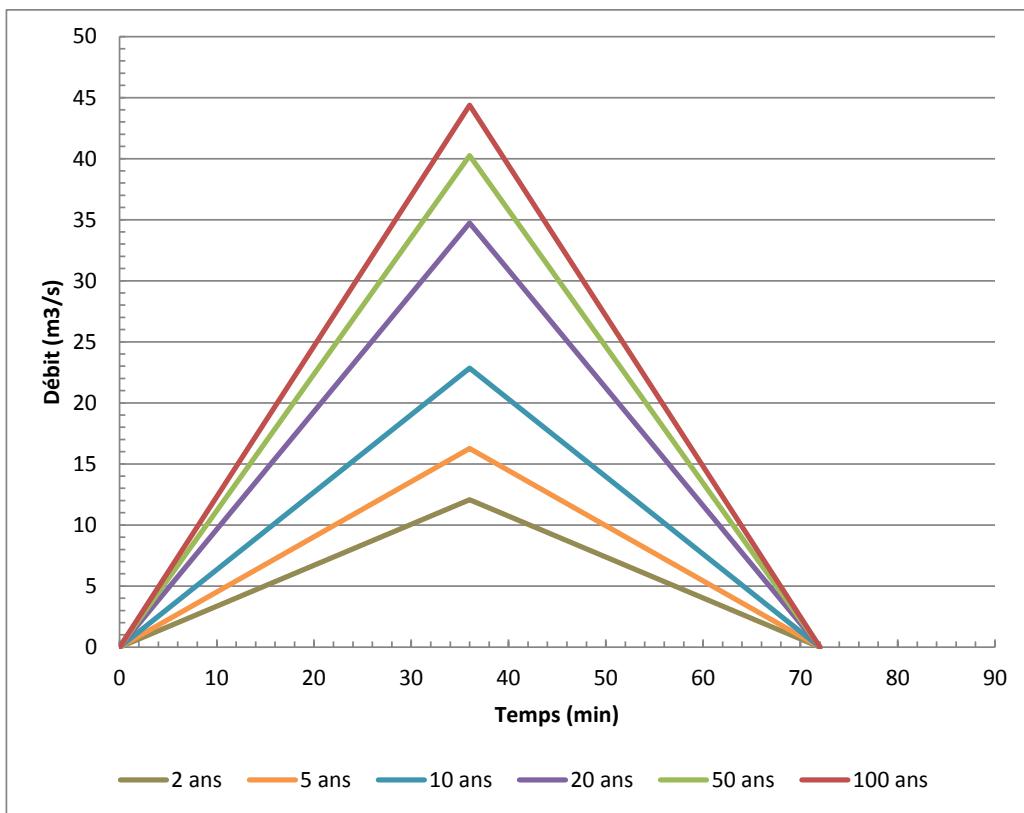


Figure 35 : hydrogrammes issu de la méthode rationnelle sur la Ouapeuse

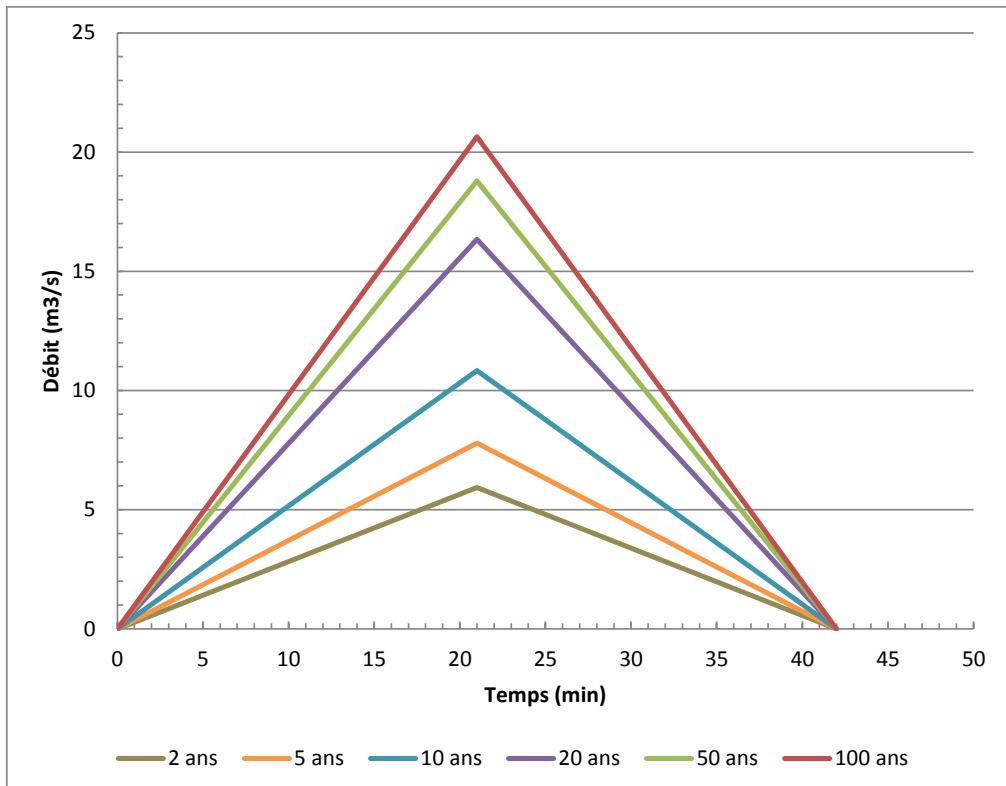


Figure 36 : hydrogrammes issu de la méthode rationnelle sur l'affluent rive droite

4.9.2 MODELISATION HYDROLOGIQUE GR4

La forme des hydrogrammes construits par modélisation hydrologique en considérant une saturation de 80 % est conservée. Une homothétie est réalisée pour conserver les débits de pointe issus de la méthode rationnelle.

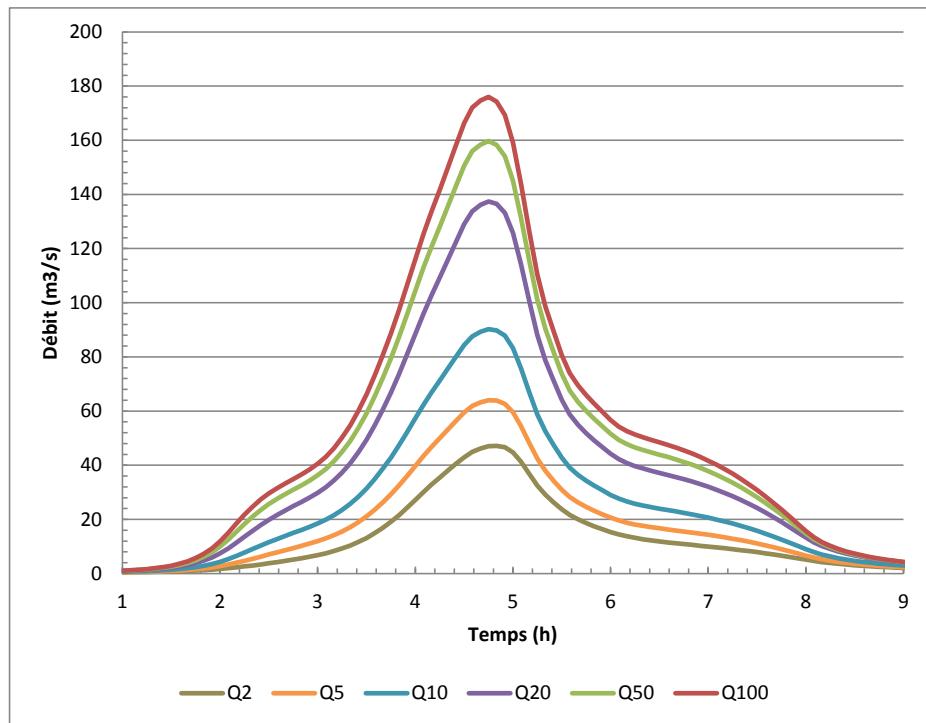


Figure 37 : hydrogramme issu de la modélisation hydrologique (Yahoué)

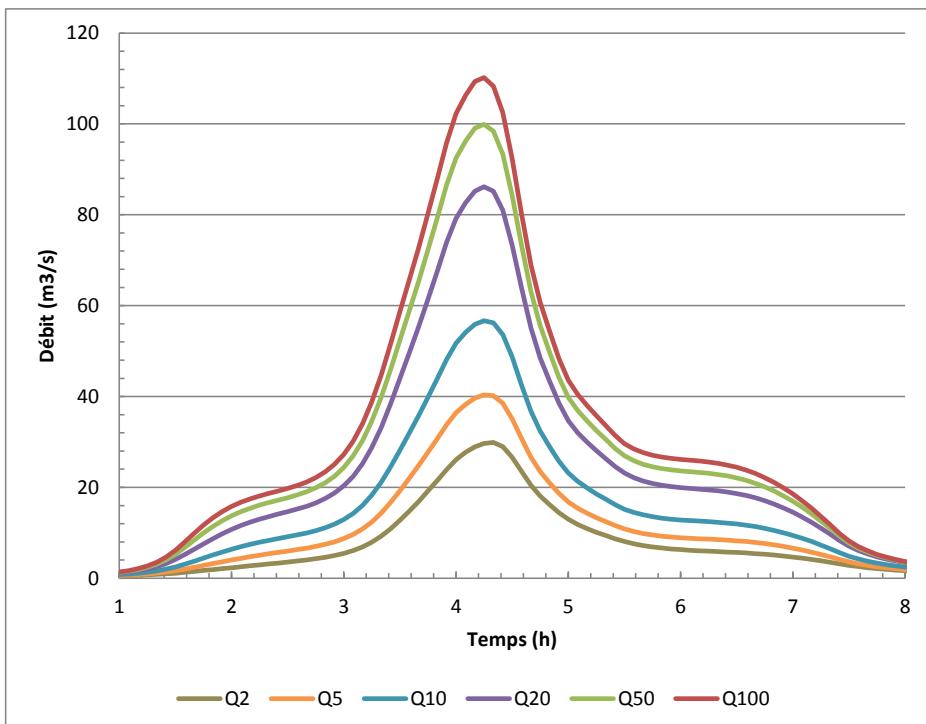


Figure 38 : hydrogramme issu de la modélisation hydrologique (Yanna)

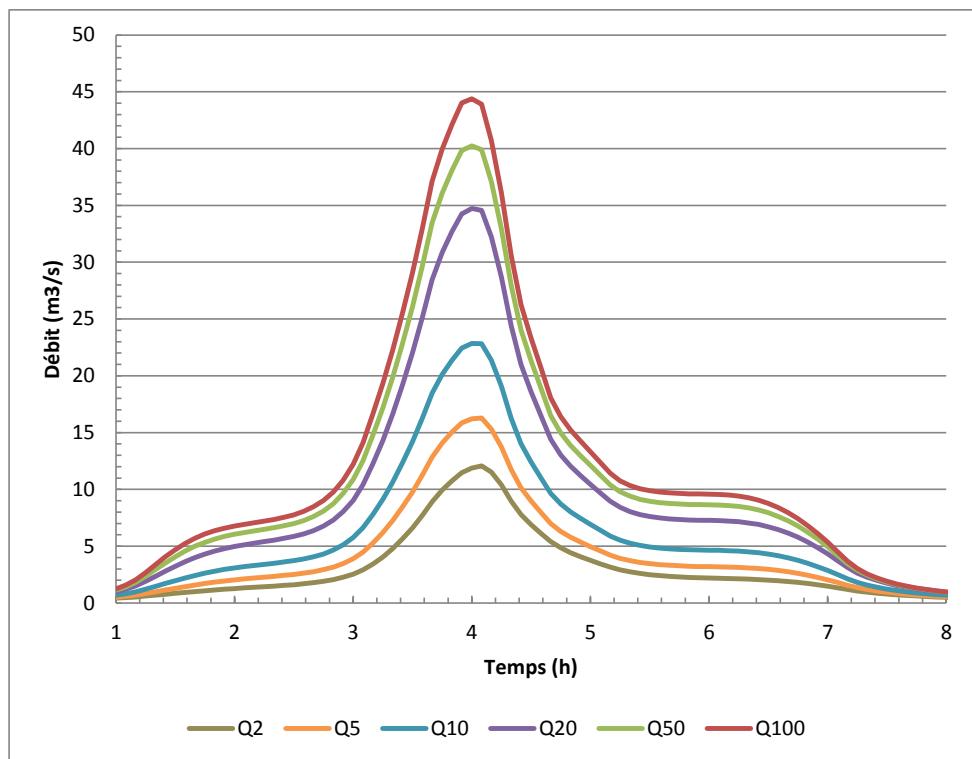


Figure 39 : hydrogramme issu de la modélisation hydrologique (Ouapeuse)

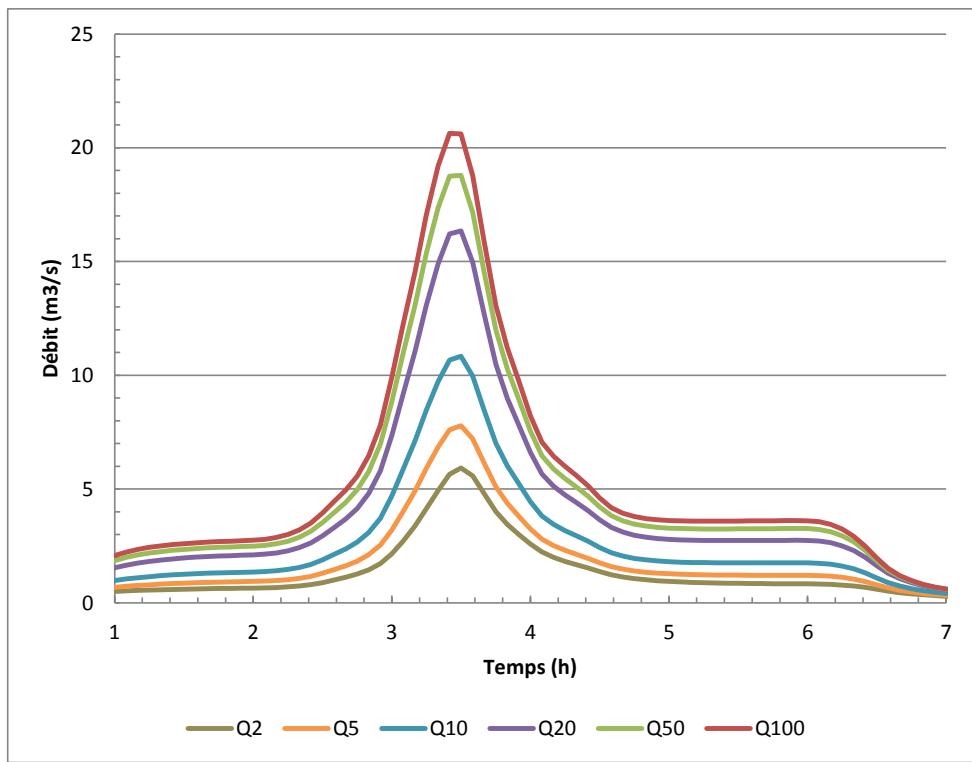


Figure 40 : hydrogramme issu de la modélisation hydrologique (affluent rive droite)

4.9.3 COMPARAISON

Les hydrogrammes construits par les deux méthodes sont comparés aux hydrogrammes reconstitués des événements de 2001 et de 2003.

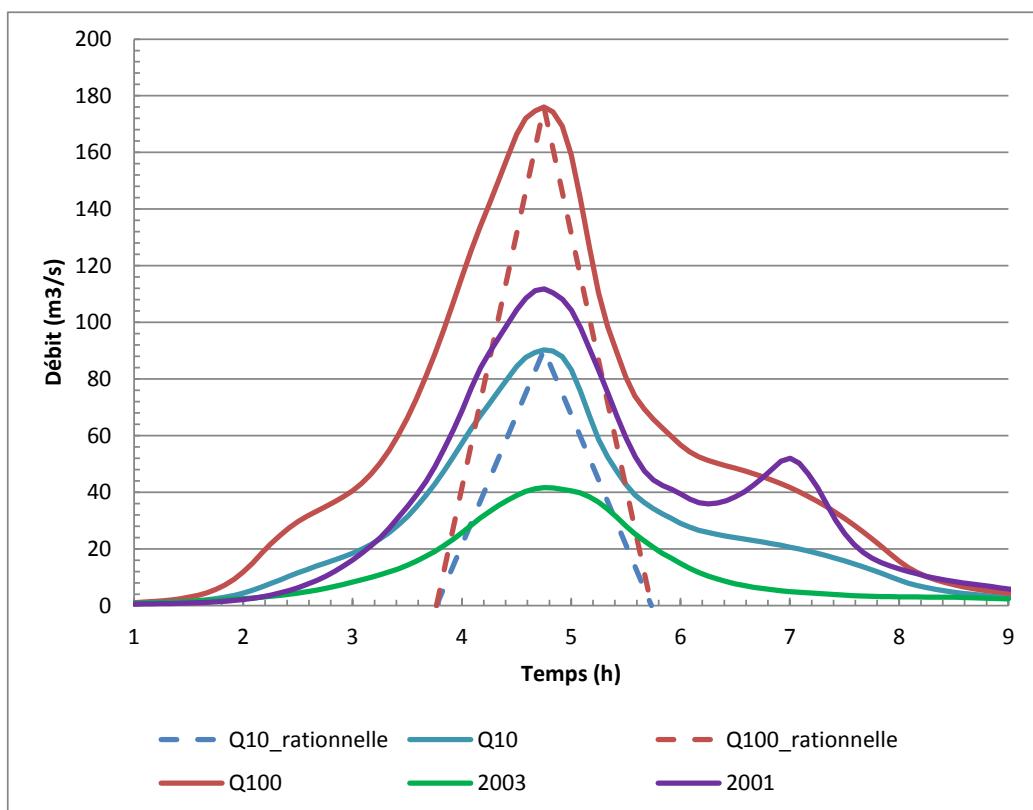


Figure 41 : comparaison des hydrogrammes sur le bassin versant de la Yahoué

En excluant le second pic de l'événement de 2001 induit par un second événement pluvieux, la forme des hydrogrammes construits par modélisation hydrologique est similaire à la forme des événements historiques.

Les volumes de la méthode rationnelle sont faibles devant les volumes des événements historiques.

Pour la suite de l'étude, les hydrogrammes présentés dans le paragraphe 4.9.2 sont retenus.

4.10 CONCLUSION DE L'ETUDE HYDROLOGIQUE

L'étude hydrologique réalisée a comparé plusieurs méthodes afin de caractériser les hydrogrammes des crues de projet (périodes de retour de 2, 5, 10, 20, 50 et 100 ans) et les hydrogrammes des crues historiques (événement du 02 octobre 2001 et du 14 mars 2003).

Après une description détaillée des bassins versants de l'étude et du bassin versant de Namié (bassin versant jaugé à proximité immédiate de la zone d'étude), l'étude s'est attachée à comparer les méthodes suivantes : analyse régionale, transposition hydrométrique par la formule de Myer, méthode rationnelle, modélisation hydrologique de type GR4 et méthode du GRADEX.

Les résultats des différentes méthodes ont été comparés avec les résultats des précédentes études.

Suite aux échanges avec la Davar et la Province Sud, les résultats obtenus par la méthode rationnelle ont été retenus pour la détermination des débits de pointe pour la suite du projet. Cette méthode donne des débits de pointe proches de ceux obtenus par modélisation hydrologique type GR4 avec une saturation de 80%.

Les hydrogrammes de projet sont présentés au paragraphe 4.9.2. Ceux-ci sont construits en conservant la forme des hydrogrammes issus de la modélisation hydrologique. Cette forme est similaire à la forme des hydrogrammes de crue historiques. Ces hydrogrammes de projet seront utilisés pour la simulation des différents scénarios de crue dans la modélisation hydraulique.

Les hydrogrammes des crues historiques ont été déterminés à partir de la modélisation hydrologique réalisée, qui a été calée sur ces mêmes événements à la station hydrométrique de Namié.

Ces hydrogrammes sont présentés dans la figure 31 et la figure 32. Ils seront utilisés pour le calage de la modélisation hydraulique.

ANNEXE 1 DU RAPPORT HYDROLOGIQUE

FICHE CLIMATOLOGIQUE A NOUMEA



FICHE CLIMATOLOGIQUE

Statistiques 1981–2010 et records

NOUMEA (988)

Indicatif : 98818001, alt : 70m, lat : 22°16'30"S, lon : 166°27'06"E

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
La température la plus élevée (°C)													
Records établis sur la période du 01–01–1908 au 19–09–2017													
Date	36.8	36.4	36.4	35.8	32.7	30.7	30.6	31.7	33	33.7	34.9	35.7	36.8
	25–1986	01–1991	01–1993	02–1912	04–2014	19–2002	25–2008	08–1995	29–2010	31–1909	20–2001	27–2010	1986
Température maximale (moyenne en °C)													
	29.6	29.7	28.7	27.4	25.7	24.1	23.3	23.3	24.7	26.2	27.4	29	26.6
Température moyenne (moyenne en °C)													
	26.4	26.7	25.9	24.6	22.9	21.4	20.4	20.3	21.4	22.8	24.1	25.6	23.5
Température minimale (moyenne en °C)													
	23.3	23.7	23.1	21.8	20.1	18.7	17.4	17.3	18.1	19.5	20.8	22.3	20.5
La température la plus basse (°C)													
Records établis sur la période du 01–01–1908 au 19–09–2017													
Date	18.1	19	18.8	16.7	15.2	13.6	13.5	12.2	13.3	14.2	15.2	17.8	12.2
	30–1912	24–1984	08–1988	23–1951	02–1911	21–1957	25–1955	02–1908	10–1954	02–1990	08–1956	17–1993	1908
Nombre moyen de jours avec													
Tx >= 30°C	12.1	11.4	7.7	3.0	0.4	0.1	0.0	0.1	0.2	1.7	3.8	10.1	50.5
Tx >= 25°C	30.5	28.0	30.3	27.3	20.0	7.8	4.7	5.1	11.2	21.7	27.9	30.3	244.7
Tx <= 20°C	.	.	.	.	0.0	0.4	0.6	0.9	0.0	.	.	.	1.9
Tn <= 20°C	0.5	0.2	0.6	3.9	15.0	23.9	29.8	30.1	26.3	20.1	9.2	1.7	161.4
Tn <= 15°C	.	.	.	.	.	0.2	1.5	2.0	0.6	0.1	.	.	4.4
Tn <= 10°C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tn : Température minimale, Tx : Température maximale													
La hauteur quotidienne maximale de précipitations (mm)													
Records établis sur la période du 31–12–1907 au 19–09–2017													
Date	255.2	197	160.1	158.8	172	200.9	109.6	95.5	74.8	171.4	115.2	201.3	255.2
	14–2011	01–1969	27–1910	20–1983	07–2016	03–1972	02–2013	06–1911	08–1967	02–2001	07–1990	16–1986	2011
Hauteur de précipitations (moyenne en mm)													
	111.8	129.7	168.3	109.6	91.9	99.8	67.1	72.3	39.2	45.8	55.6	78.9	1070
Nombre moyen de jours avec													
Rr >= 1 mm	9.7	10.4	13.0	10.8	11.2	10.0	9.0	8.6	5.6	4.6	7.2	6.9	107.0
Rr >= 5 mm	4.7	5.7	7.4	4.9	4.8	4.5	3.1	3.6	2.2	1.9	2.8	3.0	48.5
Rr >= 10 mm	2.7	3.8	4.3	2.6	2.6	2.5	1.6	1.9	1.0	0.9	1.4	1.9	27.2
Rr : Hauteur quotidienne de précipitations													

Page 1/2

N.B.: La vente, redistribution ou rediffusion des informations reçues en l'état ou sous forme de produits dérivés est strictement interdite sans l'accord de METEO-FRANCE

Édité le : 29/09/2017 dans l'état de la base



FICHE CLIMATOLOGIQUE

Statistiques 1981–2010 et records

NOUMEA (988)

Indicatif : 98818001, alt : 70m, lat : 22°16'30"S, lon : 166°27'06"E

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	JUIL.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Degrés Jours Unifiés (moyenne en °C)													
	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.4	0	0	0	0	0.6
Rayonnement global (moyenne en J/cm ²)													
	Données non disponibles												
Durée d'insolation (moyenne en heures)													
	Statistiques établies sur la période 1981–2010												
	238.5	205.6	196.1	193.1	173.2	154.6	182.4	203.5	230.8	258.6	250.6	261.8	2548.7
Nombre moyen de jours avec fraction d'insolation													
	Statistiques établies sur la période 1981–2010												
	Données non disponibles												
Evapotranspiration potentielle (ETP Penman moyenne en mm)													
	198.1	167.5	153.3	119.8	94.3	77.1	85.5	103.9	135.5	173.7	189.8	205.3	1703.8
La rafale maximale de vent (m/s)													
	Records établis sur la période du 01–01–1981 au 19–09–2017												
	41	41	56	37	27.6	28	28	25	26	23	24.6	35	56.0
Date	13–1988	12–1981	14–2003	11–1989	21–2017	04–1984	15–2003	20–1989	08–1989	12–2010	16–2011	17–1986	2003
Vitesse du vent moyen sur 10 mn (moyenne en m/s)													
	5.6	5.6	5.8	5.4	4.9	4.6	4.6	4.7	4.7	5.1	5.5	5.5	5.2
Nombre moyen de jours avec rafales													
>= 16 m/s	8.3	7.9	8.7	6.3	5.6	5.8	5.4	5.2	4.4	5.6	7.4	7.8	78.3
>= 28 m/s	0.3	0.1	0.3	0.1	.	0.0	0.0	.	.	.	.	0.1	1.0
	16 m/s = 58 km/h, 28 m/s = 100 km/h												
Nombre moyen de jours avec brouillard / orage / grêle / neige													
	Données non disponibles												

– : donnée manquante

. : donnée égale à 0

Ces statistiques sont établies sur la période 1981–2010 sauf pour les paramètres suivants : insolation (1981–2010), ETP (2001–2010).

ANNEXE 2 DU RAPPORT HYDROLOGIQUE

FICHE CLIMATOLOGIQUE A MAGENTA



FICHE CLIMATOLOGIQUE

Statistiques 1981–2010 et records

MAGENTA (988)

Indicatif : 98818002, alt : 3m, lat : 22°15'36"S, lon : 166°28'24"E

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	JUIL.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
La température la plus élevée (°C)													
Records établis sur la période du 01–01–1964 au 19–09–2017													
Date	36.8	35.4	35.7	33.4	32.4	30.8	29.5	31.7	32.1	31.9	35.7	35.5	36.8
	25–1986	15–1996	01–1993	02–2016	04–2014	19–2002	25–2008	09–1992	18–1988	03–2003	20–2001	19–2010	1986
Température maximale (moyenne en °C)													
	29	29.3	28.5	27.3	25.6	24.1	23.2	23.1	24.3	25.7	26.9	28.4	26.3
Température moyenne (moyenne en °C)													
	26.2	26.5	25.9	24.5	22.6	21.1	19.9	19.8	20.9	22.4	23.8	25.3	23.2
Température minimale (moyenne en °C)													
	23.4	23.8	23.2	21.7	19.7	18.1	16.5	16.5	17.4	19	20.7	22.3	20.2
La température la plus basse (°C)													
Records établis sur la période du 01–01–1964 au 19–09–2017													
Date	17.5	17.9	14.5	14.6	12	10.8	8.9	9.9	9.9	10.8	13.2	16	8.9
	07–1987	24–1984	24–1965	30–1968	22–1968	26–1985	28–1968	31–1976	09–1968	02–1990	01–1965	05–1966	1968
Nombre moyen de jours avec													
Tx >= 30°C	9.6	9.7	6.4	2.8	0.3	0.1	.	0.1	0.2	1.1	2.2	7.3	39.7
Tx >= 25°C	30.8	28.1	30.5	27.6	19.2	8.3	4.4	4.7	9.4	18.7	25.7	30.1	237.5
Tx <= 20°C	.	.	.	.	.	0.3	0.2	0.5	0.0	.	.	.	1.0
Tn <= 20°C	1.1	0.4	1.4	5.8	16.6	24.2	29.6	29.9	26.4	20.8	9.4	3.1	168.6
Tn <= 15°C	.	.	.	.	0.8	3.0	8.0	8.7	4.8	1.1	0.1	.	26.5
Tn <= 10°C	.	.	.	.	.	.	0.1	0.0	.	.	.	.	0.1
Tn : Température minimale, Tx : Température maximale													
La hauteur quotidienne maximale de précipitations (mm)													
Records établis sur la période du 01–01–1964 au 19–09–2017													
Date	262.6	131.6	153.6	176.8	121.2	173.2	116.5	88.2	84.1	195.8	114.2	205.1	262.6
	14–2011	12–1981	27–1996	07–1992	07–2016	03–1972	02–2013	13–2010	08–1967	02–2001	07–1990	16–1986	2011
Hauteur de précipitations (moyenne en mm)													
	113.7	132.6	173.4	108	89.6	102	69.3	74.6	38.9	46.9	57.1	82.2	1088.3
Nombre moyen de jours avec													
Rr >= 1 mm	9.5	11.0	13.3	10.9	10.6	10.2	8.8	9.0	5.5	5.1	7.0	7.4	108.2
Rr >= 5 mm	4.8	6.0	7.8	5.2	4.7	4.3	3.2	3.8	2.0	1.7	3.2	3.4	50.3
Rr >= 10 mm	2.8	3.9	4.8	2.7	2.2	2.2	1.7	2.0	0.9	1.0	1.6	1.9	27.5
Rr : Hauteur quotidienne de précipitations													



FICHE CLIMATOLOGIQUE

Statistiques 1981–2010 et records

MAGENTA (988)

Indicatif : 98818002, alt : 3m, lat : 22°15'36"S, lon : 166°28'24"E

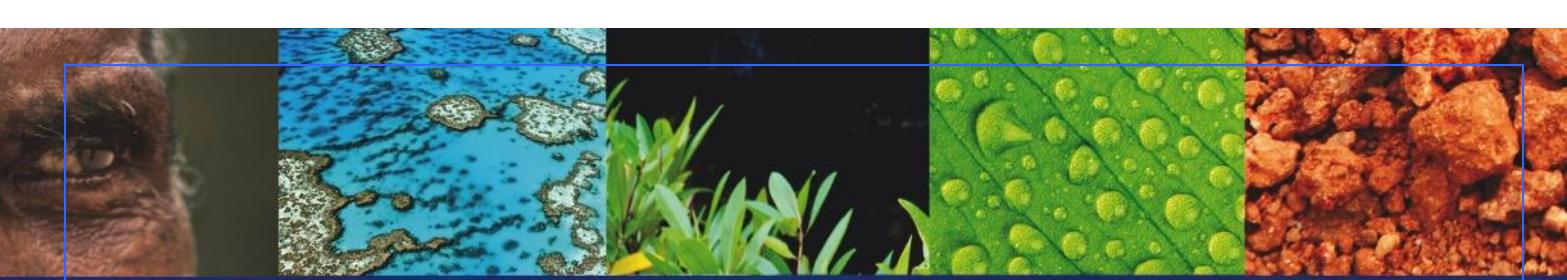
	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	JUIL.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Degrés Jours Unifiés (moyenne en °C)													
	0	0	0	0	0	0.3	1.9	2.1	0.5	0.1	0	0	4.9
Rayonnement global (moyenne en J/cm ²)													
	Données non disponibles												
Durée d'insolation (moyenne en heures)													
	Données non disponibles												
Nombre moyen de jours avec fraction d'insolation													
	Données non disponibles												
Evapotranspiration potentielle (ETP Penman moyenne en mm)													
	Données non disponibles												
La rafale maximale de vent (m/s)													
Date	35	27	34	38	23.1	23	25	25	19	21	21	36	38.0
	12-1988	27-1994	28-1996	11-1989	21-2017	04-1984	15-2003	11-1994	08-1989	25-1984	08-1990	17-1986	1989
Vitesse du vent moyen sur 10 mn (moyenne en m/s)													
	4.3	4.2	4.4	4	3.3	3.3	3.2	3.2	3.4	3.7	4	4.1	3.8
Nombre moyen de jours avec rafales													
>= 16 m/s	3.2	2.6	4.0	2.8	1.8	1.5	1.4	2.0	1.1	1.2	2.2	2.6	26.4
	0.2	.	0.1	0.1	.	.	.	.	.	.	.	0.1	0.4
16 m/s = 58 km/h, 28 m/s = 100 km/h													
Nombre moyen de jours avec brouillard / orage / grêle / neige													
	Données non disponibles												

- : donnée manquante

. : donnée égale à 0

Ces statistiques sont établies sur la période 1981–2010.

ANNEXE 3 : RAPPORT D'ETAT DES LIEUX ENVIRONNEMENTAL

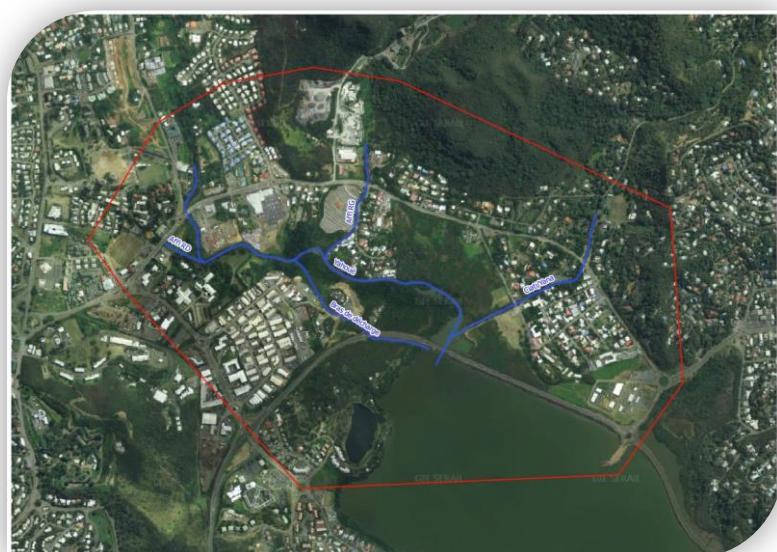


ENVIRONNEMENT MINE DE LA AU RÉCIF



Af-17-0944 / Ra-17-1186

Etat des lieux environnemental
Secteur de Yahoué – La Conception



Environnement de la Mine au Récif
Nouméa : 20 route du Vélodrome (Orphelinat) – BP 7949 – 98801 Nouméa Cedex
Tel. : (687) 27 77 93 / Fax : (687) 27 19 53
Koné : 134 impasse des pirogues
Koné : BP 680 – 98860 Koné Cedex



*Etudes préliminaires :
Analyses bibliographique et diachronique
Secteur de Yahoué – La Conception*

Commanditaire : Direction du développement Rural – Province Sud

Responsable du projet : Elia Massette (EMR) – Jyri Quatremarre (ISL)

Références	Version	Date	Auteur	Vérification	Approbation	Client
Ra-17-1186	1	28/08/2017	C. Wright M. Le Yannou-Cateine	E. Massette	A. Kissling	V. Thieffine

Aucune partie de ce document ne peut être photocopiée, reproduite, stockée en accès libre ou transmise sous toute forme ou moyen que ce soit (électronique, manuelle ou autre) sans l'accord de EMR sarl et du Commanditaire.

Tout ou partie de son contenu ne peut en aucun cas être modifié ou copié pour être utilisé hors du cadre de EMR sarl sans son avis exprès. EMR sarl, dégage toute responsabilité pour toute utilisation du présent document (en totalité ou en partie) en dehors du cadre de la présente étude.

Le présent document a été établi sur la base des informations et des données fournies à EMR sarl, et en conformité avec la réglementation en vigueur à la date de la rédaction du présent. La responsabilité d'EMR sarl ne saurait être engagée en dehors de ce cadre précis.

En tant que bureau conseil, EMR sarl donne des avis et des recommandations en fonction des informations et des données qui lui ont été communiquées, et en respect de la réglementation en vigueur à la date de la rédaction du présent document. Toutefois, la responsabilité d'EMR sarl ne saurait se substituer à celle du Commanditaire, qui reste le décideur final.

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES	4
LISTE DES TABLEAUX	5
LISTE DES FIGURES.....	5
1 INTRODUCTION ET CONTEXTE	6
2 DEROULEMENT DE LA MISSION TERRAIN	6
2.1 OBSERVATIONS ET TACHES REALISEES	6
2.1.1 DESCRIPTION DE L'ETAT ENVIRONNEMENTAL	6
2.1.2 CARACTERISATION DE LA FORMATION DE MANGROVE	7
2.1.3 ANALYSES DE SEDIMENTS.....	7
2.2 PLANNING	7
2.3 CONDITIONS METEOROLOGIQUES.....	8
2.3.1 PLUVIOMETRIE	8
2.3.2 MAREES.....	9
3 ENVIRONNEMENT PROCHE	10
3.1 GEOLOGIE	10
3.2 INSTALLATIONS IMPACTANTES	10
4 DESCRIPTION DU COURS D'EAU	11
4.1 LIT MINEUR.....	11
4.1.1 MORPHOLOGIE DES COURS D'EAU	11
4.1.2 QUALITE.....	11
4.1.2.1 Qualité des rejets	12
4.1.2.2 Mesures in situ sur les cours d'eau.....	12
4.1.3 ENCOMBREMENT	13
4.2 BERGE	13
4.2.1 EROSION	13
4.2.2 PROTECTION DES BERGES.....	14
4.2.3 VEGETATION	15
4.3 PRESENTATION DES TRONÇONS.....	15
4.4 AUTRES OBSERVATIONS	16
4.4.1 OUVRAGES	16
4.4.2 CONTRAINTE HYDRAULIQUE	16
4.4.3 EMBACLES	16
4.4.4 DECHETS	16
4.4.5 FAUNE	16
5 MANGROVE	17
5.1.1 DESCRIPTION DES ESPECES	17
5.1.2 ETAT DE L'ECOSYSTEME	21
6 ANALYSE DES SEDIMENTS	22
6.1.1 LOCALISATION	22
6.1.2 METHODE DE PRELEVEMENT	24
6.1.3 RESULTATS ET INTERPRETATION	24

7 CONCLUSIONS	25
7.1 IDENTIFICATION DES PRINCIPAUX PROBLEMES	25
7.2 ZONE A RISQUE ET ENJEUX	25
8 ANNEXES	26

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : ESPECES VEGETALES PRESENTES DANS LA MANGROVE DE YAHOUÉ - SOURCE : EMR, 2017.....	17
TABLEAU 2: SURFACE OCCUPEE PAR LES MANGROVES - SOURCES: EMR, 2017.....	18
TABLEAU 3 : PRESENTATION DES ZONES PRIORITAIRES.....	25

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : PRECIPITATIONS JOURNALIERES SUR LA COMMUNE DE NOUMEA ENTRE LE 01/09/2017 ET LE 24/09/2017 - SOURCE : METEO FRANCE, 2017.	8
FIGURE 2 : MAREES ENREGISTREES SUR LA STATION DE NOUMEA DU 11/09/2017 AU 17/09/2017 - SOURCE : SHOM, 2017.....	9
FIGURE 3 : EROSION EN AMONT DU TRONÇON YANA_01 - SOURCES: EMR, 2017.....	13
FIGURE 4: EFFONDREMENT DU MUR EN RONDINS EN AVAL DU TRONÇON OUAP_02 - SOURCE: EMR, 2017.	14
FIGURE 5 : <i>ACANTHUS ILICIFOLIUS</i> - SOURCE : EMR, 2017.	19
FIGURE 6 : <i>RHIZOPHORA SELALA</i> - SOURCE : EMR, 2017.	19
FIGURE 7 : <i>AVICENNIA MARINA</i> - SOURCE : EMR, 2017.....	19
FIGURE 8 : <i>RHIZOPHORA STYLOSA</i> - SOURCE : EMR, 2017.....	19
FIGURE 9 : <i>BRUGUIERA GYMNORHIZA</i> - SOURCE : EMR, 2017.....	19
FIGURE 10 : <i>RHIZOPHORA SAMOENSIS</i> - SOURCE : EMR, 2017.	19
FIGURE 11 : <i>SARCOCORNIA QINQUENERVIA</i> – SOURCE : EMR, 2017.....	19
FIGURE 12 : <i>ACROSTRICHUM AUREUM</i> - SOURCE : EMR, 2017.....	19
FIGURE 13 : <i>JUNCUS SPP.</i> - SOURCE : EMR, 2017.	20
FIGURE 14 : <i>VOLKAMERIA INERMIS</i> - SOURCE : EMR, 2017.....	20
FIGURE 15: PRESENCE DE DECHETS DANS LES MANGROVES - SOURCE: EMR, 2017.	21
FIGURE 16: QUELQUES ESPECES ENVAHISSANTES AUX ABORDS DES MANGROVES : <i>SOLANUM TORVUM</i> A GAUCHE ET <i>RICINUS COMMUNIS</i> A DROITE - SOURCE: EMR, 2017.....	22
FIGURE 17: LOCALISATION DES POINTS DE PRELEVEMENT DES SEDIMENTS - SOURCE: EMR, 2017.....	23

1 INTRODUCTION ET CONTEXTE

En 2000 la voie de dégagement est (VDE) a été réalisée afin d'améliorer les conditions de desserte vers le Mont-Dore. Cette voie relie le giratoire de Belle-Vie situé au PK5 au giratoire des Sports situé à Boulari. Elle longe ainsi le littoral et a été réalisée en remblais sur le domaine maritime sur une grande partie de son linéaire. Depuis de nouveaux aménagements ont vu le jour en amont, avec notamment l'apparition de zones de remblais.

Dans ce contexte la Province Sud souhaite réaliser une étude détaillée sur ce secteur afin de mieux appréhender son fonctionnement hydraulique, de redéfinir les aléas inondations au regard des changements opérés sur la zone, et d'étudier les possibilités d'aménagement en cas d'impacts négatifs avérés de l'ouvrage. Des études portant sur les aléas inondation de cette zone ont été réalisées en 2006 puis 2010, par le bureau d'étude Sogréah.

L'actualisation de la cartographie des zones inondables en aval de la RP1 permet la prise en compte des aménagements liés à l'urbanisme sur la zone étudiée dans un contexte hydraulique qui demande à être réévalué, et sous-entend la définition de l'état environnemental des cours d'eaux présents. La compréhension des problématiques environnementales et des enjeux humains est essentielle à la réalisation du diagnostic hydraulique et à l'évaluation des risques associés aux évènements de crue.

En cas d'impact négatif avéré, des travaux d'aménagement de la zone sont prévus. Dans l'optique de réaliser ces interventions dans le respect des contraintes et enjeux environnementaux, la réalisation d'analyses des substrats potentiellement remaniés est prévu afin d'évaluer les risques écologique qui en découlerait.

Ce rapport fait état :

- des caractéristiques environnementales propres aux cours d'eaux de la zone d'étude, décrites via des observations in situ et synthétisées sous forme de rendu cartographique (et base de données SIG),
- de la zonation des écosystèmes d'intérêt patrimonial représentés aux abords de la VDE et de la Yahoué par des formations de mangrove, et
- de la composition et de l'usage possible des sédiments susceptibles d'être remaniés dans le cadre d'interventions dans les cours d'eaux.

2 DEROULEMENT DE LA MISSION TERRAIN

2.1 OBSERVATIONS ET TACHES REALISEES

2.1.1 DESCRIPTION DE L'ETAT ENVIRONNEMENTAL

L'implication des prestataires sur site permet la réalisation de l'état environnemental de la Yahoué et ses affluents par la description du lit, des berges, de l'environnement proche, des ouvrages, des captages et points de rejets, des érosions et engrangements si présents, et de tout objet pouvant avoir un impact sur les dynamiques d'alimentation et d'écoulement. En complément des mesures de conductivité, de température, de pH, de potentiel d'oxydo-réduction et d'oxygène dissous affinent la caractérisation des cours d'eau à l'aide d'une sonde physico-chimique de type Hach.

2.1.2 CARACTERISATION DE LA FORMATION DE MANGROVE

La présence d'une zone de mangrove est observée sur le site d'étude et demande à être caractérisée. Du fait de l'importance écologique des zones de mangrove, le parcours de la formation littorale est effectué et permet la réalisation d'une cartographie détaillée en fonction :

- des espèces présentes, décomposant la formation en compartiments monospécifiques ou diversifiés,
- de l'état de la formation, afin d'identifier les pressions qui s'exercent sur le milieu et peuvent nuire à son intégrité.

2.1.3 ANALYSES DE SEDIMENTS

Des analyses sédimentaires sont effectuées afin de caractériser les matériaux susceptibles d'être remaniés et dispersés en cas de travaux. Les résultats, comparés aux arrêtés du 12 décembre 2014 et du 9 août 2006 relatifs aux conditions d'admission des déchets inertes et aux rejets de sédiments extraits de cours d'eau, définissent le caractère inerte des sédiments suivant les paramètres :

- pH
- % de matières sèches
- Teneur en aluminium, sur la fraction inférieure à 2 mm
- Carbone organique total (COT)
- Métaux lourds (As, Cr, Hg, Pb, Cd, Cu, Ni, Zn)
- PCB Totaux
- HAP totaux
- Organostanniques Totaux (TBT, DBT, MBT)
- Contaminants organiques : hydrocarbures totaux, BTEX, AOX
- La réalisation de test de lixiviation sur les paramètres suivants : anions (F, Cl, SO₄) : fraction soluble, Cations (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn), Carbone Organique total (COT), indice phénols.

2.2 PLANNING

Cf. Carte 1: Localisation des 51 points de mesure des cours d'eau de la zone d'étude - Source: EMR, 2017 en Annexe 1.

Les interventions sur le secteur d'étude ont été orientées suivant 2 axes :

- le parcours de la Yahoué et de ses affluents afin de définir l'état écologique des cours d'eau et,
- l'étude de la zone de mangrove en aval de la Yahoué et de la VDE, à travers la description des espèces et de l'état des individus. Ces éléments permettront de mieux cerner cet écosystème sensible et les pressions qu'il subit.

Campagne de prospection *in situ* : du 12 au 13 septembre 2017

Mardi 12 septembre 2017

- 7h00 – 13h00 : prospection de la Yahoué (partie amont) et du bras de décharge
- 13h30 – 16h30 : prospection de l'affluent RG et de la Ouapeuse

Mercredi 13 septembre 2017

- 8h00 - 11h00 : prospection de la Yahoué (partie aval) en canoë
- 11h00 – 14h30 : prospection de la Yana et observations sur la zone d'étude

Jeudi 14 septembre 2017

- 8h00-12h00 : cartographie de la zone de mangrove sur la partie aval de la Yahoué et au Sud de la VDE

Au total 51 points d'observations ont été réalisés sur les cours d'eaux, et un linéaire de 3,9 km a été parcouru.

Affluent	distance parcourue (m)	nb de points d'observation
Affl RD	157	3
Affl RG	310	10
Bras de décharge (BDD)	659	8
Ouapeuse	507	5
Yahoué	1743	19
Yana	791	6
TOTAL	4167	

La Carte 1 en Annexe 1 localise les différents points de mesure.

2.3 CONDITIONS METEOROLOGIQUES

2.3.1 PLUVIOMETRIE

Les données pluviométriques de référence ont été enregistrées par la station de suivi météorologique de Nouméa (Meteo France).

Les précipitations qui précèdent la campagne d'intervention sont faibles et conditionnent un régime hydraulique de basses eaux. Les pluies observées les 10, 11 et 12 septembre 2017 ne dépassent pas un cumul journalier de 1 mm/j (Figure 1) et n'ont pas d'incidence sur les mesures effectuées *in situ*.

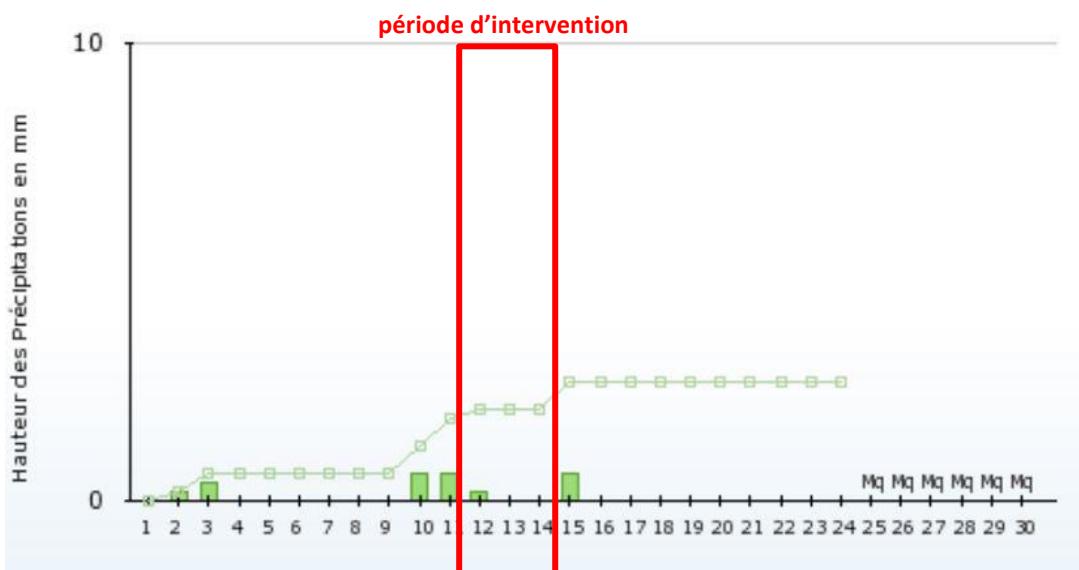


Figure 1 : Précipitations journalières sur la commune de Nouméa entre le 01/09/2017 et le 24/09/2017 - Source : Météo France, 2017.

2.3.2 MAREES

La Figure 2 présente les hauteurs d'eau enregistrées sur Nouméa du 11/09/2017 au 17/09/2017.

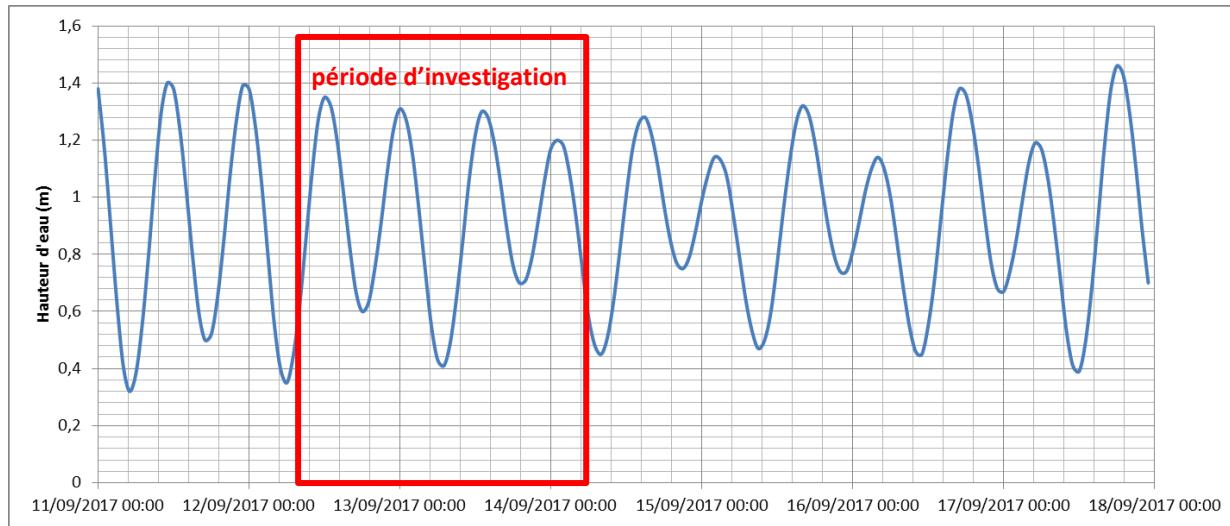


Figure 2 : Marées enregistrées sur la station de Nouméa du 11/09/2017 au 17/09/2017 - Source : SHOM, 2017.

En zone d'embouchure l'évolution des marées influe sur la distance de pénétration du front dispersif (contact eau douce/eau salée) suivant différentes échelles :

- à l'échelle journalière avec les phénomènes de marée diurnes et semi-diurnes,
- à l'échelle semi-mensuelle avec des variations de marée de vives eaux (pleine lune, nouvelle lune) et de mortes eaux (quartiles),
- à l'échelle saisonnière avec recul du biseau salé en saison humide (apport d'eau douce venant de l'amont plus important) et avancée du biseau durant l'étiage.

Les opérations de mesure sur site ont eu lieu en période de basses eaux, et en cycle de marée montante sur la Yahoué, et l'affluent rive droite et en période de hautes eaux et en cycle de marée descendante sur l'affluent rive gauche et la Ouapeuse. Enfin, elles ont eu lieu en période de hautes eaux et en cycle de marée montante sur la Yana.

Cours d'eau	Marée
Yahoué	Marée montante
Affluent RD	Marée montante
Affluent RG	Marée descendante
Ouapeuse	Marée descendante
Yana	Marée montante

3 ENVIRONNEMENT PROCHE

3.1 GEOLOGIE

Cf. Carte 2 : Géologie sur la zone d'étude - Source: EMR, 2017 en Annexe 1.

La zone d'étude possède deux vallées alluviales qui sont celles de la Yahoué, d'une largeur moyenne de 125m en amont et de 400m en aval après le pont du tronçon Yahoué_02 ; et de la Yana, d'une largeur de 100m.

La carte géologique de la zone d'étude montre qu'il existe deux vallées alluviales composées d'alluvions actuelles et récentes et de colluvions indifférenciées. Ces deux vallées sont inscrites dans une unité d'argilite, de grès et de schistes tufacés indifférenciées.

3.2 INSTALLATIONS IMPACTANTES

Cf. Carte 3 : Localisation des installations impactantes de la zone d'étude - Source: EMR, 2017 en Annexe 1.

L'urbanisation des abords des cours d'eau de la zone induit la présence d'activités pouvant impacter la qualité des eaux dans le bassin versant. Ainsi les écoulements peuvent être affectés par :

- l'activité routière,
- la présence d'habitations et les rejets d'eaux usées associées en cas d'assainissement autonome,
- les parcelles de cultures,
- la station d'épuration de Yahoué, dont les eaux sont rejetées dans le cours de la Yahoué après traitement,
- la station de nettoyage de véhicules « Eléphant Bleu », à proximité du centre commercial Les 2 Baies,
- la carrière Audemard au nord de la zone d'étude,
- la station Mobil Conception, lieu de stockage et de distribution d'hydrocarbures,
- la zone industrielle en rive droite de la Yahoué.

La pression anthropique peut se traduire par des apports en éléments chimiques, organiques, et en déchets solides (ménagers, déchets verts ...) impactant l'écologie de la rivière et ses affluents.

4 DESCRIPTION DU COURS D'EAU

4.1 LIT MINEUR

4.1.1 MORPHOLOGIE DES COURS D'EAU

Les données relatives à la description des tronçons sont présentées dans les tableaux en Annexe 1: Cartes

Annexe 2.

La morphologie de la Yahoué peut être dissociée en deux parties :

- une partie amont peu large (environ 3 m) et peu profonde (moins de 0,5 m) sur les tronçons Yahoué_01 et Yahoué_02 ;
- une partie aval plus profonde et qui s'élargie du tronçon Yahoué_03 jusqu'à l'embouchure.

L'état du cours d'eau est qualifié de dégradé sur sa majeure partie ;

Le lit de l'affluent rive gauche est sinueux pour les deux premiers tronçons en amont et rectiligne pour le troisième en aval. La largeur varie de 2m en amont à 1m en aval et la profondeur est constante à 0,2m. L'état général est lui aussi qualifié de dégradé ;

Le lit de l'affluent rive droite est rectiligne, sa largeur est d'1m et sa profondeur est de 0,3m. L'état est qualifié de très dégradé.

Le lit du bras de décharge est rectiligne. Sa largeur passe de 22m en amont à 5m en aval et sa profondeur varie de 1m en amont à 0,2m en aval. Cette réduction est liée au manque d'entretien du bras de décharge avec comme résultante une reprise de la mangrove dans le lit mineur du bras de décharge, notamment au niveau du tronçon BDD_01. L'état général est plutôt dégradé ;

Le lit de la Ouapeuse est rectiligne, sa largeur (environ 2m) et la profondeur d'eau (inférieure à 0,5m) sont globalement constantes sur toute sa longueur. Son état est dégradé.

Enfin, le lit de la Yana est rectiligne. Sa largeur passe de 3m en amont à 12m en aval et sa profondeur va de 0,3m en amont à 1,5m en aval. Son état est qualifié de moyen à dégradé. Le tronçon Yana_02 est entièrement chenaliseé, à noter également que le tracé rectiligne du tronçon Yana_03 est artificiel.

4.1.2 QUALITE

Cf. Carte 4: Caractérisation de la conductivité et du pH des cours d'eau de la zone d'étude - Source: EMR, 2017 en Annexe 1.

Cf. Carte 5: Caractérisation du potentiel d'oxydo-réduction et de la température des cours d'eau de la zone d'étude - Source: EMR, 2017 en Annexe 1.

Les données relatives aux caractéristiques physico-chimiques des eaux sont illustrées sur la Carte 4 en Annexe 1, pour les mesures de conductivité et de pH, et la Carte 5 en Annexe 1 pour les mesures de température et de potentiel d'oxydo-réduction (Eh).

L'évolution du pH, de la conductivité, du potentiel d'oxydo-réduction et de la température au fil de l'eau donne des indications sur les origines des écoulements et de l'influence anthropique potentielle.

Concernant notre zone d'étude, cette qualité pourrait être impactée par les rejets provenant de l'activité routière, des habitations, de la station d'épuration de Yahoué, de la station de nettoyage de véhicules Eléphant Bleu, de la carrière Audemard et de la station Mobil Conception.

4.1.2.1 QUALITE DES REJETS

Cf. Carte 6: Localisation et caractéristique des rejets - Source: EMR, 2017 en Annexe 1

Seuls deux points de rejets présentaient des écoulements lors de notre passage. Ils sont tous deux localisés sur la Yahoué (Yahoue_01) et proviennent de la station d'épuration. Ces deux points de rejet présentent un débit entre 1 et 10L/s et les mesures recueillies, notamment le pH et la température respectent les normes de rejet fixées par la délibération n°10277/DENV/SE du 30 Avril 2009 (pH entre 6 et 8,5 et température < 30°C). Les autres types de rejets sont principalement de nature pluviale. La nature de plusieurs points de rejet n'a pas pu être déterminée avec certitude.

Notons également que des points de rejets sont présents tous le long du chenal sur le tronçon Yana_02. Tous les points n'ont pas été relevés sur le terrain.

4.1.2.2 MESURES IN SITU SUR LES COURS D'EAU

Cf. Carte 4: Caractérisation de la conductivité et du pH des cours d'eau de la zone d'étude - Source: EMR, 2017 en Annexe 1.

Cf. Carte 5: Caractérisation du potentiel d'oxydo-réduction et de la température des cours d'eau de la zone d'étude - Source: EMR, 2017 en Annexe 1.

19 points de mesures in situ ont été pris sur les différents cours d'eau de la zone d'étude. Sur chaque point, le pH, la conductivité, le potentiel rédox, l'oxygène dissous et la température ont été mesurés.

De manière générale, le **pH** est neutre à légèrement basique (proche de 8) pour l'ensemble des cours d'eau de la zone. Le point le plus en amont de la Ouapeuse, en aval de la carrière Audemard, présente un pH basique de 10,12 qui peut être dû soit à la stagnation des eaux en ce point, soit à la présence d'argilites ou d'eaux de process issus de la carrière.

Dans les conditions de mesure de la campagne (conditions hydrologiques et marées), les mesures de la **conductivité** dans les différents cours d'eau montrent

- Sur la Yahoué, à marée montante (0,92m) une forte présence d'eau salée est observable jusqu'au tronçon Yahoue_06. La présence de plante d'arrière mangrove en amont du tronçon Yahoue_04 laisse supposer que l'eau salée remonte jusqu'à cet endroit (confluence de l'affluent RD avec la Yahoué). Effectivement, on observe à cet endroit des conductivités encore élevées (1025 µS/cm).
- Sur la Ouapeuse, à marée descendante (0,92m), elle remonte jusqu'au tronçon Ouap_02.
- Sur la Yana, elle remonte jusqu'au pont de la Yana à marée montante.

En revanche, elle ne semble pas remonter dans les affluents RD et RG.

De l'amont vers l'aval de l'affluent rive gauche et de la Ouapeuse, l'évolution du **potentiel d'oxydo-réduction** indique une transition depuis des eaux assez réductrices en amont à très réductrices en aval. Ce changement de potentiel pourrait être révélateur d'une pollution issue des rejets des habitations et voiries et de la présence de déchets dans ces cours d'eau. L'analyse de paramètres supplémentaires tels que la DBO5 et des analyses bactériologiques pourraient permettre de confirmer cette hypothèse.

En ce qui concerne la Yahoué, les eaux semblent oxydantes jusqu'à la confluence avec l'affl RG où elles deviennent réductrices. Notons que peu de point ont été pris sur l'aval de la Yahoué (parcourue en canoë).

A l'inverse, l'évolution du potentiel d'oxydo-réduction le long de la Yana et de l'affluent RD indique une oxydation des eaux de l'amont vers l'aval.

4.1.3 ENCOMBREMENT

Cf. Carte 7 : Ripisylve des cours d'eau de la zone d'étude - Source EMR, 2017 en Annexe 1.

Plusieurs encombres du lit mineur pouvant perturber les écoulements ont été observés :

- le long du bras de décharge, la présence d'une forte densité d'herbe et de mangrove ;
- au début du tronçon Ouap_01 et au début du tronçon Ouap_02 de la Ouapeuse, une densité forte de végétation ;
- au niveau du tronçon Affl_RG_02 de l'affluent rive gauche, une forte densité de végétation,
- en amont et en aval du pont de la Yana (aval tronçon Yana_01 et amont de Yana_02) une densité respectivement forte et moyenne de végétation.

4.2 BERGE

4.2.1 EROSION

L'érosion est nulle pour l'ensemble des cours d'eau de la zone d'étude. Seul un point d'érosion ponctuelle a été observé en amont du tronçon Yana_01 (sapement sur 30m). On observe sur la Figure 3 que les racines d'un arbre ont été mises à nue mais sa stabilité ne semble pas menacée



Figure 3 : Erosion en amont du tronçon Yana_01 - Sources: EMR, 2017.

4.2.2 PROTECTION DES BERGES

Cf. Carte 8 : Etat et protection des berges - Source: EMR, 2017 en Annexe 1.

La nature des protections de berges présentes pour chaque tronçon sont présentées dans la Carte 8 en Annexe 1 et les caractéristiques des protections dans les tableaux en Annexe 2.

La plupart des protections de berges observées sont des enrochements. La hauteur de ces enrochements atteint une valeur moyenne de 2m. On observe également de nombreuses berges constituées de remblai (urbanisation de la zone).

Des murs sont également retrouvés au niveau de la rive gauche du tronçon Ouap_02 de la Ouapeuse. Des murs sont également présents au niveau de la rive gauche des tronçons Yahoué_08 et 09 de la Yahoué. On observe au niveau de la confluence de la Ouapeuse et de la Yahoué un mur en rondins qui s'est effondré, entraînant la berge dans sa chute (Figure 4).



Figure 4: Effondrement du mur en rondins en aval du tronçon Ouap_02 - Source: EMR, 2017.

4.2.3 VEGETATION

Cf. Carte 7 : Ripisylve des cours d'eau de la zone d'étude - Source EMR, 2017 en Annexe 1.

La ripisylve est présentée sur la Carte 7 en Annexe 1 et les caractéristiques sont détaillées dans les tableaux en Annexe 2.

De manière générale l'anthropisation du bassin versant a influencé la couverture végétale aux abords des cours d'eau avec un environnement constitué essentiellement de végétation secondaire. La présence de mangrove est cependant notable sur une majeure partie des rives de la Yahoué, depuis le tronçon Yahoué_06 jusqu'au tronçon Yahoué_11 et confirme le caractère marin de la Yahoué sur cette partie. Elle est également présente en aval de l'affluent rive gauche et en amont du bras de décharge. Par ailleurs, la présence *Exoecaria agallocha* (palétuvier aveuglant) en amont du tronçon Yahoué_04 confirme le caractère salin de la Yahoué jusqu'à ce niveau.

4.3 PRESENTATION DES TRONÇONS

Cf. Carte 9: Délimitation des tronçons des cours d'eau - Source: EMR, 2017 en Annexe 1.

Les différents tronçons pour chaque cours d'eau sont présents sur la Carte 9 en Annexe 1.

Chacun des cours d'eau a été divisé en plusieurs tronçons de longueurs variables et numérotés de façon croissante d'amont en aval. Les tronçons ont été délimités de façon à avoir une homogénéité sur un même tronçon en se basant sur les critères suivants :

- Hydromorphologie du cours d'eau (largeur, profondeur, etc)
- Type de berge (enrochements, naturelle, etc)

Ainsi :

- la Yahoué a été divisée en 11 tronçons de 75 à 307 m de longueur,
- l'affluent rive gauche en 2 tronçons de 74m à 155m de longueur,
- l'affluent rive droite en un seul tronçon de 157m,
- le bras de décharge en 4 tronçons de 54m à 240m,
- la Ouapeuse en 2 tronçons de 172m et 335m et,
- la Yana en 3 tronçons de 185m à 324m.

4.4 AUTRES OBSERVATIONS

4.4.1 OUVRAGES

Cf. Carte 10: Observations de terrain - Source: EMR, 2017 en Annexe 1.

Les quinze ouvrages observés le long des cours d'eau de la zone d'étude sont localisés sur la Carte 10 en Annexe 1. Les mesures relevées au niveau de ces ouvrages sont présentées dans les tableaux en Annexe 2. Pour les ouvrages de la VDE, situés au niveau de l'embouchure de la Yahoué et à l'aval du bras de décharge, les mesures présentées dans le tableau pourront être précisées suite aux levés des ouvrages par le géomètre.

La plupart d'entre eux (9) sont des ponts et ponts cadre. Les tronçons BDD_03 et Affl_RD_01 possèdent trois radiers busés. Une buse est présente au niveau du tronçon BDD_04. Enfin, deux passerelles existent sur les tronçons Yana_01 et Affl_RG_01.

La présence de nombreux embâcles naturels (végétaux) au niveau du pont de la Yana (Yana_02) peuvent générer un débordement. Il existe également un risque d'embâcle au niveau du pont de la Yahoué (tronçon Yahoué_02) dû à la présence d'une pile dans le lit mineur.

4.4.2 CONTRAINTE HYDRAULIQUE

Cf. Carte 10 : Observations de terrain - Source: EMR, 2017 en Annexe 1.

Une contrainte hydraulique est observée au niveau du tronçon BDD_02. Cette contrainte est liée à l'augmentation brutale de la hauteur des berges du bras de décharge (passage de berge d'1m à 4m). Cette augmentation de hauteur des berges est due à la réalisation de remblais de part et d'autre du bras de décharge. Cette configuration crée un entonnoir qui pourrait provoquer, lors de crue des débordements en amont. Cette contrainte est représentée sur la Carte 10 en Annexe 1.

4.4.3 EMBACLES

Cf. Carte 7 : Ripisylve des cours d'eau de la zone d'étude - Source EMR, 2017 en Annexe 1.

Les embâcles principaux concernent le pont de la Yana. Un risque d'embâcles existe aussi au niveau du pont de la Yahoué (Yahoué_02).

4.4.4 DECHETS

Cf. Carte 10 : Observations de terrain - Source: EMR, 2017 en Annexe 1.

De nombreux déchets ont été observés sur tous les cours d'eau de façon éparses et continu. Certains points sont plus impactés que d'autres :

- les tronçons 01, 08 et 09 de la Yahoué qui possèdent des points d'entassement de déchets verts et inertes sur les deux rives ;
- le tronçon BDD_03 qui possède un point d'entassement de déchets ménagers sur les deux rives ;
- le tronçon Yana_02 qui possède un point d'entassement de déchets inertes.

4.4.5 FAUNE

Aucune faune protégée par le code de l'environnement n'a été observée le long des berges ou dans les cours d'eau de la zone d'étude.

5 MANGROVE

La partie aval de la Yahoué est bordée par une formation de mangrove dont l'état écologique demande à être évalué. Une visite de terrain a été réalisée le 14/09/2017 afin de caractériser la formation en fonction des espèces présentes et son état écologique.

Pour rappel, les formations de mangrove sont définies par le Code de l'environnement en Province Sud comme appartenant aux écosystèmes à intérêt patrimonial et font l'objet de mesures visant à la préservation et l'amélioration de l'état de conservation de leur biodiversité.

5.1.1 DESCRIPTION DES ESPECES

Cf. Carte 11 : Répartition des espèces végétales de la mangrove - Source: EMR, 2017 en Annexe 1.

La Carte 11 en Annexe 1 présente les différents compartiments de mangrove et les espèces qui les composent. Au total 5 types de compartiments sont distingués :

- 3 compartiments monospécifiques de *Acanthus ilicifolius*, *Rhizophora selala* et *Avicennia marina* ;
- 1 compartiment plurispécifique au nord de la VDE comprenant les espèces *Rhizophora selala*, *Avicennia marina*, *Bruguiera gymnorhiza* et *Excoecaria agallocha* ;
- 1 compartiment plurispécifique sur le littoral au sud de la VDE, composé de *Rhizophora samoensis*, *Rhizophora selala*, *Rhizophora stylosa* et *Avicennia marina*.

De plus on notera la présence ponctuelle de *Sarcocornia quinquecervia*, *Acrostichum aureum*, *Volkameria inermis* et de *Juncus sp.*.

Le Tableau 1 présente les 11 espèces végétales qui composent la mangrove aux abords de la Yahoué. Le Tableau 2 quant à lui présente les surfaces occupées par les mangroves

Tableau 1 : espèces végétales présentes dans la mangrove de Yahoué - Source : EMR, 2017.

Famille	Genre espèce	Nom commun	Statut UICN
Acanthaceae	<i>Acanthus ilicifolius</i>	houx de mangrove	Préoccupation mineure
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora selala</i>	palétuvier à cordes	Non Répertorié
Avicenniaceae	<i>Avicennia marina</i> var. <i>resinifera</i>	palétuvier gris	Préoccupation mineure
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora samoensis</i>	-	Quasi menacée
Rhizophoraceae	<i>Rhizophora stylosa</i>	palétuvier à échasses	Préoccupation mineure
Rhizophoraceae	<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	palétuvier rouge	Non Répertorié
Combretaceae	<i>Lumnitzera racemosa</i>	palétuvier noir	Préoccupation mineure
Chenopodiaceae	<i>Sarcocornia quinquecervia</i>	salicorne	Non Répertorié
Pteridaceae	<i>Acrostichum aureum</i>	fougère dorée	Préoccupation mineure
Cyperaceae	<i>Juncus sp.</i>	jonc	Non Répertorié
Lamiaceae	<i>Volkameria inermis</i>	clerodendron sauvage	Non Répertorié

Tableau 2: Surface occupée par les mangroves - Sources: EMR, 2017.

Formation	surface occupée (m ²)
<i>Acanthus ilicifolius</i>	921
<i>Rhizophora selala</i>	58922
<i>Avicennia marina</i>	38349
<i>Rhizophora selala, Avicennia marina, Rhizophora stylosa, Bruguiera gymnorhiza, Lumnitzera racemosa, Exoecaria agallocha</i>	28473
<i>Rhizophora selala, Avicennia marina, Rhizophora samoensis, Rhizophora stylosa</i>	10049
TOTAL	136714

Les Figure 5 à Figure 14 présentent les espèces rencontrées.



Figure 5 : *Acanthus ilicifolius* - Source : EMR, 2017.



Figure 6 : *Rhizophora selala* - Source : EMR, 2017.



Figure 7 : *Avicennia marina* - Source : EMR, 2017.



Figure 8 : *Rhizophora stylosa* - Source : EMR, 2017.



Figure 9 : *Bruguiera gymnorhiza* - Source : EMR, 2017.



Figure 10 : *Rhizophora samoensis* - Source : EMR, 2017.



Figure 11 : *Sarcocornia quinqueflora* – Source : EMR, 2017



Figure 12 : *Acrostichum aureum* - Source : EMR, 2017.



Figure 13 : *Juncus spp.* - Source : EMR, 2017.



Figure 14 : *Volkameria inermis* - Source : EMR, 2017.

5.1.2 ETAT DE L'ECOSYSTEME

Cf. Carte 12: Etat de la mangrove de la zone étudiée - Source: EMR, 2017 en Annexe 1.

Lors de l'établissement de l'état des lieux environnemental les compartiments de mangrove ont été cartographiés et l'état écologique de la formation évalué selon :

- le développement des individus présents
- la présence / absence de recrutement (jeunes plantules)
- la mortalité
- la présence de déchets
- la présence de sur-envasement

En fonction des critères ci-dessus l'état écologique est catégorisé sur 3 échelons :

- « bon » dans les zones peu dégradées, avec peu ou pas de mortalité, le bon développement des individus ou la présence de recrutement et l'absence de pollution marquée ;
- « moyen » sur les zones de mangrove avec présence de pollution (sur-envasement, déchets) malgré une faible mortalité. La présence de pollution induit un ralentissement du développement et une diminution du recrutement dans les zones impactées ;
- « mauvais » dans les espaces avec une mortalité avérée, la présence de pollution et ponctuellement l'apparition d'espèces invasives.

La Carte 12 en Annexe 1 illustre l'état écologique de la mangrove.

En amont de la VDE les zones de mangrove sont en bon état et forment des fourrés denses. La proximité des individus empêche l'intrusion des déchets, qui restent globalement cantonnés au lit de la Yahoué. Seuls quelques déchets ménagers (majoritairement plastiques) sont présents ponctuellement.



Figure 15: Présence de déchets dans les mangroves - Source: EMR, 2017.

Aux abords des zones anthropisées, l'état des zones de mangrove se dégrade fortement du fait de l'activité humaine à proximité. A l'est de la zone industrielle les remblais associés aux habitations ont été mis en place sur l'ancienne formation de mangrove. En bordure des remblais les pieds de talus débordent dans la formation végétale initiale et génère des apports terrigènes et biologiques en facilitant l'implantation d'espèces envahissantes, telles que *Pluchea odorata*, *Ricinus communis*, (ricin), *Leucaena leucocephala* (faux mimosâ) et



Figure 16: Quelques espèces envahissantes aux abords des mangroves : *Solanum torvum* à gauche et *Ricinus communis* à droite - Source: EMR, 2017.

Solanum torvum (fausse aubergine).

Au sud de la VDE la formation de mangrove est moyennement dégradée. Si la mortalité d'individus n'est pas observée la concentration de déchets est importante du fait de l'accumulation de débris transportés par les flux marins. Un envasement de la plage est notable et il semble que le développement des *Avicennia marina* ; même s'il a lieu, est ralenti par le manque de circulation d'eau. Si l'envasement se poursuit il est probable que la mangrove en aval de la route se dégrade et s'asphyxie.

6 ANALYSE DES SEDIMENTS

A la caractérisation de l'état environnemental de la Yahoué s'ajoute la réalisation d'analyses sédimentaires dans les cours d'eaux afin de qualifier la nature des matériaux susceptibles d'être remaniés et dispersés en cas de travaux. Le prélèvement des sédiments s'est fait le 26/09/2017 et sont toujours en cours d'analyses à l'heure du rendu du rapport.

6.1.1 LOCALISATION

Cf. Figure 17: Localisation des points de prélèvement des sédiments - Source: EMR, 2017.

Les opérations de prélèvements ont été effectuées le 26/09/2017 et ont permis la réalisation de 4 échantillons réalisés sur 2 zones définies, situées au niveau de zones susceptibles d'être soumises à des travaux de curage :

- 1 point de prélèvement en amont du bras de décharge, qui demande à être réaménagé. L'accumulation de sédiments et le développement de la végétation dans le lit mineur l'empêche de jouer un rôle d'exutoire en cas de crue.
- 1 point de prélèvement en aval de la Yahoué, dans le lit actif du cours d'eau, zone soumise à l'accumulation de sédiments.

Les points de prélèvements sont présentés en Figure 17.

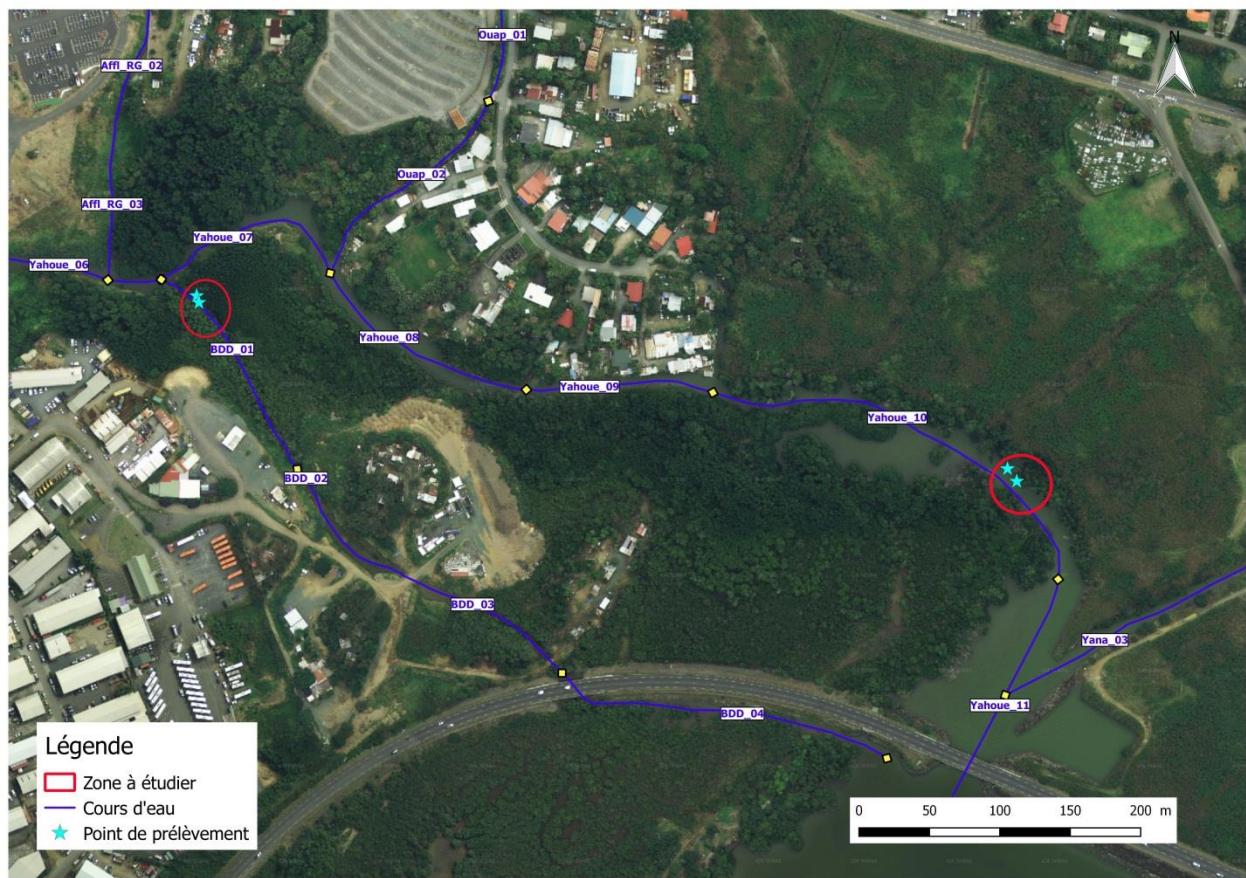


Figure 17: Localisation des points de prélèvement des sédiments - Source: EMR, 2017.

6.1.2 METHODE DE PRELEVEMENT

Les prélèvements ont été réalisés le 26/09/2017 suivant le protocole suivant :

- prélèvement de sédiments de surface à l'aide d'une pelle à sédiment, échantillon recombiné à partir de 3 points à des profondeurs de 0 à 10 cm,
- regroupement des sédiments et réalisation d'un mélange homogène,
- échantillonnage et stockage en milieu réfrigéré,
- dépôt en laboratoire dans les 24 heures suivant le prélèvement.

La granulométrie et le pourcentage de matières sèches sont analysés par le Laboratoire Géotechnique Calédonien.

Les autres paramètres font l'objet de mesures réalisées par le laboratoire de la Calédonienne des Eaux.

6.1.3 RESULTATS ET INTERPRETATION

Les prélèvements ont bien été réalisés le 26/09/2017 dans l'après-midi. Sur les 4 points de prélèvements ont été réalisés 5 bouteilles par point pour le laboratoire de la Calédonienne Des Eaux et un sac de 5 kg de sédiments pour le Laboratoire Géotechnique Calédonien. Les paramètres analysés sont :

- pH
- % de matières sèches
- Teneur en aluminium, sur la fraction inférieure à 2 mm
- Carbone organique total (COT)
- Métaux lourds (As, Cr, Hg, Pb, Cd, Cu, ni, Zn)
- PCB Totaux
- HAP totaux
- Organostanniques Totaux (TBT, DBT, MBT)
- Contaminants organiques : hydrocarbures totaux, BTEX, AOX
- Test de lixiviation sur les paramètres suivants : anions (F, Cl, SO4) : fraction soluble,
- Cations (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Sb, Se, Zn), Carbone Organique total (COT), indice phénols.
- Granulométrie

7 CONCLUSIONS

7.1 IDENTIFICATION DES PRINCIPAUX PROBLEMES

Les principaux problèmes mis en évidence par la mission de terrain sont :

- La présence d'embâcles naturels (végétaux) qui obstruent le pont de la Yana accentuant les risques d'inondation dans la zone ;
- une érosion ponctuelle en amont du tronçon Yana_01 de la Yana ;
- le mur en rondins écroulé en aval de la rive gauche du tronçon Ouap_02 de la Ouapeuse ;
- la présence généralisée de déchets dans les cours d'eau de la zone d'étude ;
- la présence de squats en bordure de cours d'eau, en particulier au point de confluence entre la Ouapeuse et la Yahoué ainsi que le long du bras de décharge, qui génèrent des dépotoirs, des feux ponctuels, des défrichements de mangrove et des remblais sauvages.

7.2 ZONE A RISQUE ET ENJEUX

Cf. Carte 13: Zones à risques et enjeux - Source: EMR, 2017 en Annexe 1.

La Carte 13 en Annexe 1 fait état de plusieurs zones à risques ou à enjeux spécifiques :

- des habitations, tribus et squats, l'école maternelle et primaire de Saint-Joseph de Cluny en bordure de cours d'eau sont des zones sensibles à protéger des inondations ;
- des industries telles que des sociétés de location et vente de voitures du Pont des Français, le complexe commercial du Pont des Français, la station d'épuration, la station mobile du Pont des Français, les commerces de la Conception présentant un risque pour l'environnement ;

L'enjeu majeur de notre étude est la mangrove puisque d'après le code de l'environnement, elle fait partie des écosystèmes à intérêt. Dans notre zone d'étude, l'urbanisation à proximité de la mangrove peut générer des pressions sur son état de santé. Il est donc primordial de surveiller et de limiter les impacts de l'activité anthropique sur cet écosystème.

Des zones sont identifiées comme prioritaires sur la zone d'étude, elles sont présentées dans le Tableau 3.

Tableau 3 : Présentation des zones prioritaires

Zone concernée	Problématique	Risques et Enjeux
BDD_02	Contrainte hydraulique : augmentation de la hauteur des berges créant un entonnoir Remblais sauvage	Risque inondations squats et ZI
Yahoué_08	Mur assurant la protection des berges effondré	Risque d'érosion des berges Présence d'habitation
Yahoué_09	Habitation en bordure de cours d'eau	
Yana_02	Présence d'embâcles au niveau du point de la Yana	Inondation du quartier en RG Etablissement sensible : groupe scolaire

8 ANNEXES

[Annexe 1: Cartes](#)

[Annexe 2 : Tableaux](#)

ANNEXE 1 : CARTES



Etat des lieux environnemental : Localisation des points GPS



0 100 200 300 400 500 m

Point GPS du 13/09/2017

Cours d'eau

Points GPS du 12/09/2017

Communes

Zone d'étude

Af-17-0944 : ZI Yahoué

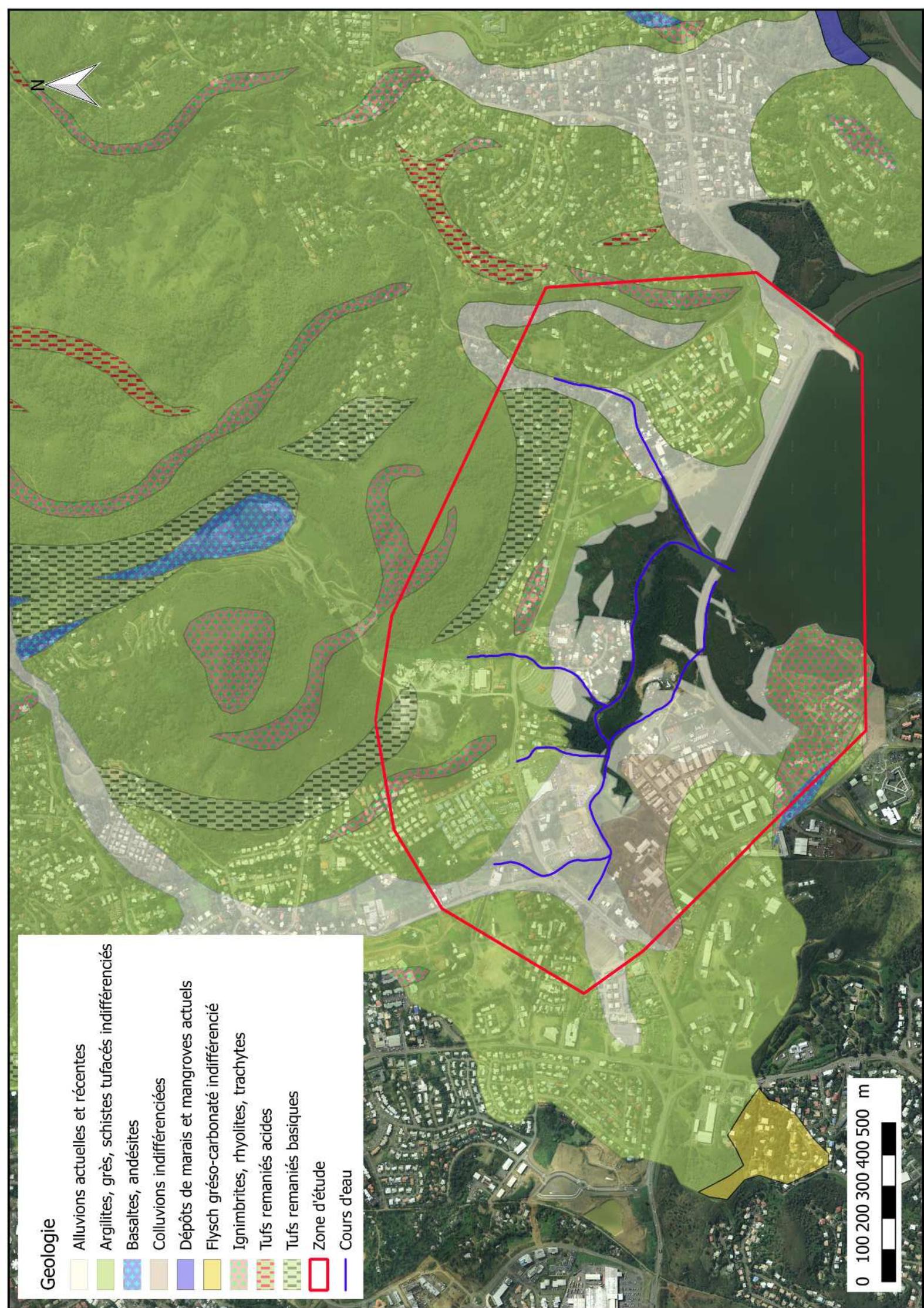
Système de projection : RGNC 91-Lambert NC

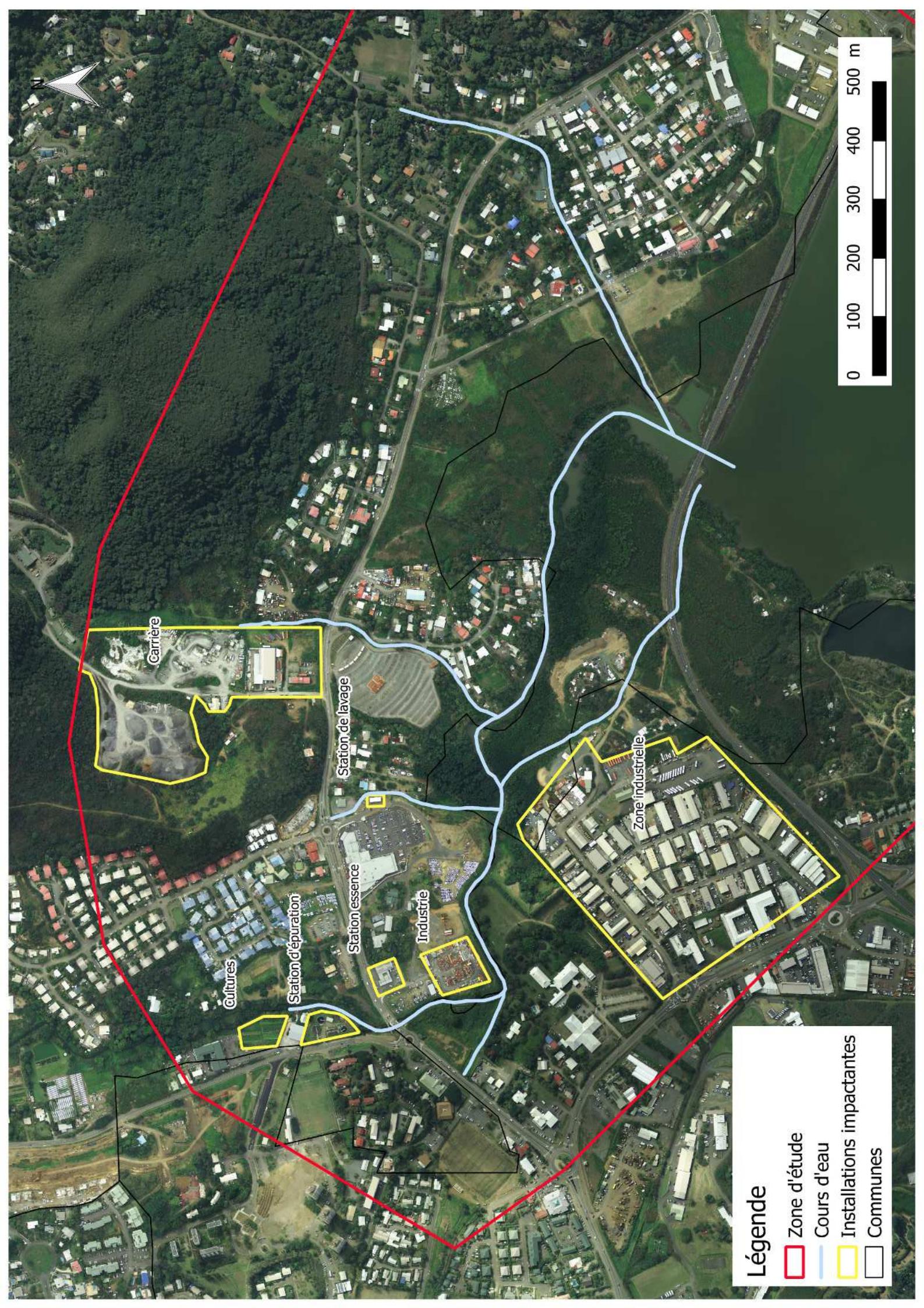
1:5 000

29-09-2017

Auteur : EMa
Approuvé par : Aki

Format : A3
Version : 1





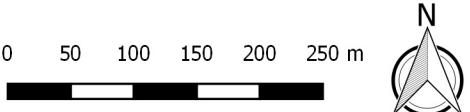
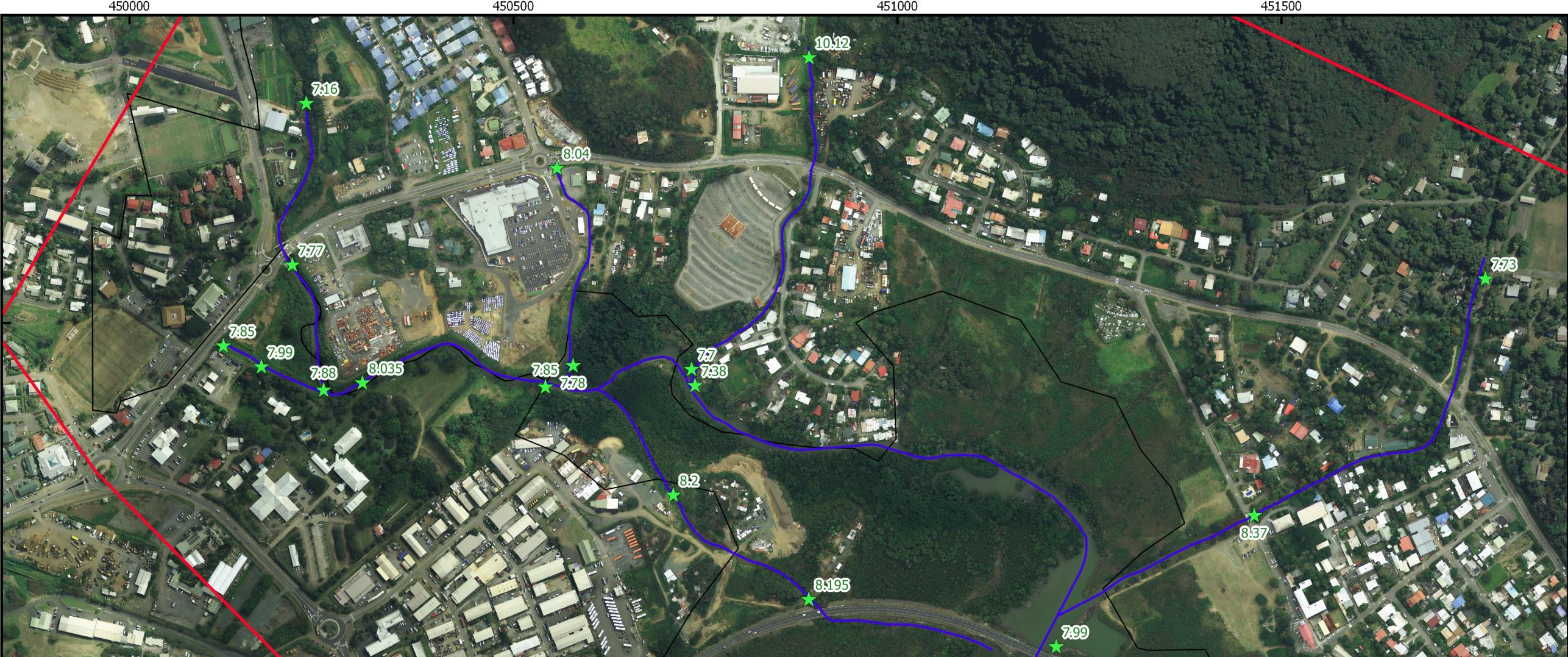
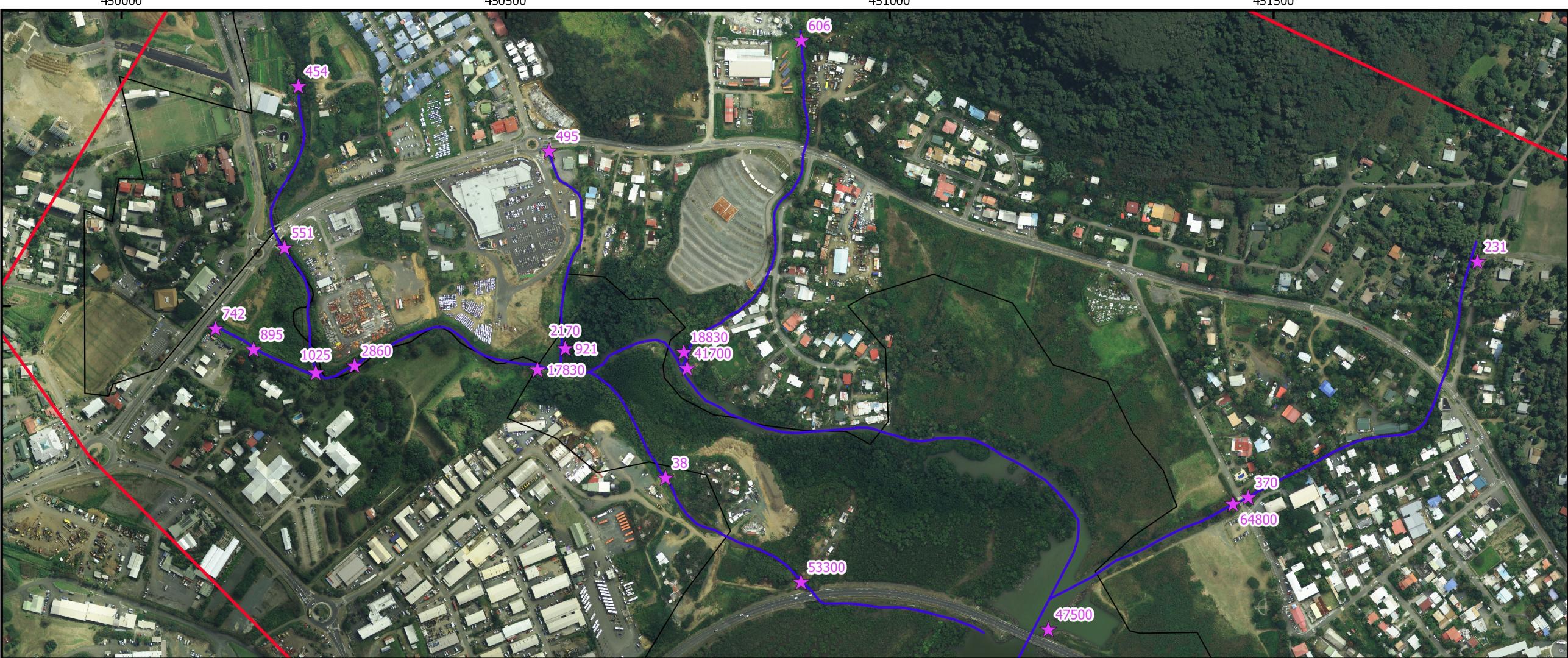
Légende

- Zone d'étude
- Cours d'eau
- Installations impactantes
- Communes

Etat des lieux environnemental : Mesures in situ

Légende

- ★ Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
- ★ pH
- Zone d'étude
- Communes



Af-17-0944 : ZI Yahoué

Système de projection : RGNC 91-Lambert NC

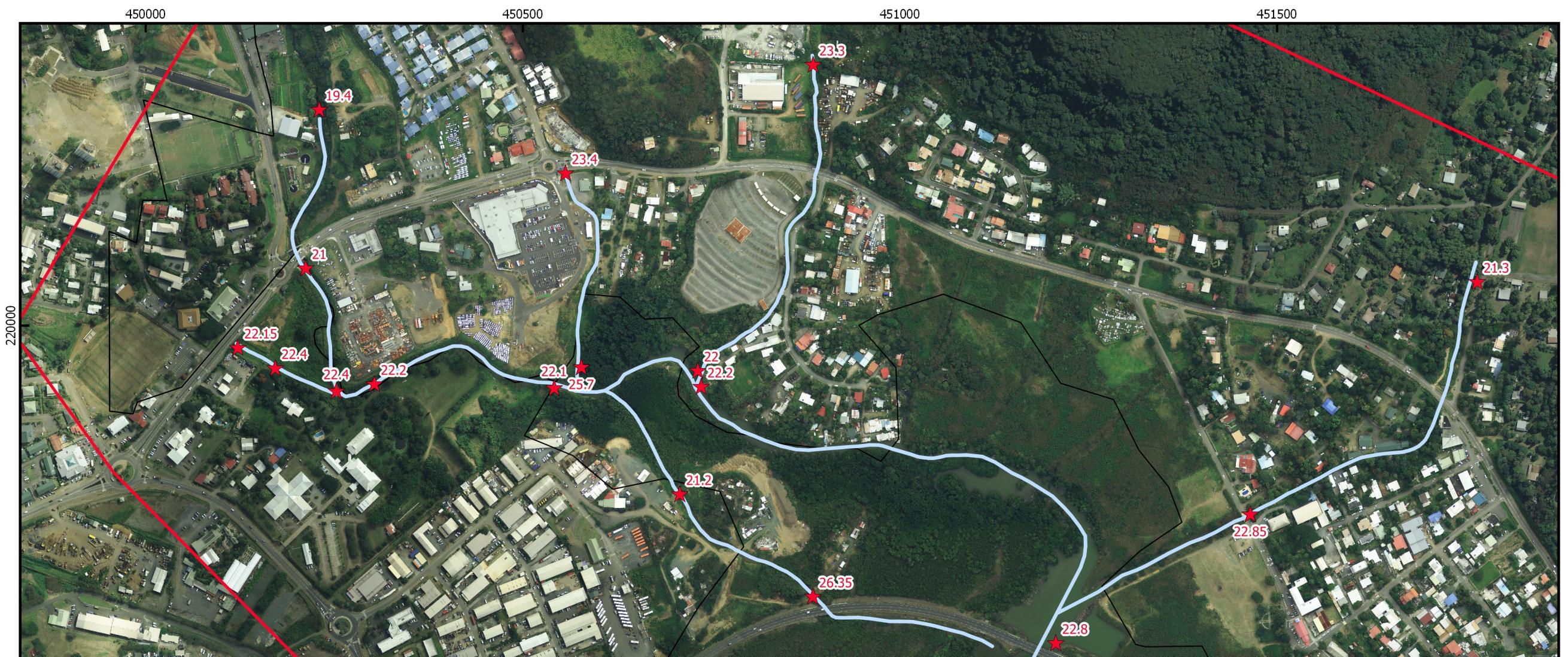
1:6 000	28-09-2017
---------	------------

Auteur : EMa
Approuvé par : Aki
Format : A3
Version : 1

Etat des lieux environnemental : Mesures in situ

Légende

- ★ Potentiel rédox (mV)
- ★ Température (°C)
- Zone d'étude
- Communes



Af-17-0944 : ZI Yahoué

Système de projection : RGNC 91-Lambert NC

1:6 000

28-09-2017

Auteur : EMA
Approuvé par : Aki

Format : A3
Version : 1



Etat des lieux environnemental : Localisation et caractéristiques des rejets

Type de rejet

- Non déterminé
- Autre

Pluvial

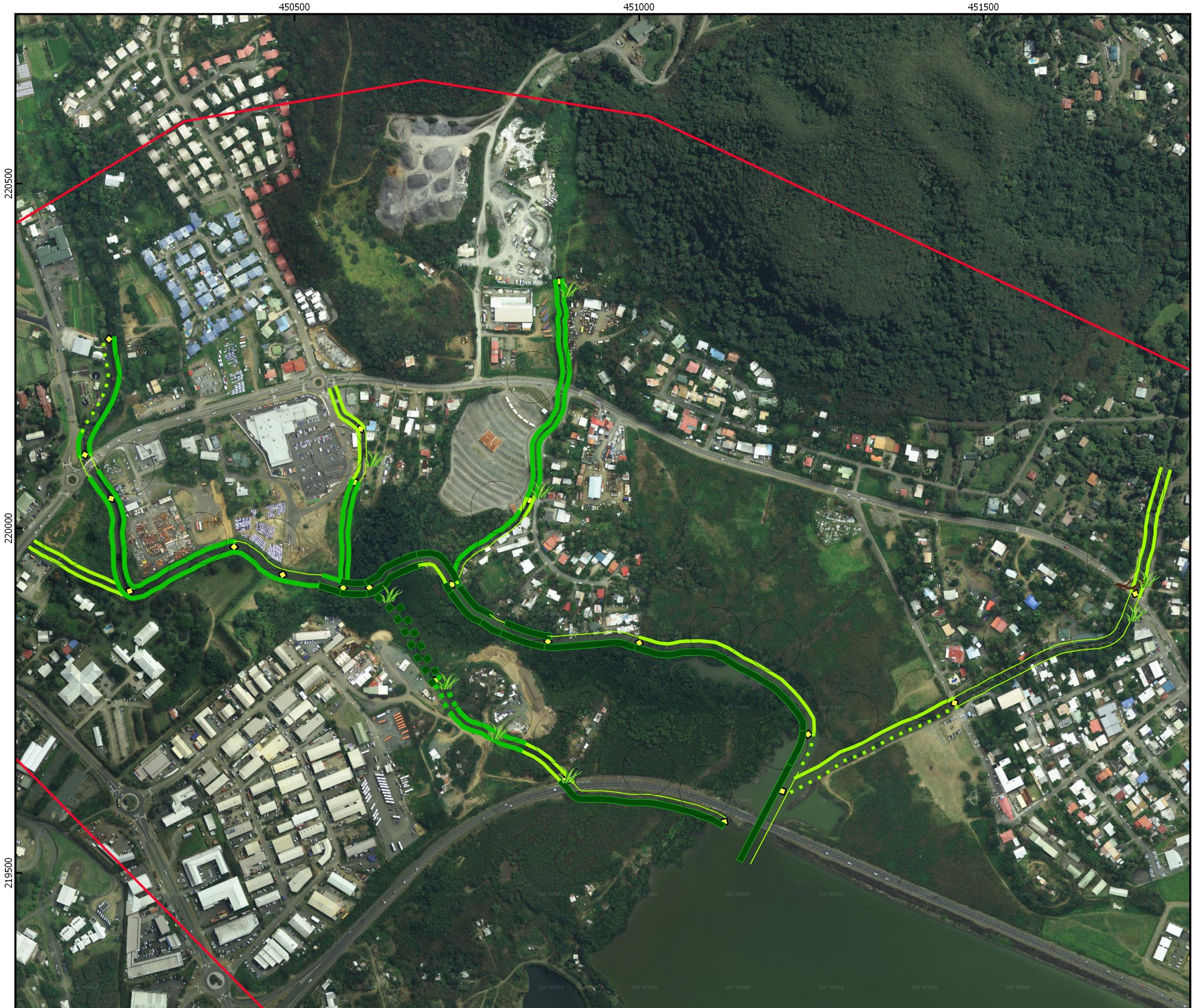
Fosse

Unitaire

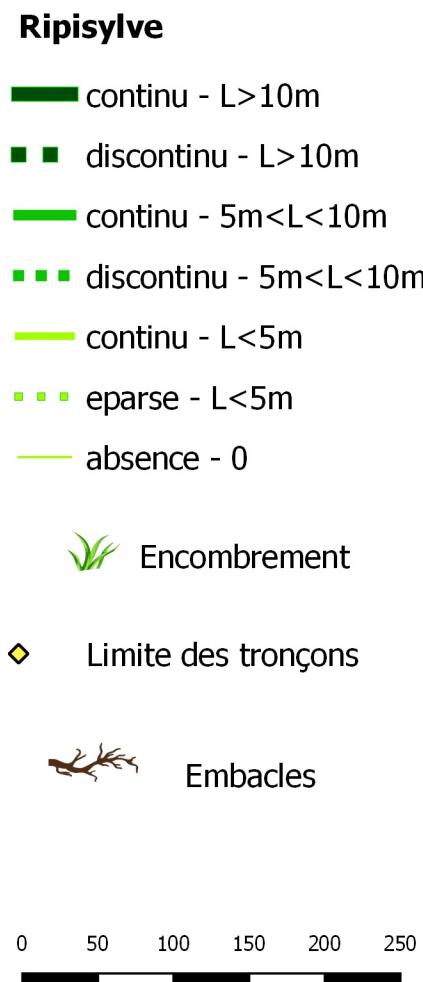
STEP

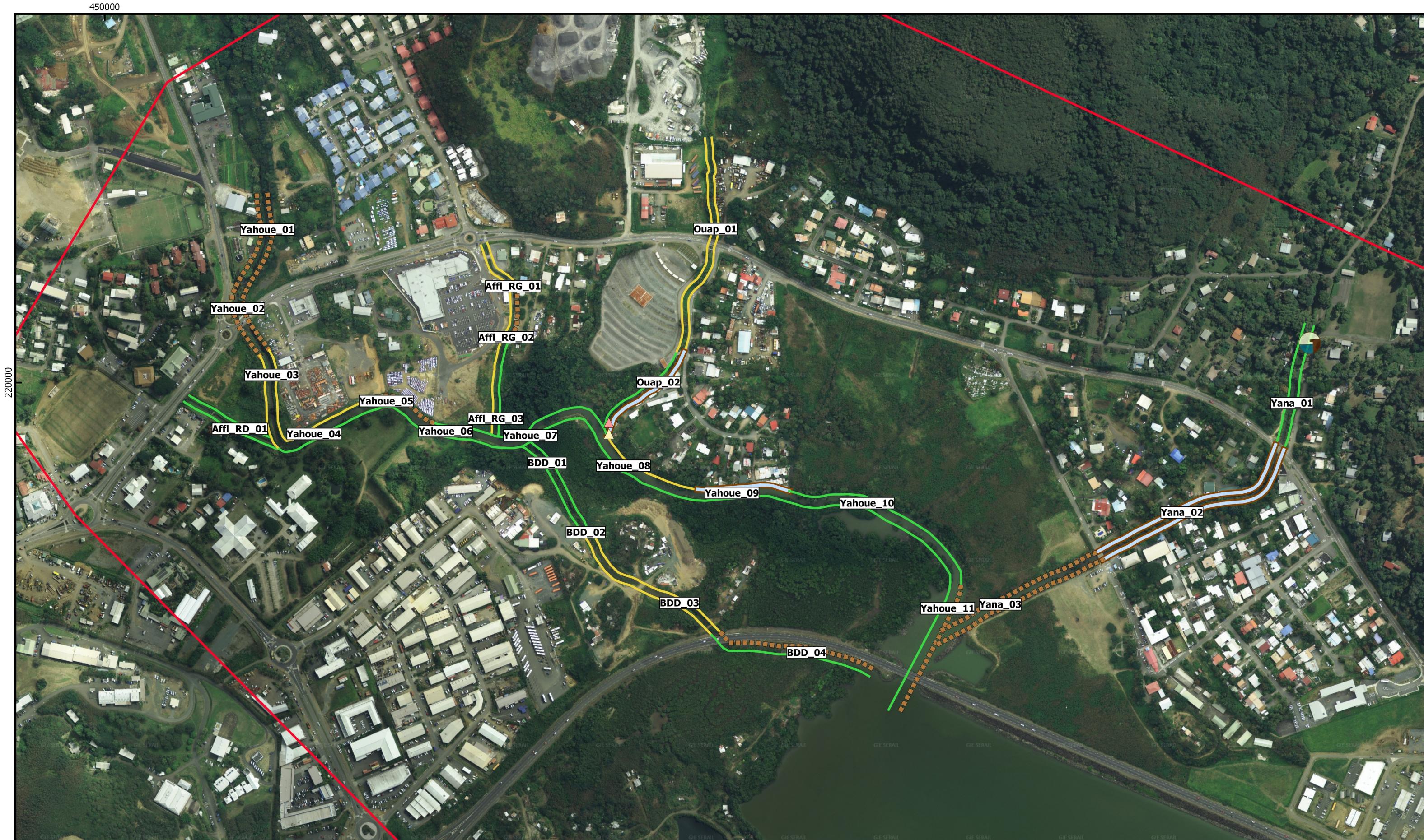
Zone d'étude

Communes



Etat des lieux environnemental : Végétation





Etat des lieux environnemental : Etat des berges



Berge

- Remblai
- Enrochements
- Mur
- Naturelle

Erosion ponctuelle

Protection ponctuelle

- ▲ Protection de berge en bidon remplis de scories
- ▲ Mur en rondin effondré

Af-17-0944 : ZI Zahoue

Système de projection : RGNC 91-Lambert NC

1:5 000

27-09-2017

Auteur : EMA
Approuvé par : Aki

Format : A3
Version : 1



Etat des lieux environnemental : Délimitation des tronçons

0 100 200 300 400 500 m



Légende

- Zone d'étude
- Communes

Af-17-0944 : ZI Zahoue

Système de projection : RGNC 91-Lambert NC

1:5 000

26-09-2017

Auteur : EMA
Approuvé par : Aki

Format : A3
Version : 1



Etat des lieux environnemental : Observations de terrain

0 50 100 150 200 250 m



Cours d'eau

Ouvrages

Contrainte hydraulique : Remblai

Prélèvement

Déchets

Limite des tronçons

Af-17-0944 : ZI Yahoue

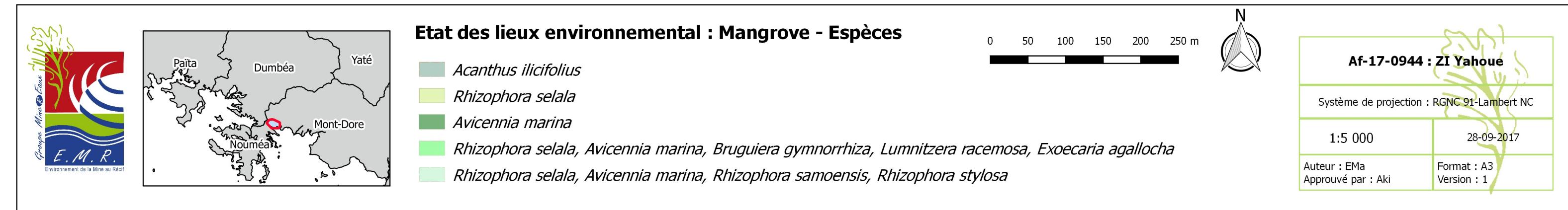
Système de projection : RGNC 91-Lambert NC

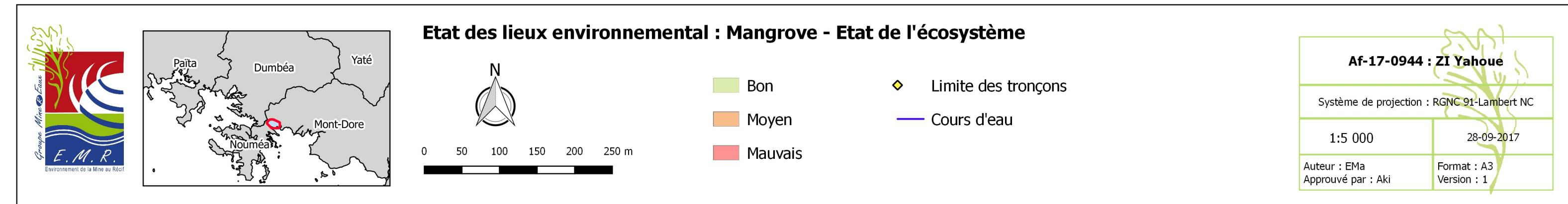
1:5 000

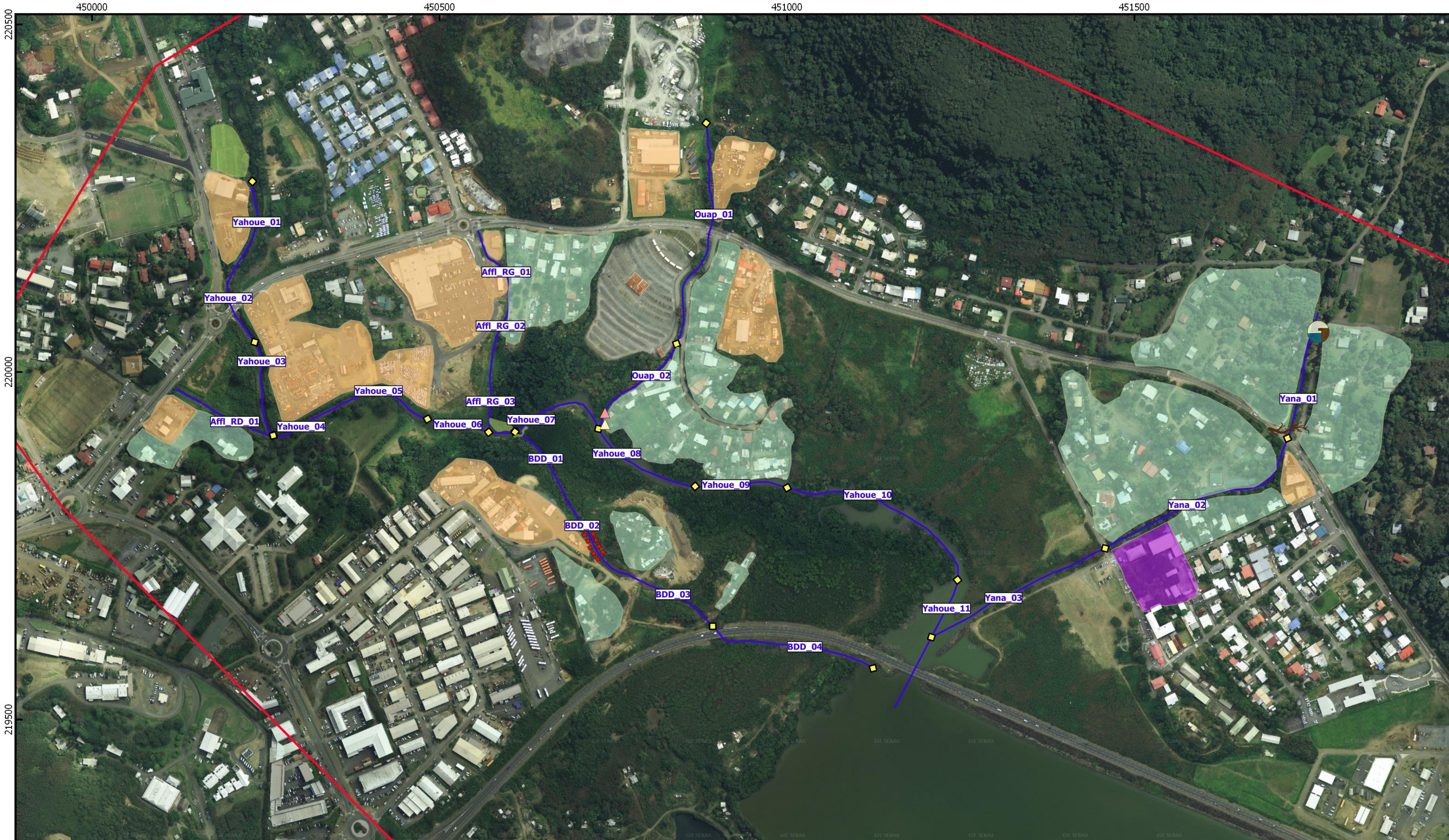
27-09-2017

Auteur : Ema
Approuvé par : Aki

Format : A3
Version : 1







Etat des lieux environnemental : Observations de terrain

0 50 100 150 200 250 m



- Enjeux surfaciques
- centre scolaire
- cultures
- habitations
- industrie

- Contrainte hydraulique
- Limite des tronçons
- Erosion ponctuelle
- Cours d'eau



Embâcles

Af-17-0944 : ZI Yahoue

Système de projection : RGNC 91-Lambert NC

1:5 000

27-09-2017

Auteur : Ema
Approuvé par : Aki

Format : A3
Version : 1

ANNEXE 2 : TABLEAUX

Description du lit mineur

TRONCON	RIVIERE	LONG_TRON	FORME	FACIES	MORPHO_LIT	NATURE_LIT	OBS_LIT	LARGEUR	PROFONDEUR	ECOLOGIE	OBS_ECOL
Affl_RD_01	Affl RD	157	rectiligne	plat	en bol	Artificiel/sable/vase		1	0,3	Etat tres degrade	
Affl_RG_01	Affl RG	74	sinueux	plat	en U	Vase		2	0,2	Etat degrade	eau sale, algues et MES noires
Affl_RG_02	Affl RG	81	sinueux	plat	en U	Vase		2	0,2	Etat degrade	
Affl_RG_03	Affl RG	155	rectiligne	plat	en bol	Vase		1	0,2	Etat degrade	
BDD_01	Bras de decharge	169	rectiligne	plat	assymétrique	Vase		22	1	Bon etat	Mangrove
BDD_02	Bras de decharge	54	rectiligne	plat	en bol	Enherbé		4	0,3	Etat degrade	Eau stagnante
BDD_03	Bras de decharge	196	rectiligne	plat	en U	Artificiels, Graviers		5	0,5	Etat degrade	
BDD_04	Bras de decharge	240	rectiligne	plat	en bol	Vase		5	0,2	Etat moyen	Mangrove
Ouap_01	Ouapeuse	335	rectiligne	plat	en bol	Vase		2	0,5	Etat degrade	
Ouap_02	Ouapeuse	172	rectiligne	plat	en bol	Sables, vases		2,5	0,1	Etat degrade	
Yahoue_01	Yahoue	179	rectiligne	plat	assymétrique	Graviers		2	0,5	Bon etat	algues
Yahoue_02	Yahoue	75	sinueux	plat	en U	Sables		3	0,5	Etat moyen	algues
Yahoue_03	Yahoue	141	sinueux	plat	assymétrique	Galets	plage de galets	4	0,2	Etat degrade	
Yahoue_04	Yahoue	168	sinueux	plat	profond	Vase		8	2	Etat degrade	
Yahoue_05	Yahoue	84	sinueux	plat	profond	Vase		8	2	Etat degrade	
Yahoue_06	Yahoue	129	sinueux	plat	profond	Vase		8	2	Etat degrade	
Yahoue_07	Yahoue	152	sinueux	plat	profond	Vase		8	2	Etat degrade	
Yahoue_08	Yahoue	168	sinueux	plat	profond	Vase		8	2	Etat degrade	
Yahoue_09	Yahoue	134	sinueux	plat	profond	Vase		8	2	Etat degrade	
Yahoue_10	Yahoue	307	sinueux	plat	profond	Vase		8	2	Etat degrade	
Yahoue_11	Yahoue	206	meandre	plat	profond	Vase		40	2	Etat degrade	
Yana_01	Yana	185	rectiligne	radier-plat-mouille	en terrasse	Galets		3	0,3	Etat moyen	
Yana_02	Yana	324	rectiligne	plat	en U	Artificiel		2	0,1		Tronçon chenalisé
Yana_03	Yana	282	rectiligne	plat	profond	Artificiel, vase		12	1,5	Etat degrade	Tracé du cours d'eau artificiel

Description des berges

RIVIERE	TRONCON	RIVE	LONG	TYPE_BERGE	OBS_BERGE	HAUTEUR	PENTE	EROSION	GRANULO	COHESION
Affl RD	Affl_RD_01	RD	156	Naturelle		2	1/1	Nulle	15	Cohesif
Affl RD	Affl_RD_01	RG	135	Naturelle		2	1/1	Nulle	15	Cohesif
Affl RG	Affl_RG_01	RD	74	Autre	Remblai	2	>1/1	Nulle	257	Cohesif
Affl RG	Affl_RG_01	RG	75	Autre	Remblai	2	>1/1	Nulle	257	Cohesif
Affl RG	Affl_RG_02	RD	86	Autre	Remblai	2	>1/1	Nulle	28	Cohesif
Affl RG	Affl_RG_02	RG	77	Enrochements		2	Verticale	Nulle	0	Cohesif
Affl RG	Affl_RG_03	RD	147	Autre	Remblai	2,5	1/1	Nulle	28	Cohesif
Affl RG	Affl_RG_03	RG	145	Naturelle		1	1/1	Nulle	15	Cohesif
Bras de decharge	BDD_01	RD	161	Naturelle		0,5	Faible	Nulle	15	Cohesif
Bras de decharge	BDD_01	RG	158	Naturelle		0,5	Faible	Nulle	15	Cohesif
Bras de decharge	BDD_02	RD	55	Autre	Remblai	4	1/1	Nulle	267	Non cohesif
Bras de decharge	BDD_02	RG	54	Autre	Remblai	4	1/1	Nulle	267	Non cohesif
Bras de decharge	BDD_03	RD	192	Autre	Remblai	1	1/1	Nulle	15	Cohesif
Bras de decharge	BDD_03	RG	201	Autre	Remblai	1	1/1	Nulle	15	Cohesif
Bras de decharge	BDD_04	RD	246	Naturelle	Mangrove	0,5	Faible	Nulle	15	Cohesif
Bras de decharge	BDD_04	RG	234	Enrochements	VDE	5	1/1	Nulle	0	Cohesif
Ouapeuse	Ouap_01	RD	330	Autre	Remblai	2	1/1	Nulle	28	Cohesif
Ouapeuse	Ouap_01	RG	332	Autre	Remblai	2	1/1	Nulle	28	Cohesif
Ouapeuse	Ouap_02	RD	156	Naturelle		1	1/1	Nulle	28	Cohesif
Ouapeuse	Ouap_02	RG	172	Mur		2	Verticale	Nulle	28	Cohesif
Yahoue	Yahoue_01	RD	178	Enrochements	Dechets	2	Verticale	Nulle	18	Cohesif
Yahoue	Yahoue_01	RG	180	Enrochements	Dechets	2	Verticale	Nulle	18	Cohesif
Yahoue	Yahoue_02	RD	72	Enrochements		3	Verticale		16	Cohesif
Yahoue	Yahoue_02	RG	77	Enrochements		3	Verticale		16	Cohesif
Yahoue	Yahoue_03	RD	138	Autre	Remblai	3	1/1	Nulle	15	Cohesif
Yahoue	Yahoue_03	RG	144	Autre	Remblai	3	1/1	Nulle	15	Cohesif
Yahoue	Yahoue_04	RD	162	Naturelle		4	1/1	Nulle	15	Cohesif
Yahoue	Yahoue_04	RG	174	Autre	Remblai	3	1/1	Nulle	15	Cohesif
Yahoue	Yahoue_05	RD	85	Naturelle		3	1/1	Nulle	15	Cohesif
Yahoue	Yahoue_05	RG	81	Enrochements		3	1/1	Nulle	15	Cohesif
Yahoue	Yahoue_06	RD	127	Naturelle		2	Verticale	Nulle	15	Cohesif
Yahoue	Yahoue_06	RG	131	Naturelle		2	1/1	Nulle	15	Cohesif

Yahoue	Yahoue_07	RD	163	Naturelle			2	1/1	Nulle		15	Cohesif
Yahoue	Yahoue_07	RG	141	Naturelle			2	1/1	Nulle		15	Cohesif
Yahoue	Yahoue_08	RD	159	Naturelle			1	Faible	Nulle		15	Cohesif
Yahoue	Yahoue_08	RG	178	Autre	Remblai		2	>1/1	Nulle		28	Cohesif
Yahoue	Yahoue_09	RD	136	Naturelle			1	1/1	Nulle		0	Cohesif
Yahoue	Yahoue_09	RG	132	Mur			1,5	Verticale	Nulle		15	Cohesif
Yahoue	Yahoue_10	RD	318	Naturelle			2	1/1	Nulle		15	Cohesif
Yahoue	Yahoue_10	RG	295	Naturelle			1	1/1	Nulle		15	Cohesif
Yahoue	Yahoue_11	RD	202	Naturelle			1	Faible	Nulle		15	Cohesif
Yahoue	Yahoue_11	RG	209	Enrochements	Enrochement et naturelle pente faible		2,5	>1/1	Nulle		1	Cohesif
Yana	Yana_01	RD	187	Naturelle			2	1/1	Nulle		28	Cohesif
Yana	Yana_01	RG	183	Naturelle			2	Verticale	Nulle		28	Cohesif
Yana	Yana_02	RD	329	Mur			2,5	>1/1	Nulle		0	
Yana	Yana_02	RG	321	Mur			2,5	>1/1	Nulle		0	
Yana	Yana_03	RD	256	Enrochements			3	1/1	Nulle		17	Cohesif
Yana	Yana_03	RG	278	Enrochements			3	1/1	Nulle		17	Cohesif

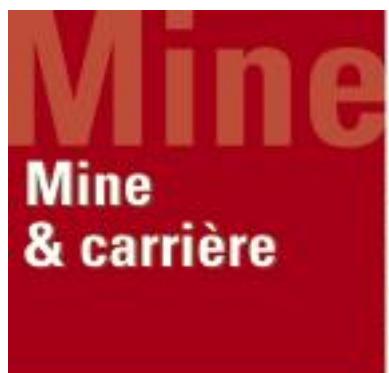
Description de la ripisylve

RIVIERE	COMMUNE	TRONCON	LONG_m	RIVE	PRESENCE	STRATES	LARGEUR	TYPE_VEG	OBS_VEG	OMBRAGE	DIAGNOSTIC	SS_TRONCON
Affl RD	Noumea	Affl_RD_01	156	RD	continue		14	L<5m	Secondaire	Faible	Dense	
Affl RD	Noumea	Affl_RD_01	135	RG	continue		14	L<5m	Secondaire	Faible	Dense	
Affl RG	Mont Dore	Affl_RG_01	75	RD	continue		1	L<5m	Secondaire	Faible	Diversifiée/Adaptée	
Affl RG	Mont Dore	Affl_RG_01	74	RG	continue		14	L<5m	Secondaire	Faible	Diversifiée/Adaptée	
Affl RG	Mont Dore	Affl_RG_02	77	RD	continue		1	L<5m	Secondaire	Faible	Diversifiée/Adaptée	
Affl RG	Mont Dore	Affl_RG_02	86	RG	absence					Inexistante		
Affl RG	Mont Dore	Affl_RG_03	50	RD	continue		1	5m<L<10m	Secondaire	Faible	Exuberante/Inadaptée	
Affl RG	Mont Dore	Affl_RG_03	96	RD	continue		14	5m<L<10m	Secondaire	Faible	Exuberante/Inadaptée	
Affl RG	Mont Dore	Affl_RG_03	91	RG	continue		12	5m<L<10m	Transition mangrove	Moyen	Diversifiée/Adaptée	
Affl RG	Mont Dore	Affl_RG_03	54	RG	continue		13	5m<L<10m	Mangrove	Moyen	Diversifiée/Adaptée	
Bras de decharge	Mont Dore	BDD_01	161	RD	discontinue		23	>10m	Mangrove	Fort	Diversifiée/Adaptée	
Bras de decharge	Mont Dore	BDD_01	158	RG	discontinue		23	>10m	Mangrove	Fort	Diversifiée/Adaptée	
Bras de decharge	Noumea	BDD_02	53	RD	discontinue		12	5m<L<10m	Secondaire	Faible		
Bras de decharge	Noumea	BDD_02	54	RG	discontinue		12	5m<L<10m	Secondaire	Faible		
Bras de decharge	Mont Dore	BDD_03	78	RD	continue		1	L<5m	Secondaire	Faible	Dense	1
Bras de decharge	Mont Dore	BDD_03	92	RG	continue		1	L<5m	Secondaire	Faible	Dense	1
Bras de decharge	Mont Dore	BDD_03	116	RD	continue		123	5m<L<10m	Mangrove et secondaire sur remblai	Moyen	Diversifiée/Adaptée	2
Bras de decharge	Mont Dore	BDD_03	109	RG	continue		123	5m<L<10m	Mangrove et secondaire sur remblai	Moyen	Diversifiée/Adaptée	2
Bras de decharge	Mont Dore	BDD_04	246	RD	continue		2	>10m	Mangrove	Moyen	Diversifiée/Adaptée	
Bras de decharge	Mont Dore	BDD_04	234	RG	absence				VDE	Inexistante		
Ouapeuse	Mont Dore	Ouap_01	332	RD	continue		134	5m<L<10m	Secondaire	Faible	Dense	
Ouapeuse	Mont Dore	Ouap_01	330	RG	continue		14	5m<L<10m	Secondaire	Faible	Dense	
Ouapeuse	Mont Dore	Ouap_02	23	RD	continue		134	L<5m	Secondaire, manguier, papyrus	Moyen		1
Ouapeuse	Mont Dore	Ouap_02	30	RG	continue		134	L<5m	Secondaire	Moyen		1
Ouapeuse	Mont Dore	Ouap_02	36	RD	continue		134	5m<L<10m	Secondaire	Moyen		2
Ouapeuse	Mont Dore	Ouap_02	40	RG	absence					Inexistante		2
Ouapeuse	Mont Dore	Ouap_02	97	RD	continue		23	5m<L<10m	Transition mangrove	Faible		3
Ouapeuse	Mont Dore	Ouap_02	102	RG	absence					Inexistante		3
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_01	37	RD	continue		14	5m<L<10m	Secondaire	Moyen	Dense	1
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_01	35	RG	continue		14	5m<L<10m	Secondaire	Moyen	Dense	1
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_01	143	RD	eparse		13	L<5m	Secondaire	Fort	Diversifiée/Adaptée	2
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_01	142	RG	continue		24	5m<L<10m	Secondaire	Faible	Dense	2
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_02	38	RD	absence					Inexistante		1
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_02	30	RG	absence					Inexistante		1
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_02	39	RD	continue		14	5m<L<10m	Secondaire	Faible	Dense	2
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_02	42	RG	continue		14	5m<L<10m	Secondaire	Faible	Dense	2
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_03	144	RD	continue		1	5m<L<10m	Secondaire	Faible	Dense	
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_03	138	RG	continue		124	5m<L<10m	Secondaire	Moyen	Dense	
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_04	174	RD	continue		123	5m<L<10m	Secondaire	Moyen	Diversifiée/Adaptée	
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_04	162	RG	continue		1	5m<L<10m	Secondaire	Faible	Dense	
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_05	81	RD	continue		123	5m<L<10m	Secondaire	Faible	Diversifiée/Adaptée	
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_05	85	RG	absence					Insuffisante		

Yahoue	Mont Dore	Yahoue_06	60	RD	continue		123	5m<L<10m	Secondaire		Faible	Diversifiée/Adaptée	1
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_06	60	RG	absence						Insuffisante		1
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_06	33	RD	continue		123	>10m	Mangrove		Moyen	Diversifiée/Adaptée	2
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_06	30	RG	continue		123	5m<L<10m	Secondaire		Faible	Diversifiée/Adaptée	2
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_06	39	RD	continue		123	>10m	Mangrove		Moyen	Diversifiée/Adaptée	3
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_06	37	RG	continue		123	>10m	Mangrove		Moyen	Diversifiée/Adaptée	3
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_07	84	RD	continue		123	>10m	Mangrove		Moyen	Diversifiée/Adaptée	1
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_07	86	RG	continue		123	>10m	Mangrove		Moyen	Diversifiée/Adaptée	1
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_07	57	RD	continue		1	L<5m	Secondaire		Faible	Insuffisante	2
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_07	76	RG	continue		123	>10m	Mangrove		Moyen	Diversifiée/Adaptée	2
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_08	15	RD	continue		123	>10m	Mangrove		Moyen	Diversifiée/Adaptée	1
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_08	11	RG	eparse		12	L<5m	Secondaire		Faible	Insuffisante	1
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_08	63	RD	continue		123	>10m	Mangrove		Moyen	Diversifiée/Adaptée	2
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_08	57	RG	continue		123	>10m	Mangrove		Moyen	Diversifiée/Adaptée	2
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_08	33	RD	continue		123	>10m	Mangrove		Moyen	Diversifiée/Adaptée	1
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_08	30	RG	absence						Inexistante		3
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_08	67	RD	continue		123	>10m	Mangrove		Moyen	Diversifiée/Adaptée	4
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_08	61	RG	continue		123	>10m	Mangrove		Moyen	Diversifiée/Adaptée	4
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_09	132	RD	continue		123	>10m	Mangrove		Moyen	Diversifiée/Adaptée	
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_09	136	RG	absence						Insuffisante		
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_10	295	RD	continue		3	>10m	Mangrove		Fort	Diversifiée/Adaptée	
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_10	318	RG	continue		3	L<5m	Mangrove		Fort	Diversifiée/Adaptée	
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_11	53	RD	continue		3	>10m	Mangrove		Fort	Diversifiée/Adaptée	1
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_11	59	RG	eparse		12	L<5m	Secondaire et mangrove		Faible	Insuffisante	1
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_11	148	RD	continue		23	>10m	Mangrove		Moyen	Diversifiée/Adaptée	2
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_11	150	RG	absence						Insuffisante		2
Yana	Mont Dore	Yana_01	183	RD	continue		23	L<5m	Secondaire		Fort	Diversifiée/Adaptée	
Yana	Mont Dore	Yana_01	187	RG	continue		13	L<5m	Secondaire		Moyen	Diversifiée/Adaptée	
Yana	Mont Dore	Yana_02	321	RD	absence				Mangrove		Inexistante		
Yana	Mont Dore	Yana_02	329	RG	absence				Mangrove		Inexistante		
Yana	Mont Dore	Yana_03	256	RD	continue		12	L<5m	Secondaire et mangrove		Faible		
Yana	Mont Dore	Yana_03	278	RG	eparse		12	L<5m	Secondaire et mangrove		Faible	Insuffisante	

Ouvrages

RIVIERE	COMMUNE	TRONCON	NOM_OUV	NATURE_OUV	CARACT_OUV	MATERIAUX	NOMBRE_OUV	ETAT_OUV	OBS_OUV	INCIDENCE	LONGUEUR	LARGEUR	HAUTEUR	DIAMETRE	
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_02	OA_01	Pont cadre	1 ouverture basses eaux en RD et une ouverture hautes eaux en RG	maçonnerie	2	Bon			5	12	4	0	
Affi RD	Noumea	Affi RD_01	OA_06	Pont cadre		maçonnerie	1	Bon			6	1,7	1	0	
Affi RD	Noumea	Affi RD_01	OA_07	Radier busé	Dalle sur buse	Beton	3	Ruine			2	5	1	0,8	
Bras de decharge	Mont Dore	BDD_03	OA_10	Radier busé	Passage route avec 1 buse de diam 400	Mixte	1	Degrade			4	5	1	0,3	
Bras de decharge	Mont Dore	BDD_03	OA_11	Radier busé	Passage route avec 1 buse métal de diam 400	Mixte	1	Degrade			3	6	1	0,3	
Bras de decharge	Mont Dore	BDD_03	OA_12	Pont	Pont bras de décharge sous la VDE	Beton	1	Bon			12	7	2,7	0	
Bras de decharge	Mont Dore	BDD_04	OA_13	Buse	Passage busé, 2 buses de 1000	Beton	2	Bon			0	0	0	1	
Affi RG	Mont Dore	Affi RG_01	OA_08	Pont cadre	Passage sous route	Beton	1	Bon			20	1,2	0,95	0	
Ouapeuse	Mont Dore	Ouap_01	OA_14	Pont cadre	Passage sous route	maçonnerie	1	Bon			15	1,95	1,44	0	
Ouapeuse	Mont Dore	Ouap_01	OA_15	Pont		Mixte	1	Degrade			3	7,1	1,2	0	
Yahoue	Mont Dore	Yahoue_11	OA_02	Pont	2 travées	maçonnerie	2	Bon			10	30	4,3	0	
Yana	Mont Dore	Yana_01	OA_03	Passerelle	épaisseur tablier : 0,25m, passerelle piéto, tuyau EP fixé dessus		1	Degrade			2	5,2	2,7	0	
Yana	Mont Dore	Yana_02	OA_04	Pont cadre	épaisseur tablier : 1,25m		2	Bon		Présence d'embâcles obstruant le pont	Inondation du quartier en RG	6	7	1,9	0
Yana	Mont Dore	Yana_03	OA_05	Pont	épaisseur tablier : 0,55m		1	Bon			6	10	1,85	0	
Affi RG	Mont Dore	Affi RG_01	OA_09	Passerelle			1				6	4,5	1	0	



Votre partenaire environnement

E.M.R – Environnement de la Mine au Récif

Nouméa : 20 route du Vélodrome (Orphelinat) – BP 7949 – 98801 Nouméa Cedex

Tel. : (687) 27 77 93 / Fax : (687) 27 19 53

Koné : 134 impasse des pirogues

Koné : BP 680 – 98860 Koné Cedex

ANNEXE 4 : FICHES DE LAISSES DE CRUE

LOCALISATION

Fiche n°	1	Commune	Mont Dore
Nom	Michel-Vilaz	Nom Contact / Adresse	Mme. Michel-Vilaz
Cours d'eau concerné	Yanna	Téléphone Contact	45-53-43 ou 87-71-78
Bassin Versant	Yanna	Nom événement	Dépression 2001
Code Bassin Versant		Date de l'événement	02/10/2001
Position de la marque RGNC 91		X=166.49995418	Y=-22.22387774

RELEVE DE LA LAISSE DE CRUE

Organisme et date du relevé	ISL Ingénierie – EMR – 15/09/2017
Nature du repère	Marque sur mur entre la maison et la Yanna
Nature de la laisse de crue	Marque sur mur entre la maison et la Yanna
Origine du renseignement	Enquête de terrain
Pertinence et précision de la mesure	Fiable (tracé sur le mur)
Position relative de la PHE/repère	/
Renseignements complémentaires : dynamique de crue, vitesse, témoignage,...	Evènement soudain, évacuation salle de cours dans l'école à côté en urgence. Embâcle sur le pont de la RP1

NIVELLEMENT

		AUTRES RELEVES HISTORIQUES			
Organisme	Selarl Manuel de Condinguy	Date	09-02-1979	12-02-1981	
Date du nivellement	30/10/17	h repère			
Z repère m NGNC		h PHE			
Z PHE m NGNC	2,59	Z PHE	3,15 m NGNC	2,97 m NGNC	
Observations (matériels utilisé, difficultés,...)		Source : Marque sur le mur			



LOCALISATION

Fiche n°	2	Commune	Mont Dore
Nom	Monique LORFANFAN	Nom Contact / Adresse	262 rue des Aréquier
Cours d'eau concerné	Yahoué	Téléphone Contact	83 03 80
Bassin Versant	Yahoué	Nom événement	Dépression 2001
Code Bassin Versant		Date de l'événement	02/10/2001
Position de la marque RGNC 91		X=166.4884964	Y=-22.21907709

RELEVE DE LA LAISSE DE CRUE

Organisme et date du relevé	ISL Ingénierie – EMR – 15/09/2017
Nature du repère	Seuil du portail
Nature de la laisse de crue	Eau au niveau du portail (seuil du portail)
Origine du renseignement	Enquête de terrain
Pertinence et précision de la mesure	Mémoire, incertitude pluricentimétrique
Position relative de la PHE/repère	/
Renseignements complémentaires : dynamique de crue, vitesse, témoignage,...	Evènement soudain. Pont sur la RP1 en charge, débordements sur la route

NIVELLEMENT

		AUTRES RELEVES HISTORIQUES			
Organisme	Selarl Manuel de Condinguy	Date	/	/	/
Date du nivellement	30/10/2017	h repère	/	/	/
Z repère m NGNC		h PHE	/	/	/
Z PHE m NGNC	5,81	Z PHE	/	/	/
Observations (matériels utilisé, difficultés,...)		Source :			



LOCALISATION

Fiche n°	3	Commune	Mont Dore
Nom	Nicolas Folché	Nom Contact / Adresse	20 route du Sud de la Route Provinciale 1
Cours d'eau concerné	Yahoué	Téléphone Contact	83-55-97
Bassin Versant	Yahoué	Nom événement	Dépression 2001
Code Bassin Versant		Date de l'événement	02/10/2001
Position de la marque RGNC 91	X= 166.48633921	Y= -22.22278604	

RELEVE DE LA LAISSE DE CRUE

Organisme et date du relevé	ISL Ingénierie – EMR – 15/09/2017
Nature du repère	Plaque d'égout
Nature de la laisse de crue	Mémoire hauteur d'eau. 15 cm par rapport à la bouche d'égout (photo de droite).
Origine du renseignement	Enquête de terrain
Pertinence et précision de la mesure	Hauteur d'eau approximative
Position relative de la PHE/repère	/
Renseignements complémentaires : dynamique de crue, vitesse, témoignage,....	Evènement soudain. Bouche d'égout a sauté (niveau de l'exutoire du réseau (Yahoué) trop haut). Toute la plateforme en gravier était également en eau

NIVELLEMENT

AUTRES RELEVES HISTORIQUES

Organisme		Date	/	/	/
Date du niveling		h repère	/	/	/
Z repère m NGNC	3,59	h PHE	/	/	/
Z PHE m NGNC	3,74	Z PHE	/	/	/
Observations (matériels utilisé, difficultés,...)	Source :				



LOCALISATION

Fiche n°	4	Commune	Mont Dore
Nom		Nom Contact / Adresse	Mme Pidjot
Cours d'eau concerné	Yanna	Téléphone Contact	
Bassin Versant	Yanna	Nom événement	Dépression 2001
Code Bassin Versant		Date de l'événement	02/10/2001
Position de la marque RGNC 91	X=166.50176149	Y=-22.22146615	

RELEVE DE LA LAISSE DE CRUE

Organisme et date du relevé	ISL Ingénierie – EMR – 15/09/2017
Nature du repère	Dalle au coin de la maison
Nature de la laisse de crue	Eau passée par la fenêtre (témoignage)
Origine du renseignement	Enquête de terrain
Pertinence et précision de la mesure	Mémoire, incertitude pluricentimétrique
Position relative de la PHE/repère	/
Renseignements complémentaires : dynamique de crue, vitesse, témoignage,...	Fort courant, embâcle sur le pont de la RP1, RP1 surversée, pharmacie à l'aval inondée

NIVELLEMENT		AUTRES RELEVES HISTORIQUES			
Organisme	Selarl Manuel de Condinguy	Date	/	/	/
Date du nivelingement	30/10/2017	h repère	/	/	/
Z repère m NGNC	5.34	h PHE	/	/	/
Z PHE m NGNC	6.54	Z PHE	/	/	/
Observations (matériels utilisé, difficultés,...)		Source :			



LOCALISATION

Fiche n°	5	Commune	Mont Dore
Nom	Joseph Pidjeot	Nom Contact / Adresse	Famille Joseph Pidjot
Cours d'eau concerné	Yanna	Téléphone Contact	79-94-05
Bassin Versant	Yanna	Nom événement	Dépression 2001
Code Bassin Versant		Date de l'événement	02/10/2001
Position de la marque RGNC 91	X=166.50128727	Y=-22.22278603	

RELEVE DE LA LAISSE DE CRUE

Organisme et date du relevé	ISL Ingénierie – EMR – 15/09/2017
Nature du repère	Dalle sur la terrasse
Nature de la laisse de crue	70 cm dans la cour, 10 cm dans la maison rose (témoignage)
Origine du renseignement	Enquête de terrain
Pertinence et précision de la mesure	Mémoire, incertitude pluricentimétrique
Position relative de la PHE/repère	/
Renseignements complémentaires : dynamique de crue, vitesse, témoignage,...	Embâcle sur le pont de la RP1, RP1 surversée

NIVELLEMENT		AUTRES RELEVES HISTORIQUES			
Organisme	Selarl Manuel de Condinguy	Date	/	/	/
Date du nivelllement	31/10/2017	h repère	/	/	/
Z repère m NGNC	4,2	h PHE	/	/	/
Z PHE m NGNC	4,3	Z PHE	/	/	/
Observations (matériels utilisés, difficultés,...)		Source :			



LOCALISATION

Fiche n°	6	Commune	Mont Dore
Nom	Famille DHOU	Nom Contact / Adresse	Famille Dhou 321 rue Beautemps Beaupré
Cours d'eau concerné	Yanna	Téléphone Contact	
Bassin Versant	Yanna	Nom événement	Erika
Code Bassin Versant		Date de l'événement	14/03/2003
Position de la marque RGNC 91	X=166.49998001	Y=-22.22316256	

RELEVE DE LA LAISSE DE CRUE

Organisme et date du relevé	ISL Ingénierie – EMR – 15/09/2017
Nature du repère	Dalle de la maison
Nature de la laisse de crue	5 à 10 cm dans la maison bleue
Origine du renseignement	Enquête de terrain
Pertinence et précision de la mesure	Mémoire, incertitude pluricentimétrique
Position relative de la PHE/repère	/
Renseignements complémentaires : dynamique de crue, vitesse, témoignage,...	Ruisseau depuis l'ouest, pas de débordement de Yanna

NIVELLEMENT		AUTRES RELEVES HISTORIQUES			
Organisme	Selarl Manuel de Condinguy	Date	/	/	/
Date du nivelllement	31/10/2017	h repère	/	/	/
Z repère m NGNC	3,08	h PHE	/	/	/
Z PHE m NGNC	3,18	Z PHE	/	/	/
Observations (matériels utilisés, difficultés,...)		Source :			
		 <p style="color: red; border: 1px solid red; padding: 2px;">5 à 10 cm dans la maison bleue</p>			

LOCALISATION

Fiche n°	7	Commune	Mont Dore
Nom	Bernard Pierre	Nom Contact / Adresse	Bernard Pierre 161 rue Beautemps Beaupré
Cours d'eau concerné	Yanna	Téléphone Contact	
Bassin Versant	Yanna	Nom événement	Dépression 2001
Code Bassin Versant		Date de l'événement	02/10/2001
Position de la marque RGNC 91		X=166.5008483	Y=-22.22395975

RELEVE DE LA LAISSE DE CRUE

Organisme et date du relevé	ISL Ingénierie – EMR – 15/09/2017
Nature du repère	Dalle dans la maison
Nature de la laisse de crue	5 à 10 cm dans la maison
Origine du renseignement	Enquête de terrain
Pertinence et précision de la mesure	Mémoire, incertitude pluricentimétrique
Position relative de la PHE/repère	/
Renseignements complémentaires : dynamique de crue, vitesse, témoignage,...	Pont saturé et embâcles, débordement par-dessus la RP1 en rive gauche et inondation rue Beautemps Beaupré (route inondée)

NIVELLEMENT		AUTRES RELEVES HISTORIQUES			
Organisme	Selarl Manuel de Condinguy	Date	/	/	/
Date du nivelllement	06/11/2017	h repère	/	/	/
Z repère m NGNC	2,80	h PHE	/	/	/
Z PHE m NGNC	2,90	Z PHE	/	/	/
Observations (matériels utilisés, difficultés,...)		Source :			
		 <div style="border: 1px solid red; padding: 2px; display: inline-block; text-align: center;">5 à 10 cm dans la maison blanche</div>			

LOCALISATION

Fiche n°	8	Commune	Mont Dore
Nom	Ecole primaire	Nom Contact / Adresse	Ecole Saint Joseph de Cluny Conception
Cours d'eau concerné	Yanna	Téléphone Contact	
Bassin Versant	Yanna	Nom événement	Dépression 2001
Code Bassin Versant		Date de l'événement	02/10/2001
Position de la marque RGNC 91	X=166.49960841	Y=-22.22470586	

RELEVE DE LA LAISSE DE CRUE

Organisme et date du relevé	ISL Ingénierie – EMR – 15/09/2017
Nature du repère	Seuil de la salle informatique
Nature de la laisse de crue	Témoignage (eau à la limite de rentrer dans la salle informatique), 1 m dans la cour
Origine du renseignement	Enquête de terrain
Pertinence et précision de la mesure	Mémoire, incertitude pluricentimétrique
Position relative de la PHE/repère	/
Renseignements complémentaires : dynamique de crue, vitesse, témoignage,...	Inondation rapide

NIVELLEMENT		AUTRES RELEVES HISTORIQUES			
Organisme	Selarl Manuel de Condinguy	Date	/	/	/
Date du nivelllement	30/10/2017	h repère	/	/	/
Z repère m NGNC		h PHE	/	/	/
Z PHE m NGNC	3,22	Z PHE	/	/	/
Observations (matériels utilisés, difficultés,...)		Source :			



LOCALISATION

Fiche n°	9	Commune	Mont Dore
Nom		Nom Contact / Adresse	54 rue Philemon Pidgeot
Cours d'eau concerné	Yanna	Téléphone Contact	
Bassin Versant	Yanna	Nom événement	Dépression 2001
Code Bassin Versant		Date de l'événement	02/10/2001
Position de la marque RGNC 91		X=166.50223322	Y=-22.22225416

RELEVE DE LA LAISSE DE CRUE

Organisme et date du relevé	ISL Ingénierie – EMR – 15/09/2017
Nature du repère	Dernière marche de l'escalier
Nature de la laisse de crue	Témoignage (eau sur la dernière marche de l'escalier)
Origine du renseignement	Enquête de terrain
Pertinence et précision de la mesure	Mémoire, incertitude pluricentimétrique
Position relative de la PHE/repère	/
Renseignements complémentaires : dynamique de crue, vitesse, témoignage,...	Inondation rapide, pont problématique en raison des embâcles

NIVELLEMENT

		AUTRES RELEVES HISTORIQUES			
Organisme	Selarl Manuel de Condinguy	Date	/	/	/
Date du nivelllement	30/10/2017	h repère	/	/	/
Z repère m NGNC		h PHE	/	/	/
Z PHE m NGNC	5,69	Z PHE	/	/	/
Observations (matériels utilisés, difficultés,...)		Source :			



Eau à la dernière marche



LOCALISATION

Fiche n°	10	Commune	Mont Dore
Nom	Togna Jean-Ludovic	Nom Contact / Adresse	1853 avenue des deux baies
Cours d'eau concerné	Yanna	Téléphone Contact	99 54 07
Bassin Versant	Yanna	Nom événement	Dépression 2001
Code Bassin Versant		Date de l'événement	02/10/2001
Position de la marque RGNC 91	X=166.50217256	Y=-22.22275191	

RELEVE DE LA LAISSE DE CRUE

Organisme et date du relevé	ISL Ingénierie – EMR – 15/09/2017
Nature du repère	Dalle devant la maison
Nature de la laisse de crue	Témoignage (eau dans la maison, 75 cm par rapport à la dalle devant la maison)
Origine du renseignement	Enquête de terrain
Pertinence et précision de la mesure	Mémoire, incertitude pluricentimétrique
Position relative de la PHE/repère	/
Renseignements complémentaires : dynamique de crue, vitesse, témoignage,...	Inondation rapide, pont problématique en raison des embâcles

NIVELLEMENT

		AUTRES RELEVES HISTORIQUES			
Organisme	Selarl Manuel de Condinguy	Date	/	/	/
Date du nivelllement	30/10/2017	h repère	/	/	/
Z repère m NGNC		h PHE	/	/	/
Z PHE m NGNC	5,70	Z PHE	/	/	/
Observations (matériels utilisés, difficultés,...)		Source :			



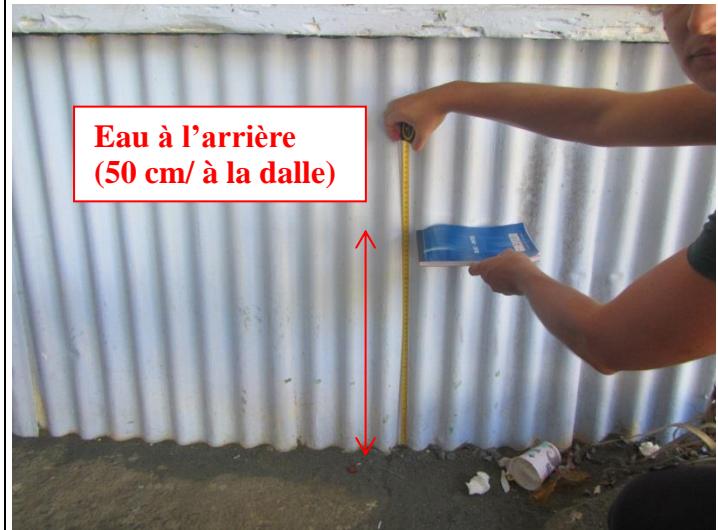
LOCALISATION

Fiche n°	11	Commune	Mont Dore
Nom	TEAGAI Madeleine	Nom Contact / Adresse	362 rue Togo
Cours d'eau concerné	Yahoué	Téléphone Contact	28 48 48 ou 50 98 56
Bassin Versant	Yahoué	Nom événement	Cyclone Erika
Code Bassin Versant		Date de l'événement	14/03/2003
Position de la marque RGNC 91	X=166.49427915	Y=-22.22311279	

RELEVE DE LA LAISSE DE CRUE

Organisme et date du relevé	ISL Ingénierie – EMR – 14/09/2017
Nature du repère	Dalle
Nature de la laisse de crue	Témoignage (hauteur d'eau à l'arrière de la maison, 50 cm)
Origine du renseignement	Enquête de terrain
Pertinence et précision de la mesure	Mémoire, incertitude pluricentimétrique
Position relative de la PHE/repère	/
Renseignements complémentaires : dynamique de crue, vitesse, témoignage,...	Inondation rapide, courant faible, eau plutôt stagnante

NIVELLEMENT		AUTRES RELEVES HISTORIQUES			
Organisme	Selarl Manuel de Condinguy	Date	10/04/2017	/	/
Date du nivelllement	30/10/2017	h repère	0,3 m	/	/
Z repère m NGNC		h PHE	/	/	/
Z PHE m NGNC	1,60	Z PHE	/	/	/
Observations (matériels utilisés, difficultés,...)		Source : Témoignage			



LOCALISATION

Fiche n°	12	Commune	Mont Dore
Nom	Famille Raapato	Nom Contact / Adresse	324 rue Togo
Cours d'eau concerné	Yahoué	Téléphone Contact	
Bassin Versant	Yahoué	Nom événement	Cyclone Beti
Code Bassin Versant		Date de l'événement	27/03/1996
Position de la marque RGNC 91	X=166.49374127	Y=-22.22326049	

RELEVE DE LA LAISSE DE CRUE

Organisme et date du relevé	ISL Ingénierie – EMR – 14/09/2017
Nature du repère	Dalle
Nature de la laisse de crue	Témoignage (hauteur d'eau à l'entrée de la maison)
Origine du renseignement	Enquête de terrain
Pertinence et précision de la mesure	Mémoire, incertitude pluricentimétrique
Position relative de la PHE/repère	/
Renseignements complémentaires : dynamique de crue, vitesse, témoignage,...	/

NIVELLEMENT		AUTRES RELEVES HISTORIQUES			
Organisme	Selarl Manuel de Condinguy	Date	/	/	/
Date du nivelllement	20/11/2017	h repère	/	/	/
Z repère m NGNC		h PHE	/	/	/
Z PHE m NGNC	1,58	Z PHE	/	/	/
Observations (matériels utilisés, difficultés,...)		Source : Témoignage			



LOCALISATION

Fiche n°	13	Commune	Mont Dore
Nom	Famille Sacko	Nom Contact / Adresse	195 rue Togo
Cours d'eau concerné	Ouapeuse	Téléphone Contact	
Bassin Versant	Ouapeuse	Nom événement	Cyclone Erika
Code Bassin Versant		Date de l'événement	14/03/2003
Position de la marque RGNC 91		X=166.49341288	Y=-22.22144394

RELEVE DE LA LAISSE DE CRUE

Organisme et date du relevé	ISL Ingénierie – EMR – 14/09/2017
Nature du repère	Dalle
Nature de la laisse de crue	Témoignage (hauteur d'eau au niveau de la dalle)
Origine du renseignement	Enquête de terrain
Pertinence et précision de la mesure	Mémoire, incertitude pluricentimétrique
Position relative de la PHE/repère	/
Renseignements complémentaires : dynamique de crue, vitesse, témoignage,...	/

NIVELLEMENT		AUTRES RELEVES HISTORIQUES			
Organisme	Selarl Manuel de Condinguy	Date	/	/	/
Date du nivellement	29/11/2017	h repère	/	/	/
Z repère m NGNC		h PHE	/	/	/
Z PHE m NGNC	2,14	Z PHE	/	/	/
Observations (matériels utilisé, difficultés,...)		Source : Témoignage			

	 <p style="text-align: center;">Au niveau de la dalle</p>
--	--

LOCALISATION

Fiche n°	14	Commune	Mont Dore
Nom	POYLE Simon	Nom Contact / Adresse	Squat canal de décharge
Cours d'eau concerné	Yahoué	Téléphone Contact	89-27-17
Bassin Versant	Yahoué	Nom événement	Dépression 2001
Code Bassin Versant		Date de l'événement	02/10/2001
Position de la marque RGNC 91		X=166.4924385	Y=-22.22503308

RELEVE DE LA LAISSE DE CRUE

Organisme et date du relevé	ISL Ingénierie – EMR – 12/09/2017
Nature du repère	Niveau du terrain naturel
Nature de la laisse de crue	Témoignage (hauteur d'eau = 50 cm)
Origine du renseignement	Enquête de terrain
Pertinence et précision de la mesure	Mémoire, incertitude pluricentimétrique
Position relative de la PHE/repère	/
Renseignements complémentaires : dynamique de crue, vitesse, témoignage,...	Un peu d'embâcles, quelques heures de débordements

NIVELLEMENT		AUTRES RELEVES HISTORIQUES			
Organisme	Selarl Manuel de Condinguy	Date	/	/	/
Date du niveling	30/10/2017	h repère	/	/	/
Z repère m NGNC		h PHE	/	/	/
Z PHE m NGNC	1,85	Z PHE	/	/	/
Observations (matériels utilisé, difficultés,...)		Source : Témoignage			



LOCALISATION

Fiche n°	15	Commune	Mont Dore
Nom	NAOUTCHOUUE Céleste	Nom Contact / Adresse	Squat canal de décharge
Cours d'eau concerné	Yahoué	Téléphone Contact	73-79-43
Bassin Versant	Yahoué	Nom événement	Dépression 2001
Code Bassin Versant		Date de l'événement	02/10/2001
Position de la marque RGNC 91	X=166.49408662	Y=-22.22424982	

RELEVE DE LA LAISSE DE CRUE

Organisme et date du relevé	ISL Ingénierie – EMR – 12/09/2017
Nature du repère	Base de la tôle
Nature de la laisse de crue	Témoignage (hauteur d'eau = 30 cm)
Origine du renseignement	Enquête de terrain
Pertinence et précision de la mesure	Mémoire, incertitude pluricentimétrique
Position relative de la PHE/repère	/
Renseignements complémentaires : dynamique de crue, vitesse, témoignage,...	Un peu d'embâcles, quelques heures de débordements

NIVELLEMENT		AUTRES RELEVES HISTORIQUES			
Organisme	Selarl Manuel de Condinguy	Date	/	/	/
Date du niveling	31/10/2017	h repère	/	/	/
Z repère m NGNC		h PHE	/	/	/
Z PHE m NGNC	0,84	Z PHE	/	/	/
Observations (matériels utilisés, difficultés,...)		Source : Témoignage			



ANNEXE 5 : LEVES TOPOGRAPHIQUES COMPLEMENTAIRES



ANNEXE 6 PLANS DE LOCALISATION DES LAISSES DE CRUE

Légende

- Laisses de crue de 2001
- Laisses de crue de 2003

Nom : Yahoue_Laisse_yaho_5
Cote laisse : 5.5 m NGNC

Nom : Yahoue_Laisse_yaho_6
Cote laisse : 3.7 m NGNC

Nom : LC52
Cote laisse : 4.13 m NGNC

Nom : LC54
Cote laisse : 2.18 m NGNC

Nom : LC55
Cote laisse : 2.06 m NGNC

Nom : LC56
Cote laisse : 1.97 m NGNC

Nom : ISL3
Cote laisse : 3.74 m NGNC

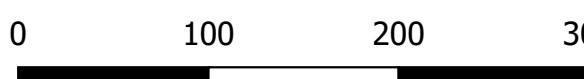
Nom : LC2
Cote laisse : 1.84 m NGNC

Nom : LC5
Cote laisse : 1.23 m NGNC

Nom : Ouapeuse_Enquette_oua Nom : ISL11
Cote laisse : 1.5 m NGNC Cote laisse : 1.6 m NGNC

Nom : ISL15
Cote laisse : 0.84 m NGNC

Nom : ISL14
Cote laisse : 1.85 m NGNC



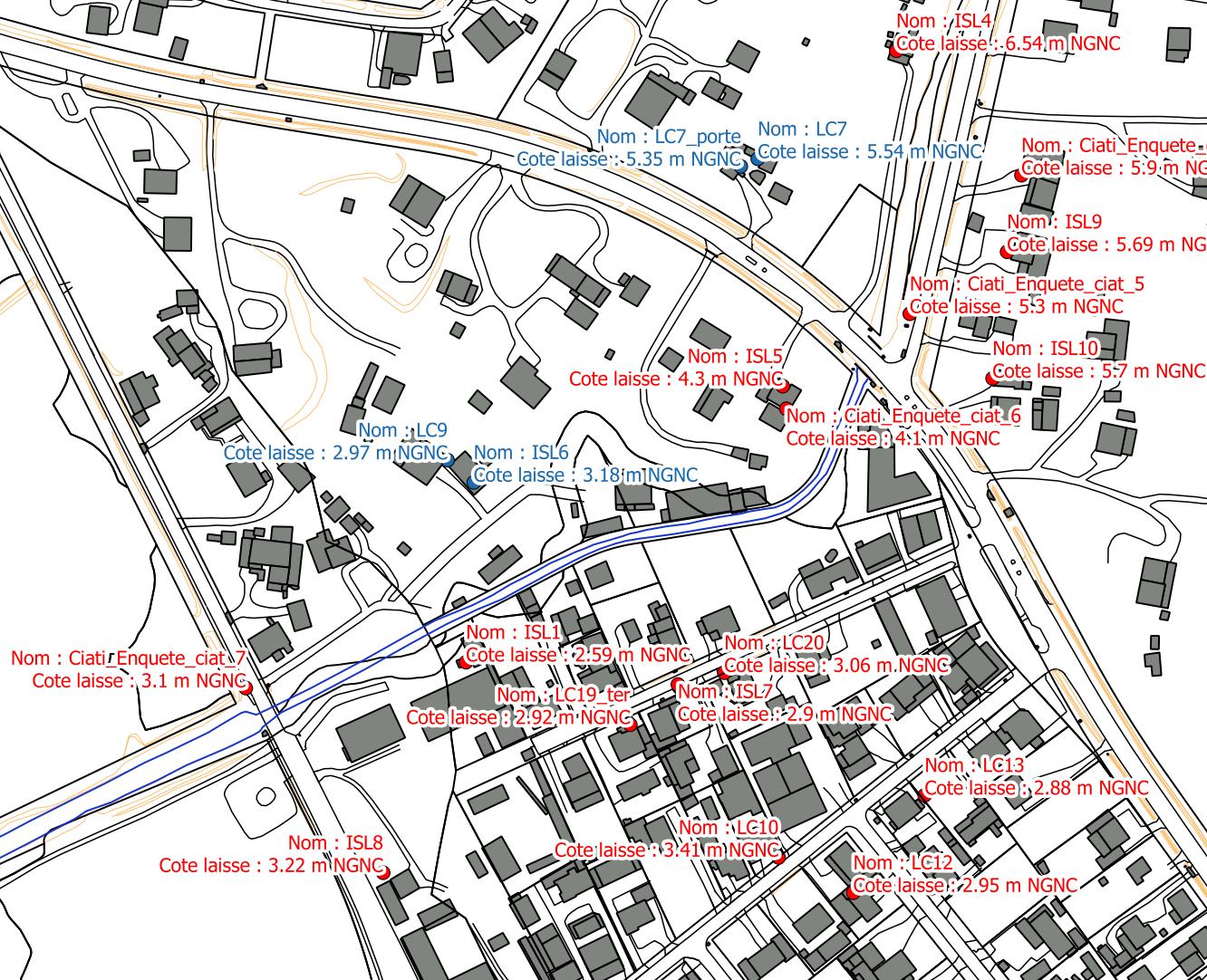
Etude hydraulique - Baie de la Conception
Comparaison des niveaux au droit des laisses de crue
Secteur Yahoué - Ouapeuse : crue de 2003



DAVAR
Direction des Affaires
Vétérinaires, Alimentaires
et Rurales

Légende

- Laisses de crue de 2001
- Laisses de crue de 2003



0 75 150 225 m



Etude hydraulique - Baie de la Conception
Plan de localisation des laisses de crue
Secteur Yanna



DAVAR
Direction des Affaires
Vétérinaires, Alimentaires
et Rurales

ANNEXE 7 COMPARAISON DES NIVEAUX AU DROIT DES LAISSES DE CRUE : CRUE DE 2001

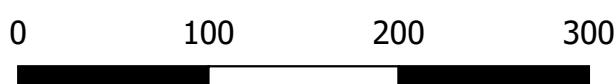
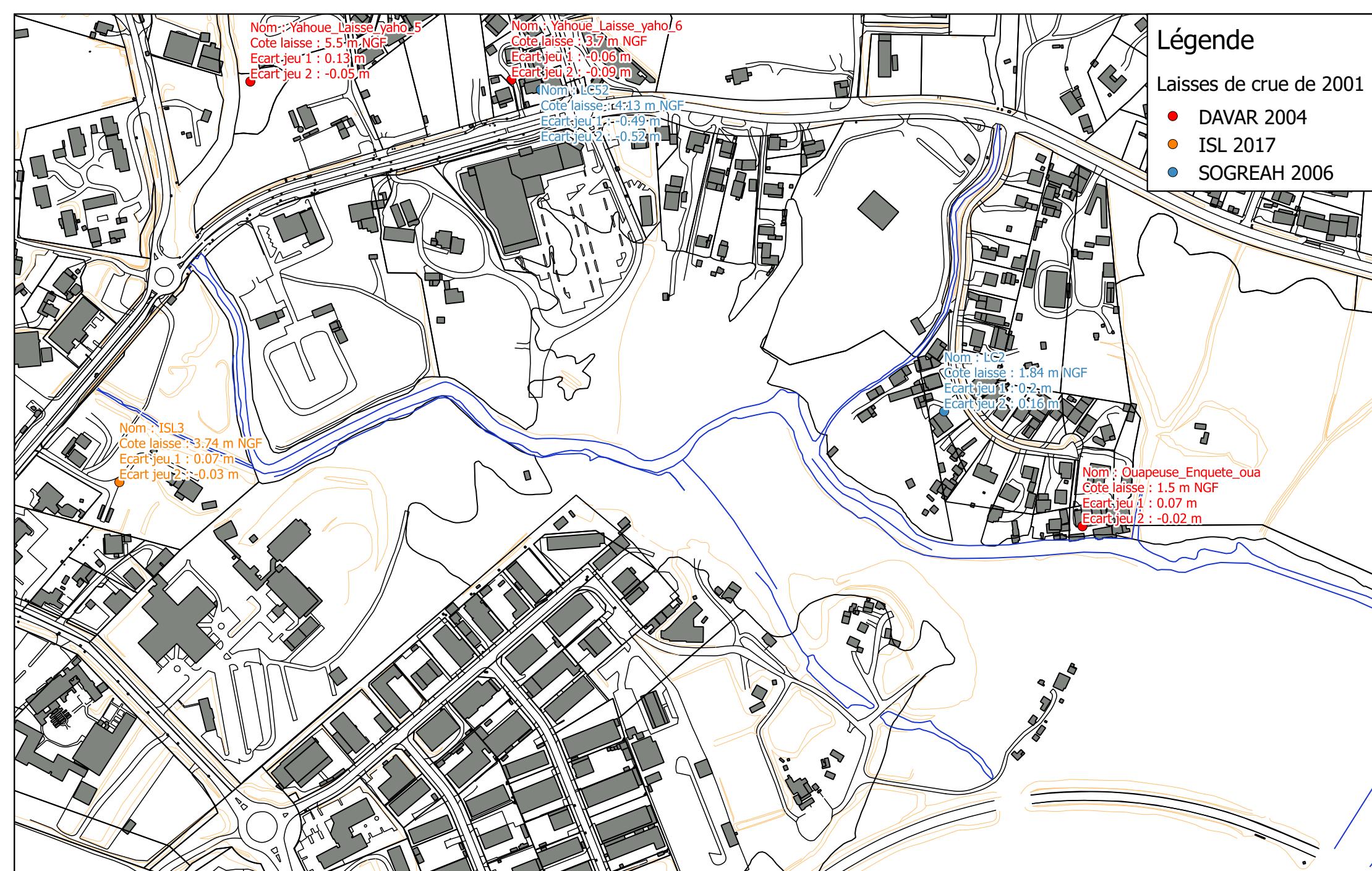
Légende

Laisses de crue de 2001

DAVAR 2004

ISL 2017

SOGREAH 2006



Etude hydraulique - Baie de la Conception

Comparaison des niveaux au droit des laisses de crue

Secteur Yahoué - Ouapeuse : crue 2001



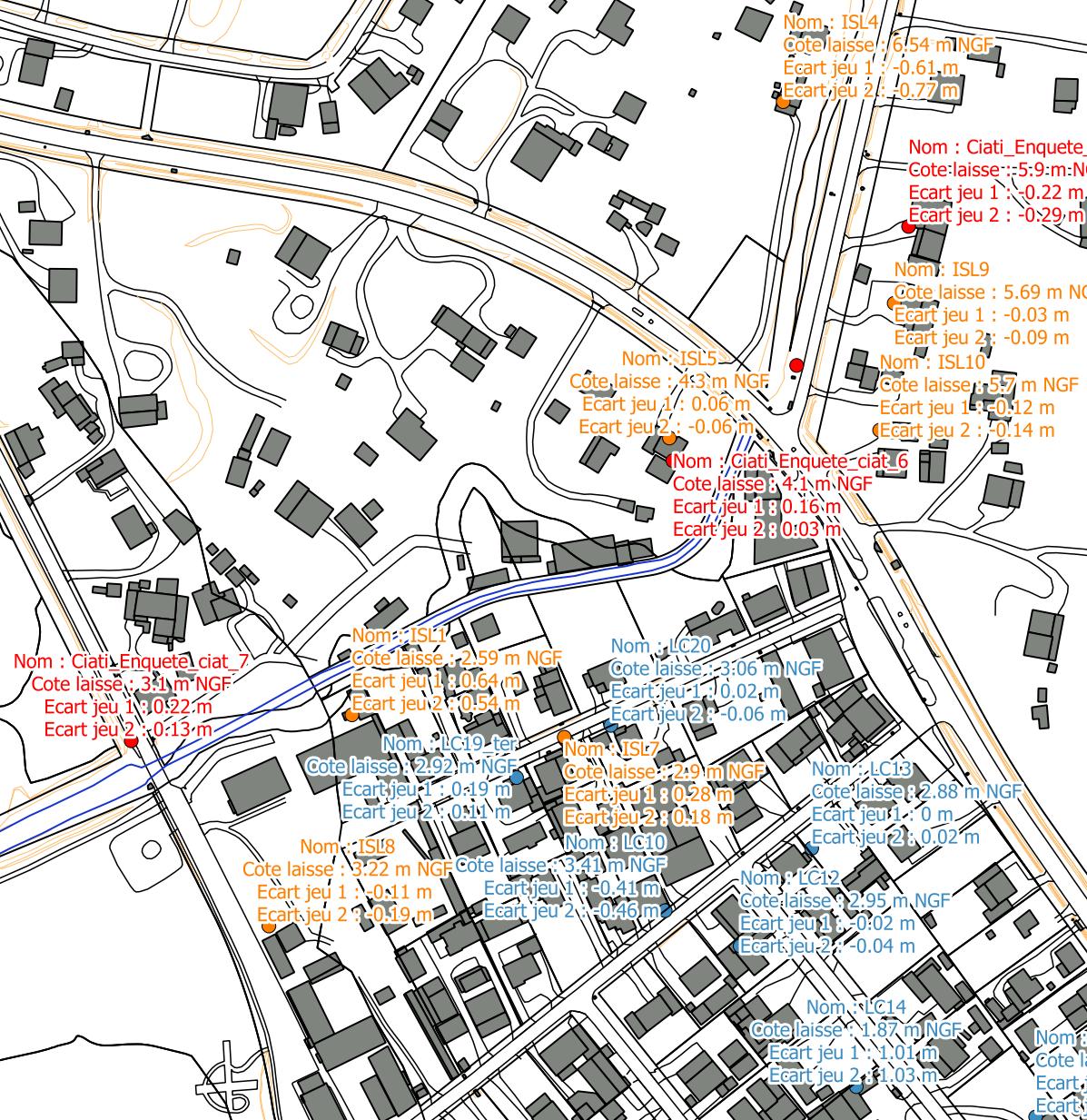
Légende

Laisses de crue de 2001

DAVAR 2004

ISL 2017

SOGREAH 2006



0 75 150 225 m



Etude hydraulique - Baie de la Conception
Comparaison des niveaux au droit des laisses de crue
Secteur Yanna - crue de 2001



DAVAR
Direction des Affaires
Vétérinaires, Alimentaires
et Rurales

ANNEXE 8 COMPARAISON DES NIVEAUX AU DROIT DES LAISSES DE CRUE : CRUE DE 2003

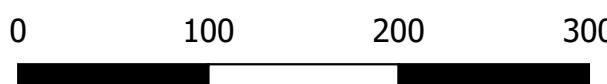
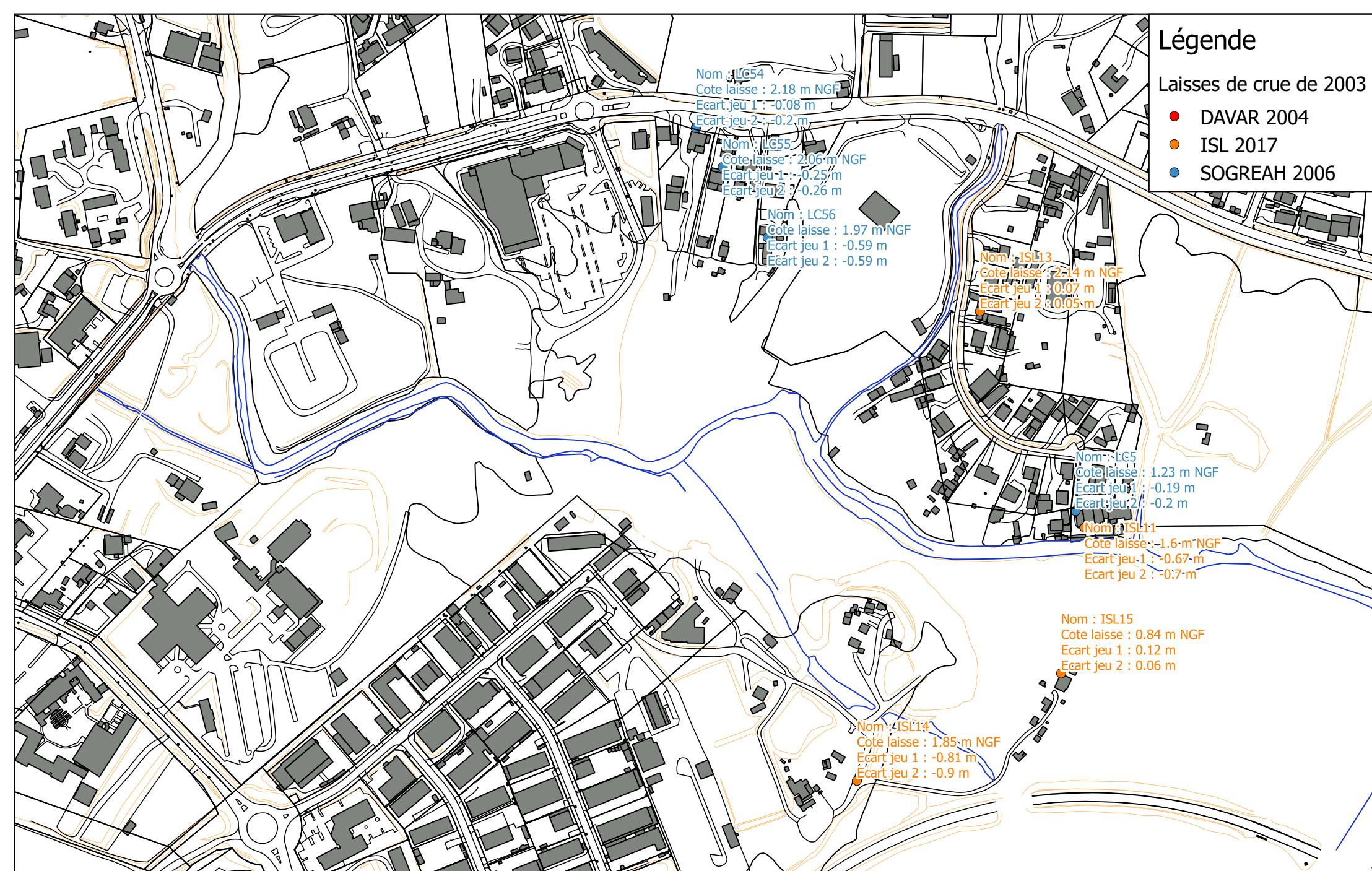
Légende

Laisses de crue de 2003

DAVAR 2004

ISL 2017

SOGREAH 2006



Etude hydraulique - Baie de la Conception
Comparaison des niveaux au droit des laisses de crue
Secteur Yahoué - Ouapeuse : crue 2003



Légende

Laisses de crue de 2003

DAVAR 2004

ISL 2017

SOGREAH 2006

Nom : LC7

Cote laisse : 5.54 m NGF

Ecart jeu 1 : -0.03 m

Ecart jeu 2 : -0.06 m

Nom : LC7_porte

Cote laisse : 5.35 m NGF

Ecart jeu 1 : 0.16 m

Ecart jeu 2 : 0.13 m

Nom : LC9

Cote laisse : 2.97 m NGF

Ecart jeu 1 : 0.14 m

Ecart jeu 2 : 0.09 m

(Nom : ISL6)

Cote laisse : 3.18 m NGF

Ecart jeu 1 : 0.07 m

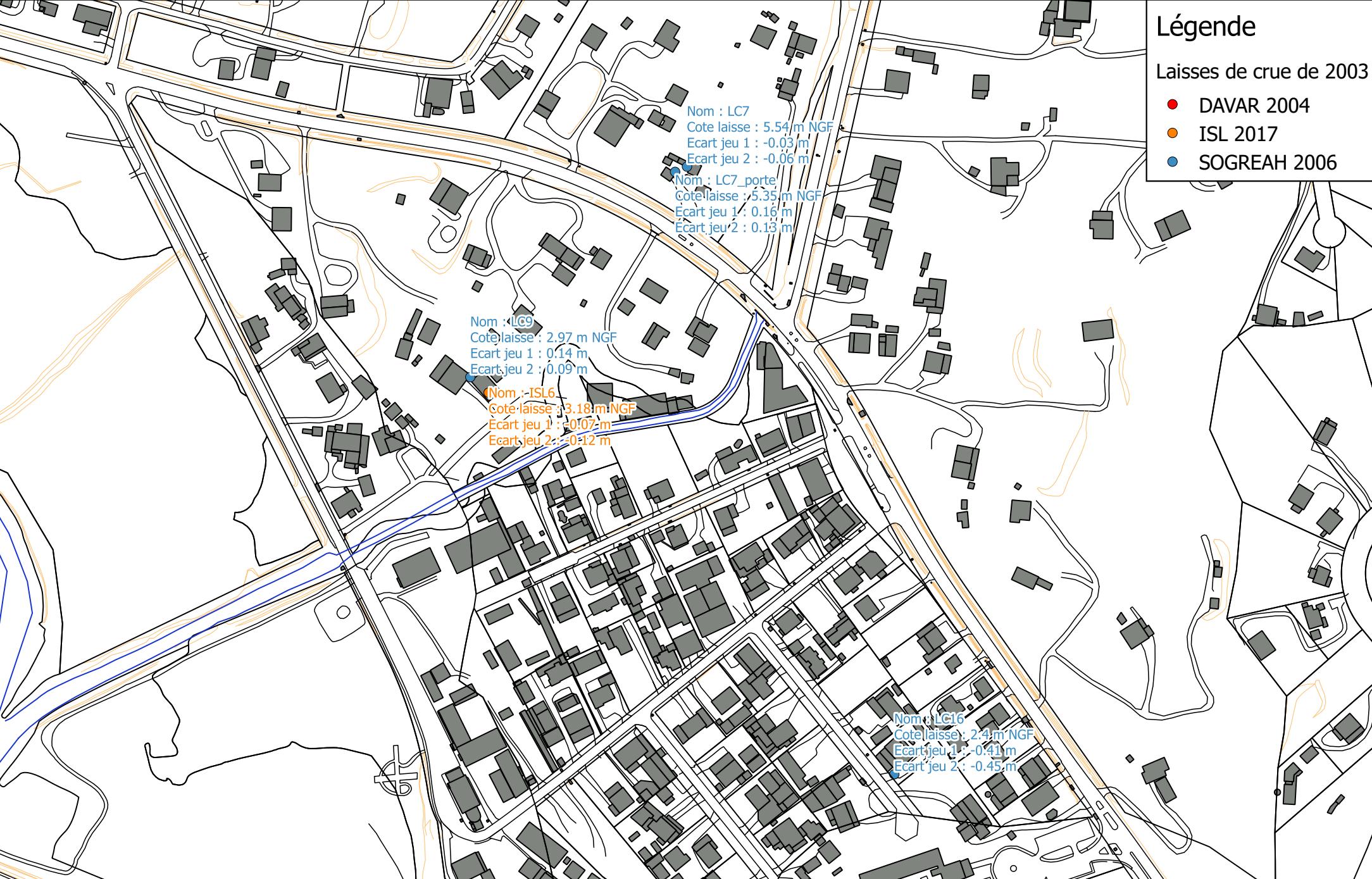
Ecart jeu 2 : -0.12 m

Nom : LC16

Cote laisse : 2.4 m NGF

Ecart jeu 1 : -0.41 m

Ecart jeu 2 : -0.45 m



0 75 150 225 m



Etude hydraulique - Baie de la Conception

Comparaison des niveaux au droit des laisses de crue

Secteur Yanna - crue de 2003

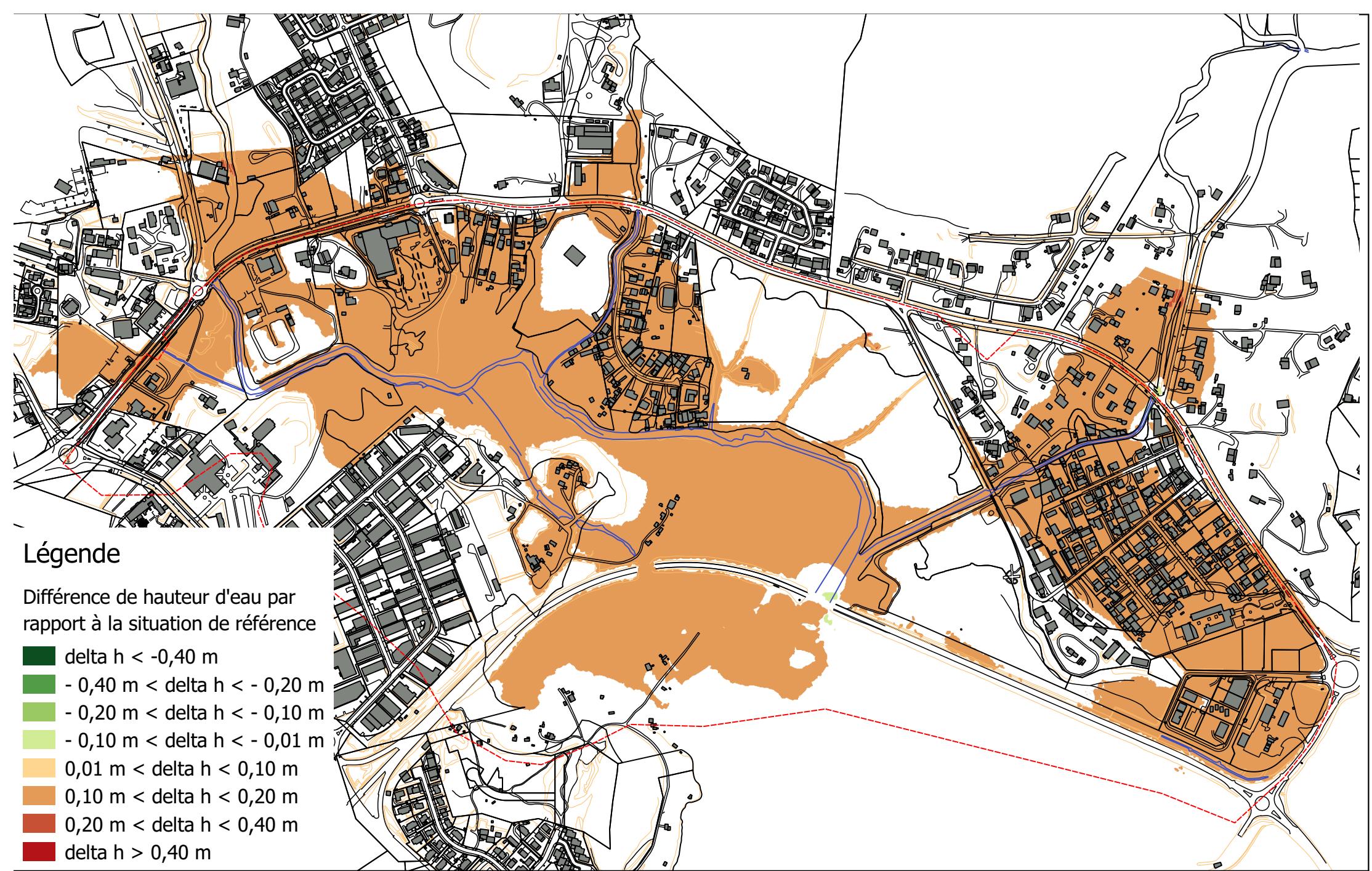
ISL
Ingénierie


PROVINCE SUD

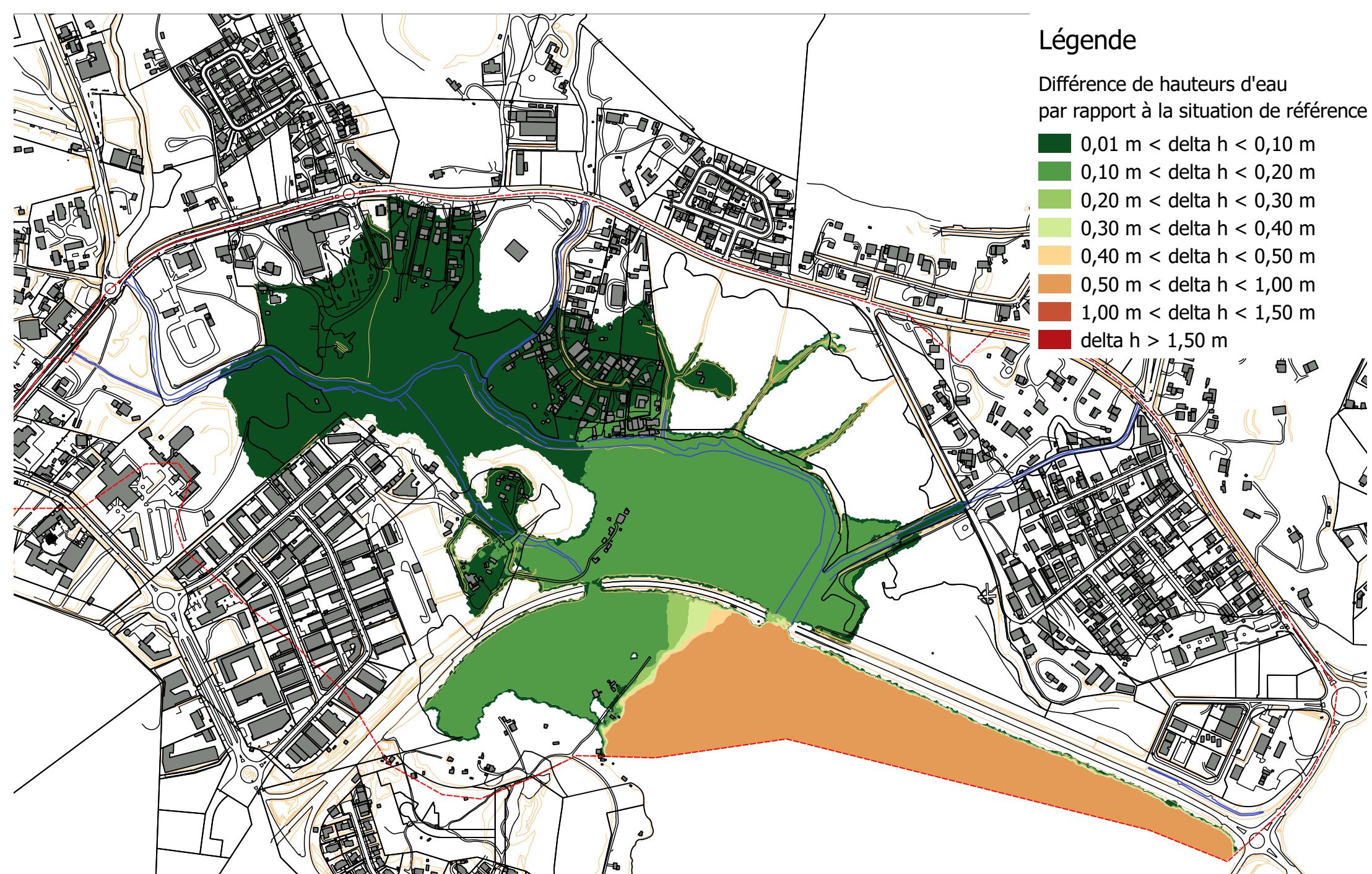

DAVAR
Direction des Affaires
Vétérinaires, Alimentaires
et Rurales

ANNEXE 9 CARTOGRAPHIE DES ANALYSES DE SENSIBILITE





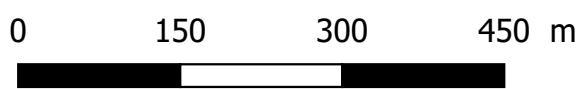
Etude hydrologique - Baie de la Conception
 Analyses de sensibilité : crue centennale, coefficient
 de Strickler abaissé de 20%



Légende

Différence de hauteurs d'eau
par rapport à la situation de référence

- 0,01 m < delta h < 0,10 m
- 0,10 m < delta h < 0,20 m
- 0,20 m < delta h < 0,30 m
- 0,30 m < delta h < 0,40 m
- 0,40 m < delta h < 0,50 m
- 0,50 m < delta h < 1,00 m
- 1,00 m < delta h < 1,50 m
- delta h > 1,50 m



Etude hydraulique - Baie de la Conception
Analyses de sensibilité : crue centennale, pleine mer
Scénario de référence : crue centennale, marée moyenne

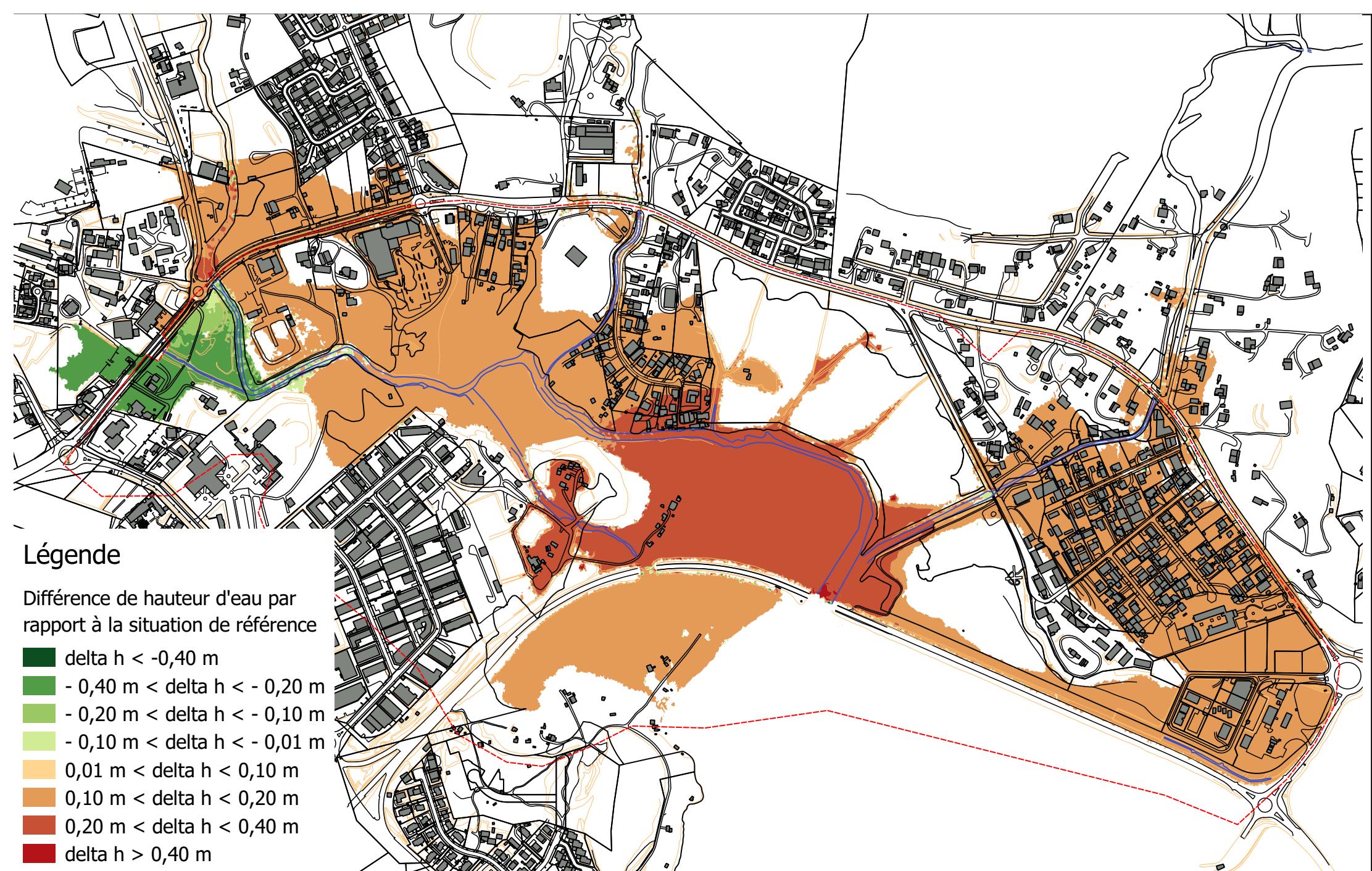


DAVAR
Direction des Affaires
Vétérinaires, Alimentaires
et Rurales

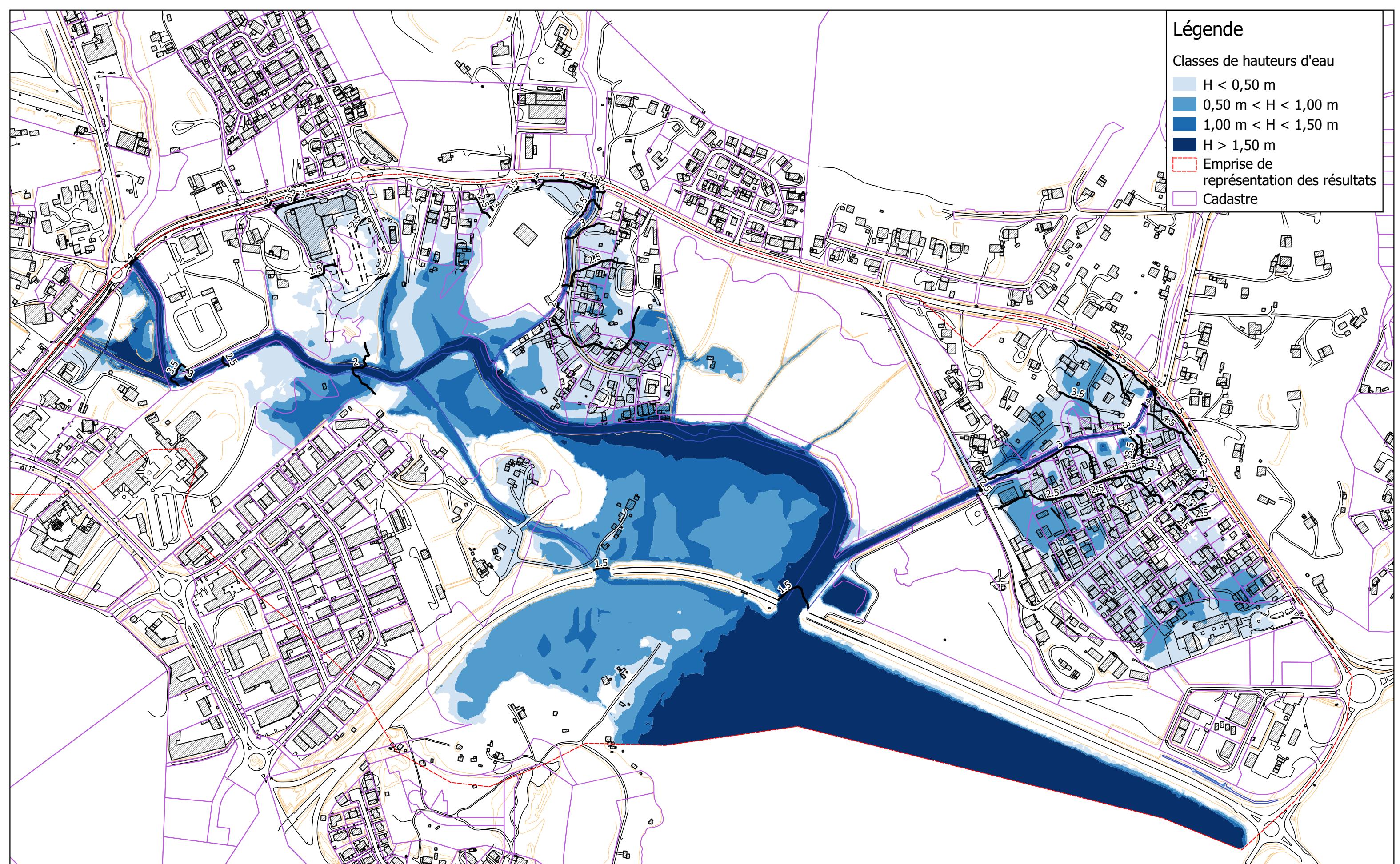




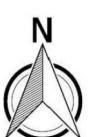
Etude hydraulique - Baie de la Conception
 Analyses de sensibilité : crue centennale, volume de crue à partir de la méthode rationnelle



ANNEXE 10 CARTOGRAPHIE DES HAUTEURS D'EAU



0 200 400 600 m



Etude hydrologique - Baie de la Conception
Crue quinquennale, pleine mer, hauteur
d'eau



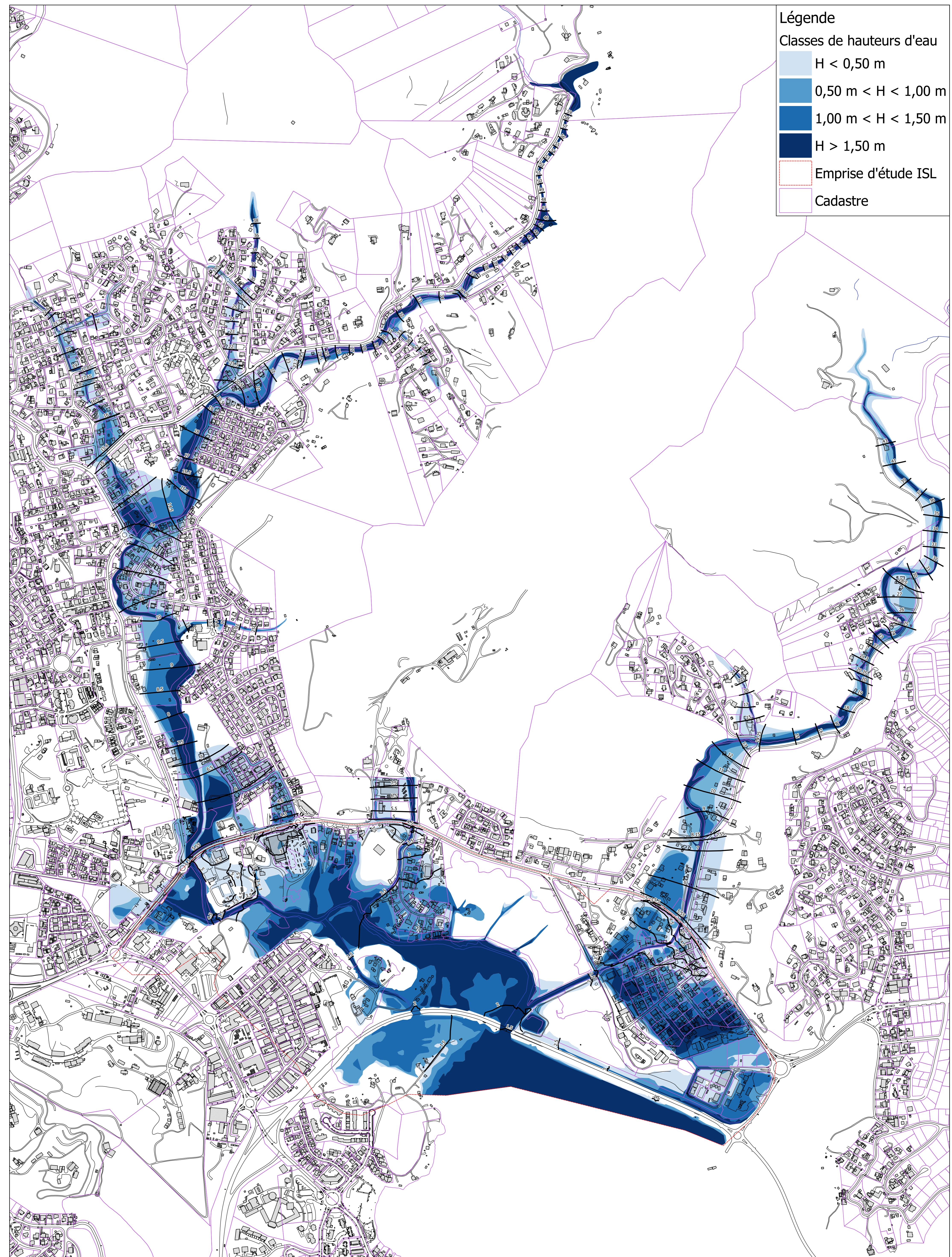
DAVAR
Direction des Affaires
Vétérinaires, Alimentaires
et Rurales



Etude hydraulique - Baie de la Conception
Crue décennale, pleine mer, hauteur d'eau



DAVAR
Direction des Affaires
Vétérinaires, Alimentaires
et Rurales



ANNEXE 11 CARTOGRAPHIE DES VITESSES D'ÉCOULEMENT



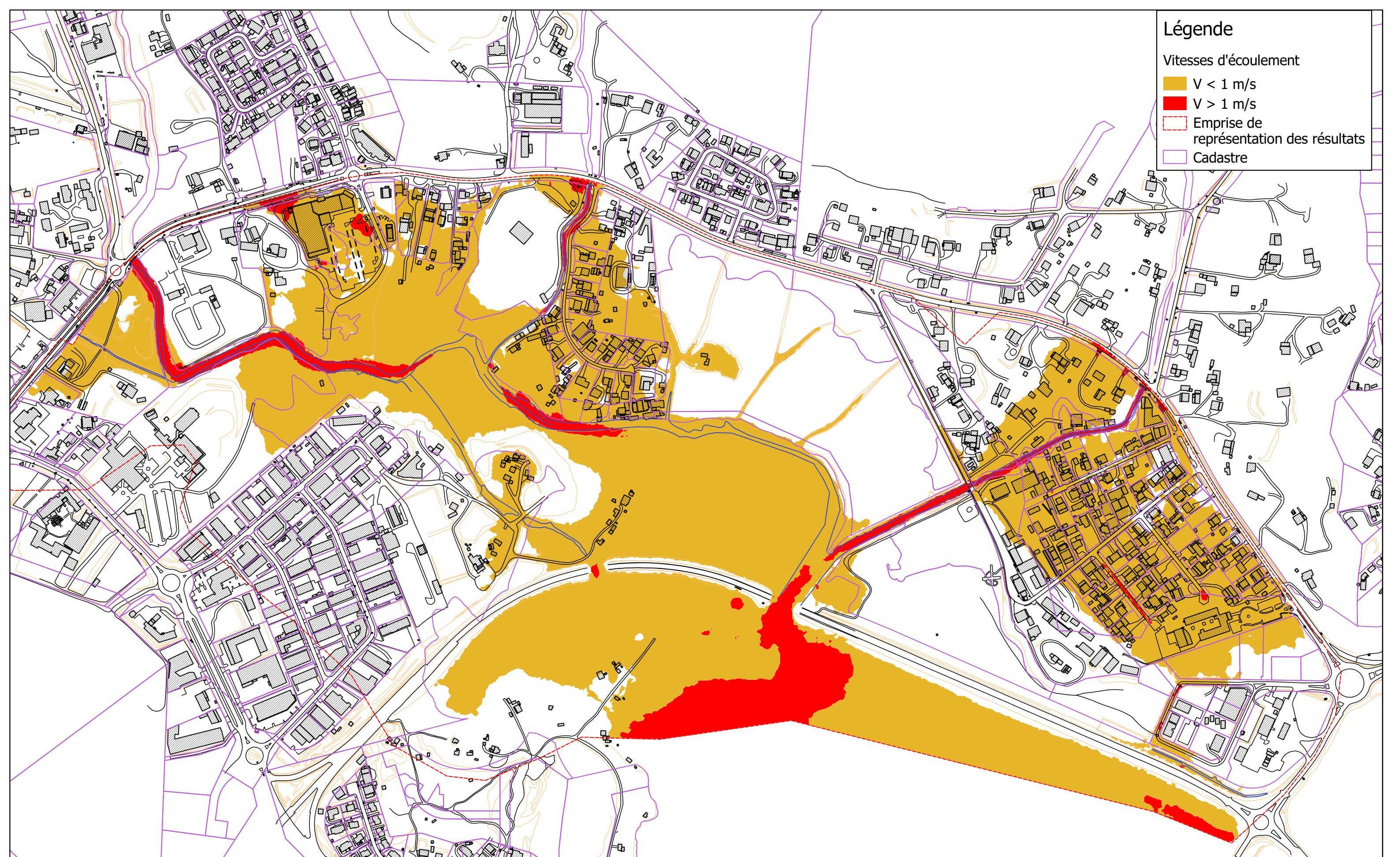
0 200 400 600 m



Etude hydraulique - Baie de la Conception
Crue quinquennale, pleine mer, vitesse
d'écoulement



DAVAR
Direction des Affaires
Vétérinaires, Alimentaires
et Rurales



0 200 400 600 m



Etude hydraulique - Baie de la Conception
Crue décennale, pleine mer, vitesse
d'écoulement



DAVAR
Direction des Affaires
Vétérinaires, Alimentaires
et Rurales

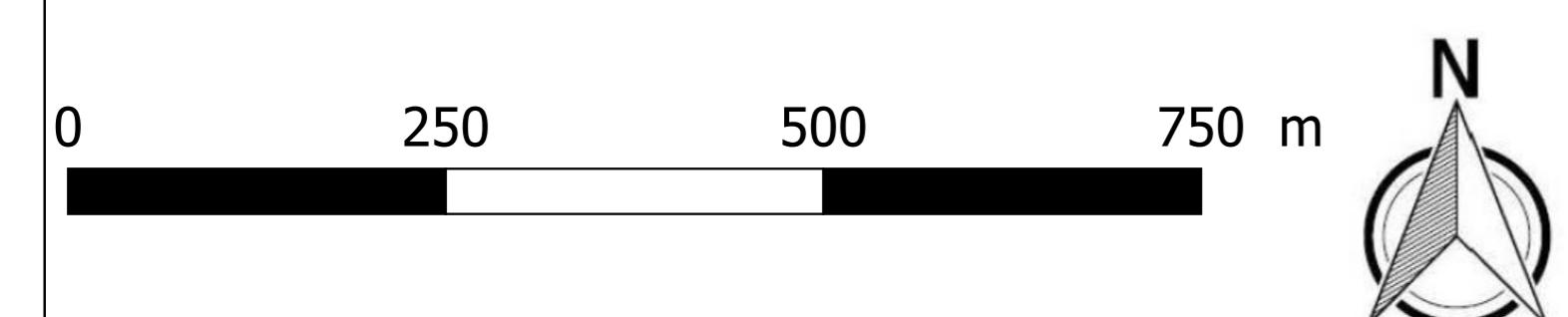
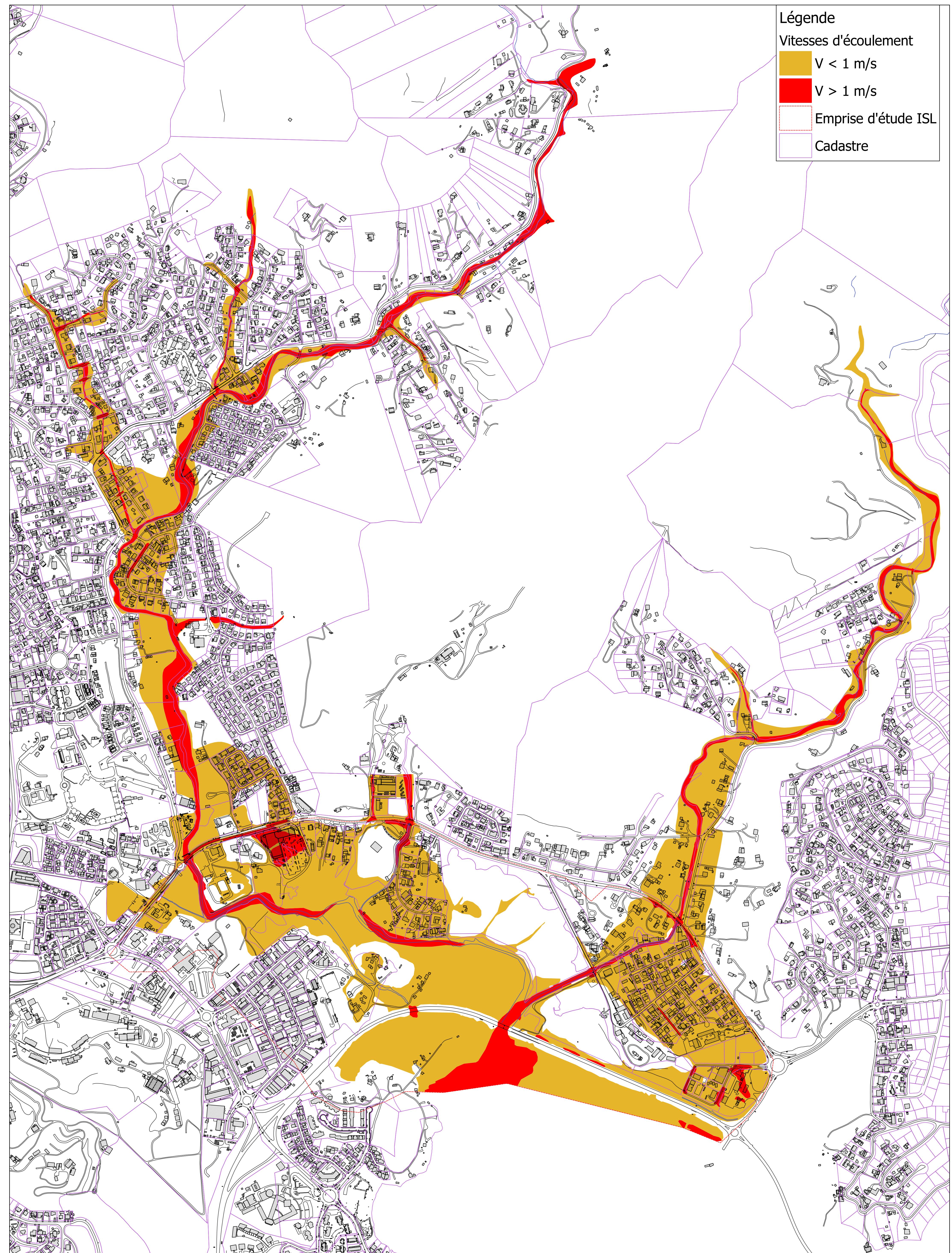
Légende

Vitesses d'écoulement

- $V < 1 \text{ m/s}$
- $V > 1 \text{ m/s}$

Emprise de représentation des résultats

Cadastre

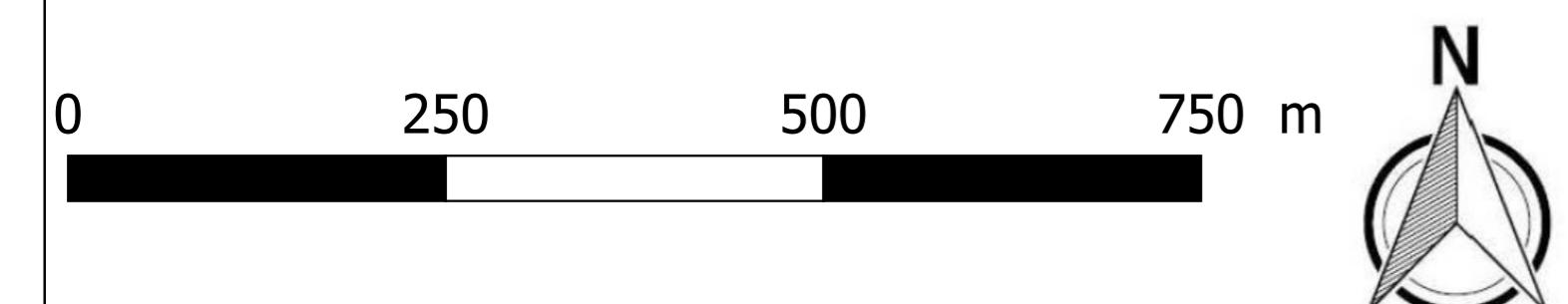
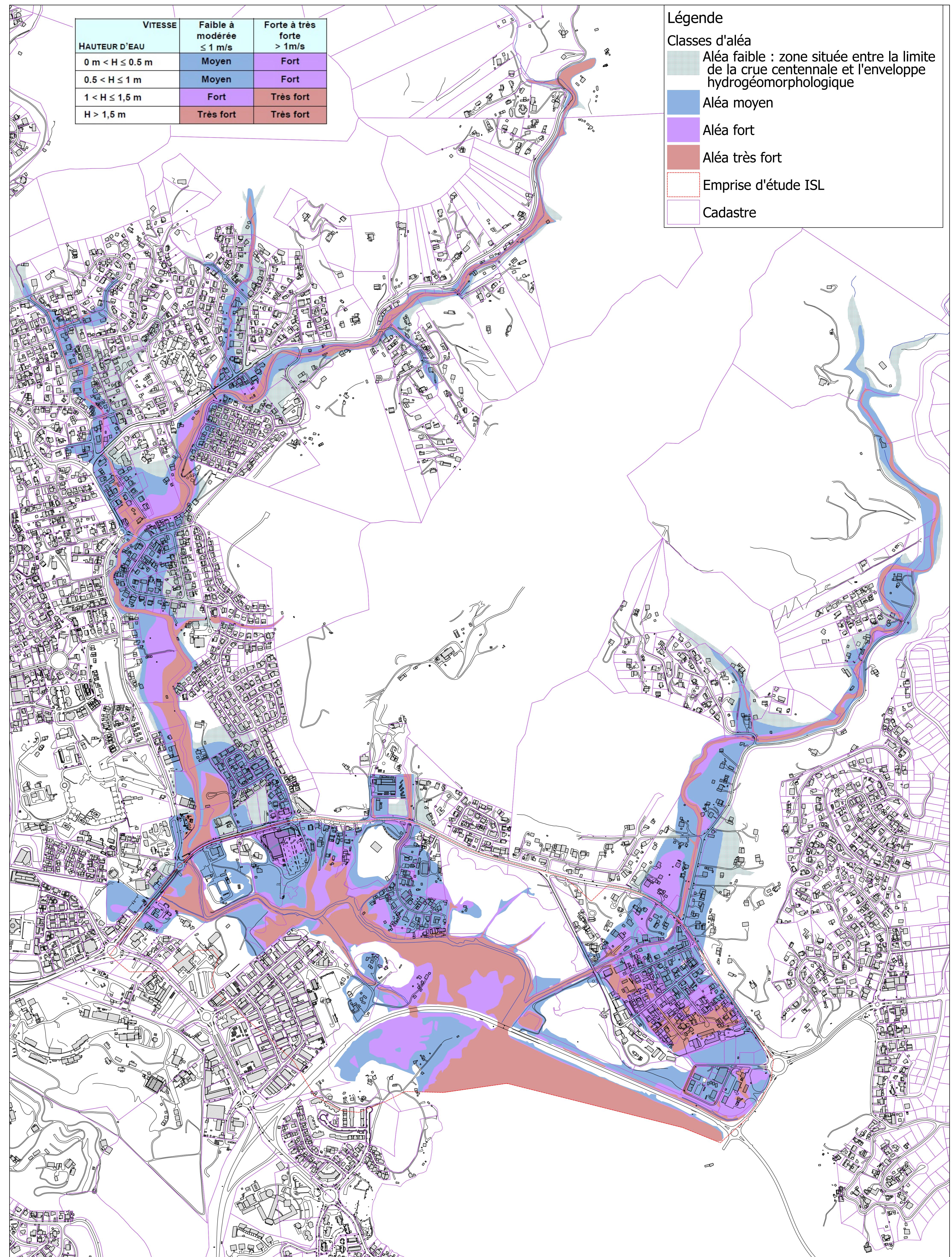


Etude hydraulique - Baie de la Conception
Crue centennale, pleine mer, vitesse
d'écoulement



DAVAR
Direction des Affaires
Vétérinaires, Alimentaires
et Rurales

ANNEXE 12 CARTOGRAPHIE DES ALEAS



Etude hydraulique - Baie de la Conception
Crue centennale, pleine mer, aléas

